

**СОВРЕМЕННЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ СПОРТ:
ДВИГАТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА
И ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
СПОРТСМЕНОВ**

Интерактивная книга тренера

УДК 796.012.1.071:796.015.132

ББК 75.148+75.151.1

С-56

С-56 Современный студенческий спорт: двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. Интерактивная книга тренера / сост. И. Г. Максименко. — М.: ООО «ПРИНТЛЕТО», 2022. — 800 с.: ил..

ISBN 978-5-6048665-3-5

Пособие посвящено одной из центральных областей знаний современной системы подготовки спортсменов — характеристике и развитию силовых и скоростных качеств, координации и ловкости, гибкости и выносливости. Проблемой в этой области знаний и практической деятельности является то, что структура двигательных качеств, средства и методы их развития в значительной мере рассматриваются сквозь призму необходимости достижения наивысшего эффекта применительно к тому или иному качеству, без серьёзного анализа взаимосвязей конкретного двигательного качества и его проявлений с другими физическими качествами и сторонами подготовленности, оптимальной структурой соревновательной деятельности. Причины такого положения очевидны и сводятся к характерной для современной науки тенденции к углублённой узкой специализации исследователей, ограничению круга их научных интересов.

Что же касается реального спорта высших достижений, то в нём двигательные качества проявляются в сложнейшем взаимодействии как между собой, так и со спортивной техникой, тактикой, психической подготовленностью и включаются в структуру двигательных действий, характерных

для успешной соревновательной деятельности, в виде отдельных элементов сложной и сбалансированной в разных составляющих системы. Поэтому и подход к развитию физических качеств изначально должен быть ориентирован на их место, значение и особенности реализации не в изолированных условиях, а в целостных, многокомпонентных двигательных актах, характерных для конкретного вида спорта.

Отдельной частью пособия явилось сопровождение текста оригинальными видеоматериалом, в котором отражены современные средства и подходы к развитию двигательных качеств и физической подготовке спортсменов. Появление этого материала стало возможным благодаря анализу и обобщению результатов инновационной деятельности в области производства высокоэффективного и общедоступного спортивного инвентаря и его использованию в процессе развития двигательных качеств и реализации интегративного подхода к физической подготовке спортсменов.

Для тренеров и спортсменов, преподавателей и студентов вузов физического воспитания и спорта, научных работников, спортивных врачей и других специалистов в области студенческого спорта и спорта высших достижений.

УДК 796.012.1.071:796.015.132

ББК 75.148+75.151.1

Ответственный за выпуск — д.п.н., профессор И. Г. Максименко

Для заказа издания
перейдите по ссылке:



ISBN 978-5-6048665-3-5



ISBN 978-5-6048665-3-5

© Ассоциация по содействию развитию физической культуры и спорта «Федерация спортивной медицины», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	10
УКАЗАТЕЛЬ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ	11
ОТ ИЗДАТЕЛЯ	13
ПРЕДИСЛОВИЕ	15
ЧАСТЬ I. ДВИГАТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА И ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА В СИСТЕМЕ МНОГОЛЕТНЕГО СПОРТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ	17
Глава 1. Система построения многолетней подготовки: исторические предпосылки и современное состояние	21
Глава 2. Современная система периодизации многолетней подготовки и развитие двигательных качеств	33
Стадии многолетней подготовки.....	33
Возрастные границы этапов многолетней подготовки.....	36
Подготовка в первой стадии процесса многолетнего совершенствования.....	41
Подготовка во второй стадии процесса многолетнего совершенствования...	48
Глава 3. Основы построения многолетней подготовки и развитие двигательных качеств	53
Оптимальный возраст для начала занятий спортом.....	53
Предрасположенность спортсменов разного возраста к выполнению тренировочных программ различной направленности.....	55
Основные направления интенсификации подготовки и соотношение работы различной преимущественной направленности	56
Продолжительность подготовки к высшим достижениям	61
Варианты восхождения к вершинам спортивного мастерства	63
Место соревнований в системе многолетней подготовки	64
Соревнования возрастных групп и проблема форсирования подготовки	65
Юношеские Олимпийские игры и проблема рационального построения многолетней подготовки.....	68
Особенности периодизации годичной подготовки на разных этапах многолетнего совершенствования	71
Длительные перерывы в подготовке.....	73

ЧАСТЬ II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ	75
Глава 4. Концепции, принципы, средства и методы развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов	76
Концептуальные подходы к физической подготовке спортсменов	76
Специфические принципы в системе физической подготовки спортсменов	78
Общедидактические принципы, положения и правила специальной дидактики в системе физической подготовки спортсменов	87
Средства физической подготовки	91
Методы физической подготовки	93
Интегральный подход в физической подготовке и технические средства его реализации	97
Глава 5. Современные представления о физических упражнениях в системе подготовки спортсменов	103
Классификации и характеристика общеподготовительных упражнений	105
Методика составления и выполнения комплексов общеподготовительных упражнений	136
Классификация и характеристика вспомогательных упражнений	139
Особенности использования специально-подготовительных упражнений в разных видах спорта	161
Особенности использования соревновательных упражнений в разных видах спорта	163
ЧАСТЬ III. СПОРТИВНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ	165
Глава 6. Теория адаптации в системе знаний в области физической подготовки спортсменов	166
Виды адаптации	167
Нагрузки в спорте и адаптация	169
Многоступенчатость и вариативность адаптации в спорте	171
Формирование функциональных систем и реакции адаптации	172
Функциональные резервы и реакции адаптации	176
Формирование срочной адаптации	178
Формирование долговременной адаптации	179
Переадаптация	186
Деадаптация и реадаптация	189
Глава 7. Адаптация скелетно-мышечной системы	194
Структура и свойства скелетных мышц	194
Механизм мышечного сокращения	200

Структурно-функциональные особенности двигательных единиц мышц.....	204
Спортивная специализация и структура мышечной ткани.....	207
Изменения в мышечных волокнах под влиянием нагрузок различной величины и направленности.....	208
Координация деятельности двигательных единиц — важный механизм адаптации мышц к физическим нагрузкам.....	211
Адаптация костной и соединительной тканей.....	216
Глава 8. Адаптация систем энергообеспечения мышечной деятельности.....	220
Кислородтранспортная система.....	223
Алактатная система энергообеспечения.....	235
Лактатная система энергообеспечения.....	238
Аэробная система энергообеспечения.....	241
Адаптация аэробной системы энергообеспечения.....	255
Энергообеспечение мышечной работы разной интенсивности и продолжительности.....	263
Глава 9. Тренировочные и соревновательные нагрузки.....	267
Общая характеристика нагрузок.....	267
Компоненты нагрузки и реакции адаптации.....	271
Активный и пассивный отдых.....	274
Специфичность реакция адаптации.....	276
Глава 10. Нагрузки, утомление, восстановление, суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект.....	280
Нагрузки и утомление.....	280
Нагрузки и восстановление.....	284
Нагрузки и вработываемость.....	287
Нагрузки и устойчивое состояние.....	288
Направленность нагрузок, утомление и восстановление.....	291
Утомление, восстановление в зависимости от квалификации и тренированности спортсменов.....	301
Нагрузки и суперкомпенсация.....	302
Нагрузки и отставленный тренировочный эффект.....	305
Глава 11. Нервная система в управлении движениями и двигательными действиями.....	309
Структура и функциональная организация нервной системы.....	312
Регуляция движений и двигательных действий.....	319
Основы теории управления движениями.....	321
Техническая подготовленность и двигательные качества.....	327

Адаптация нервной системы в процессе физической подготовки спортсменов	331
Необходимость критичного подхода к новациям в области физической подготовки спортсменов	332
Аналитико-синтетический и интегральный подходы к развитию двигательных качеств	334
Нейрорегуляторные процессы в физической подготовке спортсменов	335
Ментальная тренировка	336
Образы в ментальной тренировке	338
Внимание и адаптация нервной системы	342
Память в управлении движениями и двигательными качествами	344
Чувства в управлении движениями и двигательными качествами	346
Реакции на раздражители	347
Бессознательное управление движениями и двигательными действиями	349
Мелкая моторика в адаптации нервной системы	351
Глава 12. Возрастное развитие человека и особенности физической подготовки	352
Возрастные зоны развития человека	353
Неврологическое развитие	357
Сенситивные периоды	359
Возраст и возможности анаэробных систем энергообеспечения	363
Возраст и возможности аэробной системы энергообеспечения	366
Восстановительные реакции и переносимость нагрузок	370
Возраст и экономичность работы	372
Силовые возможности и гибкость	372
Глава 13. Гендерные и половые различия и их влияние на процесс физической подготовки	376
Телосложение, силовые качества и гибкость	378
Аэробная система энергообеспечения	380
Анаэробная лактатная система энергообеспечения	383
Особенности психики и поведенческие реакции	383
Менструальный цикл	384
Нарушения менструального цикла	387
Женская спортивная триада	388
Гиперандрогения и нагрузки современного спорта	390
Работоспособность и особенности тренировки в разных фазах менструального цикла	394
Беременность, тренировочная и соревновательная деятельность	395
Возрастная предрасположенность	396
Травматизм	397

ЧАСТЬ IV. МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ	399
Глава 14. Ловкость, координация и методика их развития	400
Ловкость и координация: определение понятий и общая характеристика...	400
Связь ловкости со структурой соревновательной деятельности	403
Основные факторы, определяющие ловкость и координацию	405
Координационные способности и их виды.....	410
Общие положения методики и основные средства повышения ловкости и координационных способностей	427
Тестирование ловкости и координации	437
Глава 15. Гибкость и методика её развития	443
Виды и значение гибкости.....	443
Факторы, определяющие уровень гибкости.....	445
Гибкость и особенности суставов	446
Гибкость и мышечная ткань	447
Гибкость и соединительная ткань.....	447
Амплитуда движений при развитии гибкости	449
Средства развития гибкости.....	450
Метод статического растягивания	456
Метод динамического растягивания.....	458
Баллистический метод	459
Плиометрический метод.....	460
Растяжение и развитие миофасциальной сети	461
Совмещение развития гибкости и силы	462
Развитие гибкости в программах тренировочных дней и занятий.....	463
Особенности методики развития гибкости.....	465
Компоненты нагрузки при развитии гибкости.....	466
Тестирование гибкости.....	467
Глава 16. Сила и методика её развития	473
Сила и виды силовых качеств	474
Факторы, определяющие уровень силы.....	476
Проявление силовых качеств в спорте	477
Средства силовой подготовки	482
Тренировка на нестабильных поверхностях	489
Методы силовой подготовки	490
Сравнительная эффективность методов силовой подготовки	504
Сочетание средств и методов силовой подготовки.....	512
Основы методики силовой подготовки.....	514
Направления силовой подготовки	516
Силовая подготовка в видах соревнований, требующих выносливости к длительной работе	524

Снижение, поддержание и восстановление уровня силовой подготовленности	529
Положение тела, дыхание и страховка при выполнении силовых упражнениях	529
Развитие максимальной силы	532
Развитие силы и мышечной массы в бодибилдинге	539
Развитие скоростной силы	552
Развитие силовой выносливости	563
Совершенствование способностей к реализации силовых качеств	566
Максимальная мощность и особенности её развития	572
Тестирование силовых качеств	577
Глава 17. Скоростные способности и методика их развития	587
Виды скоростных способностей	587
Факторы, определяющие уровень скоростных способностей	590
Проявление скоростных качеств в разных видах спорта	593
Комплексные виды скоростных способностей	595
Средства скоростной подготовки	600
Основы методики повышения скоростных способностей	602
Компоненты нагрузки в процессе скоростной подготовки	605
Скоростная подготовка на разных этапах возрастного развития и многолетнего совершенствования	616
Стимуляция работоспособности в скоростной подготовке	617
Тестирование скоростных способностей	620
Глава 18. Выносливость и методика её развития	625
Виды выносливости	625
Развитие общей выносливости	628
Развитие специальной выносливости	630
Повышение мощности и ёмкости алактатной анаэробной системы энергообеспечения	641
Повышение мощности, ёмкости и вработываемости анаэробной лактатной системы энергообеспечения	643
Повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения	646
Сочетание в тренировочном процессе методов и средств развития выносливости	668
Тестирование выносливости и возможностей систем энергообеспечения	670

ЧАСТЬ V. ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ НА ПРОЦЕСС ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ	691
Глава 19. Особенности питания спортсменов	692
Углеводы, белки и жиры в питании спортсменов.....	693
Энергетическая ценность питательных веществ и их соотношение в рационе.....	699
Витамины и минералы в рационе спортсменов.....	701
Питьевой режим.....	707
Специфика видов спорта и питание.....	711
Питание и масса тела.....	712
Диетические добавки.....	718
Глава 20. Перетренированность: причины, следствия, профилактика	721
Стадии и типы перетренированности.....	725
Факторы риска перетренированности.....	728
Симптомы и диагностика перетренированности.....	735
Профилактика перетренированности.....	738
Глава 21. Травматизм и заболеваемость: причины, следствия, профилактика ...	742
Политика международных спортивных организаций.....	744
Календарь соревнований.....	746
Спортивные сооружения и окружающая среда.....	747
Возраст, пол спортсменов и травматизм.....	748
Медико-биологические и психологические причины травматизма.....	749
Спортивно-педагогические причины травматизма.....	752
Заболевания и травматизм в разных видах спорта.....	754
Основные направления профилактики травм у спортсменов.....	757
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	766

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АД	– артериальное давление	СПУ	– специально-подготовительные упражнения
АДФ	– аденозиндифосфат	Φ_n	– неорганический фосфат
АМФ	– аденозинмонофосфат	ФФК	– фосфофруктокиназа
АТФ	– аденозинтрифосфат	ЦНС	– центральная нервная система
АТФаза	– аденозинтрифосфатаза	ЧДД	– частота дыхательных движений
Ацетил-КоА	– ацетилкофермент А	ЧСС	– частота сердечных сокращений, уд·мин ⁻¹
БС	– быстросокращающиеся мышечные волокна	ЭМГ	– электромиограмма
БСа	– быстросокращающиеся окислительно-гликолитические мышечные волокна	$EQ_{O_2}, \dot{V}_E / \dot{V}O_2$	– вентиляционный эквивалент для кислорода
БСб	– быстросокращающиеся гликолитические мышечные волокна	$EQ_{CO_2}, \dot{V}_E / \dot{V}CO_2$	– вентиляционный эквивалент для углекислого газа
ВУ	– вспомогательные упражнения	Нб	– концентрация гемоглобина, мг%
ГДЦ	– гемодинамический центр	pH	– водородный показатель
ДД	– диетические добавки	pO ₂	– парциальное давление кислорода, мм рт. ст.
ЖЕЛ	– жизненная емкость легких	PO ₂ _{выдоха}	– резервный объем выдоха
ИСВ	– индекс специальной выносливости	PO ₂ _{вдоха}	– резервный объем вдоха
КоА	– кофермент (коэнзим) А	pCO ₂	– парциальное давление углекислого газа, мм рт. ст.
Кр	– креатин	PAO ₂	– напряжение O ₂ в альвеолярном воздухе, мм рт. ст.
КрФ	– креатинфосфат	Q, SV	– систолический объем (ударный объем), мл
КФК	– креатинфосфокиназа	\dot{Q}	– сердечный выброс (минутный объем кровообращения), мл·кг ⁻¹
ЛДГ	– лактатдегидрогеназа	RQ, $\dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$	– дыхательный коэффициент (газообменное отношение)
МП	– мертвое пространство	SaO ₂	– насыщение артериальной крови кислородом, %
МС	– медленносокращающиеся мышечные волокна	\dot{V}_E	– легочная вентиляция (минутный объем дыхания), л·мин ⁻¹ , мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹
O ₂ -долг	– кислородный долг, л	$\dot{V}O_2$	– скорость потребления кислорода, л·мин ⁻¹ , мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹
O ₂ -запрос	– кислородный запрос, л	$\dot{V}O_{2,max}$	– максимальное потребление кислорода, л·мин ⁻¹ , мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹
ОМЦ	– овариально-менструальный цикл	$\dot{V}CO_2$	– скорость продукции углекислого газа, л·мин ⁻¹ , мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹
ОПУ	– общеподготовительные упражнения	VT, ДО	– дыхательный объем, л
ОЦМ	– общий центр массы		
ПАНО	– порог анаэробного обмена		
ПК	– пируваткиназа		
P _д	– диастолическое давление		
РД	– резерв дыхания		
P _с	– систолическое давление		
СДГ	– сукцинатдегидрогеназа		
СЖК	– свободные жирные кислоты		
с. м. т.	– сырая масса ткани		

УКАЗАТЕЛЬ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

Видео 1	Комплекс упражнений с полусферой босу (координация, сила, ловкость) ...	102
Видео 2	Комплекс упражнений с медболом (сила, координация)	102
Видео 3	Комплекс упражнений для развития силы, координации и скорости (медбол с петлями).....	102
Видео 4	Комплекс упражнений с сэндбэгом (сила, координация)	102
Видео 5	Комплекс упражнений с болгарским мешком для развития силы и координации	102
Видео 6	Комплекс упражнений с санями (сила, скорость)	102
Видео 7	Комплекс упражнений с малой крышкой (сила, координация)	102
Видео 8	Комплекс упражнений с большой крышкой (сила, координация)	102
Видео 9	Комплекс упражнений с футболом (сила, координация)	102
Видео 10	Комплекс упражнений с кувалдой (сила, скорость, координация)	102
Видео 11	Комплекс упражнений с канатом (сила, координация)	102
Видео 12	Комплекс упражнений с использованием штанги (сила, координация)	102
Видео 13	Комплекс упражнений с гирей (сила, координация)	102
Видео 14	Комплекс упражнений для развития скорости и координации с использованием простых средств (лестница и геометрические фигуры)	102
Видео 15	Комплекс упражнений для развития скорости и координации с использованием простых средств (фишки и конусы)	102
Видео 16	Комплекс упражнений с использованием резины (сила, координация)	410
Видео 17	Комплекс упражнений для развития координации и силы	410
Видео 18	Комплекс упражнений для развития координации, ловкости и скорости	427
Видео 19	Комплекс упражнений для развития ловкости, координации и скорости	427
Видео 20	Комплекс упражнений для развития координации и ловкости	427
Видео 21	Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности суставов пальцев рук	453
Видео 22	Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности суставов кистей рук	453
Видео 23	Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности плечевых суставов	453
Видео 24	Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности позвоночника	453
Видео 25	Комплекс упражнений для развития активной и активно-пассивной подвижности разных суставов	453
Видео 26	Комплекс упражнений для развития активной подвижности тазобедренных суставов	453
Видео 27	Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности суставов стопы	453

Видео 28	Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности разных суставов со вспомогательными средствами	453
Видео 29	Комплекс упражнений в парах для развития пассивной и активной подвижности разных суставов	453
Видео 30	Комплекс упражнений прыжкового характера (сила, скорость).....	501
Видео 31	Комплекс упражнений с болгарским мешком для развития силовой выносливости.....	565
Видео 32	Комплекс упражнений для развития скорости и координации (смена направления движения)	594
Видео 33	Комплекс упражнений для развития скорости, силы, координации и ловкости	600
Видео 34	Комплекс упражнений для развития скоростно-силовых возможностей нижних конечностей и статодинамической устойчивости	604

ОТ ИЗДАТЕЛЯ

Важнейшим направлением стратегии развития спорта в стране является гармонизация деятельности образовательных учреждений и организаций, реализующих программы спортивной подготовки. С этой целью спортивные организации, осуществляющие программы подготовки спортсменов, отнесены к организациям дополнительного образования, а программы подготовки гармонично связываются с основными образовательными программами; тренерский состав и лица, проходящие спортивную подготовку, наделяются теми же правами и обязанностями, что и педагогические работники и обучающиеся; спортивным организациям и организациям высшего образования предоставляются возможности реализации программ спортивной подготовки независимо от ведомственной принадлежности, в том числе и путём создания центров спортивной подготовки.

Для реализации этой политики разработана Межотраслевая программа развития студенческого спорта, введённая в действие в марте 2021 г. совместным приказом Минспорта, Минобрнауки и Минпросвещения. В этом документе особое внимание обращено на необходимость эффективного методического обеспечения центров спортивной подготовки в организациях высшего и профессионального образования.

Реализация такого сопровождения требует высокой квалификации специалистов, вовлечённых в систему студенческого спорта, прежде всего тренерского состава. Следует отметить, что последние два десятилетия характеризуются бурным развитием спортивной науки и мировой практики, результатом которого явилось переведение знаний в области организации и методики подготовки спортсменов на всех этапах их многолетнего совершенствования на принципиально новый уровень, опирающийся на результаты многочисленных современных исследований в области теории и методики спортивной подготовки, дисциплин медико-биологического и социального характера. Особый прогресс отмечен в области применения информационных технологий, а также в появлении многочисленных новаций, отражающих достижения научно-технического прогресса в различных смежных сферах, связанных со спортом высших достижений.

В этой связи с особой остротой возникла проблема повышения эффективности подготовки молодых специалистов в области спорта, особенно тренеров, а также повышения квалификации тренерского и организационно-управленческого состава образовательных организаций.

Министерство спорта Российской Федерации, ФГБУ «Федеральный центр подготовки спортивного резерва», а также Ассоциация по содействию развитию физической культуры и спорта «Федерация спортивной медицины» в настоящее время ведут активную работу в этой области, понимая, что без глубоких и современных знаний тренеры, врачи, психологи, диетологи, менеджеры, а также другие специалисты, связанные с организационно-управленческим, материально-техническим, научно-методическим и медицинским сопровождением подготовки спортсменов, не способны обеспечить полноценную подготовку атлетов конкурентоспособных на мировой спортивной арене.

Одним из основных направлений решения этой проблемы является обеспечение специалистов литературой, обобщающей современные знания в наиболее актуальных областях. Важнейшей из них является теория и практика развития двигательных качеств — скоростных, силовых, координации, ловкости, гибкости, выносливости, объединённых в область физической подготовки спорт-

сменов. Не умоляя значимости других сторон подготовки спортсменов (технической, тактической, психологической), следует отметить, что наиболее сложной и значимой является физическая подготовка. И это связано не только с той ролью, которую играют двигательные качества для достижения результатов в разных видах спорта, но и с тем, что именно физическая подготовка теснейшим образом связана с такими понятиями как тренировочные и соревновательные нагрузки, сверхнагрузка, утомление, восстановление, переутомление, перенапряжение функциональных систем, перетренированность, адаптация, деадаптация, реадаптация, травматизм и профессиональные заболевания.

Обобщение современных знаний в этой области и явилось содержанием предлагаемого учебно-методического пособия. В его основе обобщение материала из трудов видного специалиста в области теории спорта и подготовки спортсменов высшей квалификации В. Платонова, дополненное актуальными сведениями из работ известных в мире отечественных и зарубежных экспертов — Л. Матвеева, Н. Бернштейна, Ю. Гавердовского, В. Сосиной, Г. Макаровой, Дж. Уилмора, Д. Костилла, Р. Вейнберга, Д. Гоулда, К. Брюэра, а также результатами многочисленных исследований, выполненных в последние годы в известных лабораториях мира.

Особое место в этой работе занял обширный видеоматериал, явившийся следствием изучения и обобщения инновационной деятельности последних лет в сфере производства высокоэффективного и общедоступного спортивного инвентаря и его применения в процессе развития двигательных качеств и, главное, реализации интегративного подхода к физической подготовке спортсменов. Этот материал в силу его наглядности и практичности, несомненно, расширит возможности тренера при выборе в процессе физической подготовки спортсменов высокоэффективных средств и методов. Однако не менее важна роль представленного материала для творческой деятельности тренера в деле расширения объёма тренировочных средств, приведения их кинематических и динамических характеристик в соответствии с требованиями вида спорта.

Представленное учебно-методическое пособие предназначено для широкого круга специалистов, особенно тренерского состава, работающего в сфере школьного и студенческого спорта, т.е. в той области, которая обеспечивает массовость спорта и подготовку резерва для национальных команд. Электронная версия пособия не только позволяет многократно увеличить круг пользователей информации, но и даёт возможность её постоянно расширять, обновлять и уточнять по мере получения новых знаний.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Достижения спортивной науки и практики, инновационные решения в области разработки и внедрения нового инвентаря и специального оборудования, накопленные в течение последних двух десятилетий, существенно расширили представления в области физической подготовки спортсменов, заставили по-новому взглянуть на факторы, определяющие уровень проявления силовых и скоростных качеств, координации и ловкости, гибкости и выносливости, методику их развития на различных этапах многолетней подготовки спортсменов.

Двигательные (физические) качества — скоростные, силовые, выносливость, ловкость и координация, гибкость — играют большую роль для достижения высокого уровня мастерства в разных видах спорта, а работа над их развитием, т. е. физическая подготовка спортсменов, составляет важнейшую часть процесса подготовки на всех этапах многолетнего совершенствования.

Проблема разработки эффективных средств и методов развития двигательных качеств уже на протяжении многих десятилетий занимает ведущее место в спортивной науке и практике. Здесь накоплен практически необозримый объём эмпирического знания, проведены серьёзные теоретические обобщения. Научные исследования во многих случаях органически увязаны со спортивной практикой, опыт которой серьёзно дополняет знания в области методики развития двигательных качеств. При всех имеющихся достижениях нельзя не видеть противоречий и нерешённых проблем, многочисленных случаев отрыва научных изысканий от специфики спорта высших достижений, а устоявшихся стереотипов в тренерской деятельности — от достижений спортивной науки. Изданные в последние годы в разных странах многочисленные публикации, включая фундаментальные труды, посвящённые подготовке спортсменов, проблемы не снимают, насыщая информационное пространство односторонними и часто противоречивыми материалами.

В большей части работ, посвящённых физической подготовке спортсменов, структура двигательных качеств, средства и методы их развития рассматриваются сквозь призму необходимости достижения наивысшего эффекта применительно к тому или иному качеству, без серьёзного анализа взаимосвязей конкретного двигательного качества и его проявлений с другими физическими качествами и сторонами подготовленности, оптимальной структурой соревновательной деятельности. Причины такого положения очевидны и сводятся к характерной для современной науки тенденции к углублённой узкой специализации исследователей, ограничению круга их научных интересов.

Значительную роль в ограничении использования интегративного подхода к развитию двигательных качеств и их объединению с технико-тактической и психологической подготовкой сыграло и традиционное для отечественной науки разделение тренировочного процесса на относительно изолированные стороны (физическую, техническую, тактическую, психологическую), а двигательных качеств на многочисленные подвиды (например, выносливость — общая, специальная, соревновательная, аэробная, анаэробная, локальная, глобальная, мышечная и другие; сила — максимальная, абсолютная, относительная, стартовая, скоростная, взрывная, локальная, глобальная, силовая выносливость и другие) с соответствующим узкоспециализированными средствами и методами их развития.

Что же касается реального спорта высших достижений, то в нём двигательные качества проявляются в сложнейшем взаимодействии как между собой, так и со спортивной техникой, тактикой, психической подготовленностью и включаются в структуру двигательных действий, характерных для успешной соревновательной деятельности, в виде отдельных элементов сложной и сбалансированной в разных составляющих системы. Поэтому и подход к развитию физических качеств изначально должен быть ориентирован на их место, значение и особенности реализации не в изолированных условиях, а в целостных, многокомпонентных двигательных актах, характерных для конкретного вида спорта. Если этого не происходит, то высокий уровень развития, например, силы или гибкости, приобретённый при использовании неспецифического материала, в отрыве от требований вида спорта, оптимального состава соревновательной деятельности, не только не способствует достижению наивысших результатов в спорте, но и может стать, во-первых, непреодолимым препятствием в отношении эффективной технической подготовки и проявления других двигательных качеств, а во-вторых — фактором повышения вероятности травматизма. Решение этой проблемы на основе представления знаний в области методики развития силовых и скоростных качеств, выносливости, гибкости, ловкости и координации в органическом единстве с другими составляющими спортивного мастерства требует серьёзной аналитической работы, что мы и старались отразить в этом пособии.

В последние годы проведено достаточно большое количество локальных исследований, которые не только существенно расширили и углубили знания в области физической подготовки спортсменов, особенно в той части, которая связана с ролью и адаптацией нервной системы, но и внесли много принципиально нового в представления о структуре силовых и скоростных способностей, ловкости и координации, гибкости и выносливости, месте и методике физической подготовки в системе многолетнего совершенствования спортсменов. Особый интерес представляют материалы, которые отражают специфику физической подготовки спортсменов на разных этапах многолетнего совершенствования, демонстрируют необходимость органичной взаимосвязи содержания физической подготовки и возрастного развития занимающихся, а также принципиальные различия в методике развития двигательных качеств у мужчин и женщин. Показана исключительно высокая роль специального питания для эффективности физической подготовки. Глубокому анализу подвергнуты факторы риска травматизма и перетренированности спортсменов в процессе физической подготовки и даны рекомендации по их устранению.

Двигательные качества и физическая подготовка в системе многолетнего спортивного совершенствования



ЧАСТЬ
I

- Глава 1.** Система построения многолетней подготовки: исторические предпосылки и современное состояние
- Глава 2.** Современная система периодизации многолетней подготовки и развитие двигательных качеств
- Глава 3.** Основы построения многолетней подготовки и развитие двигательных качеств

Прежде чем перейти к рассмотрению вопросов развития двигательных качеств в системе многолетнего спортивного совершенствования приведём основные понятия и термины, относящиеся к этой области знаний.

Физическая подготовка — процесс, направленный на развитие двигательных (физических) качеств и возможностей функциональных систем и механизмов, обеспечивающих уровень их проявления.

Физические качества — качества, отражающие возможности человека в двигательной деятельности. Выделяют пять видов физических качеств — силу, быстроту, ловкость, гибкость, выносливость. **Сила** — способность преодолевать внешнее сопротивление или противостоять ему за счет мышечного напряжения. **Быстрота** — качество, обеспечивающее высокую скорость движений и двигательных действий, их стремительность и реактивность. **Ловкость** — способность к рациональному и точному, находчивому и экономичному решению двигательных задач в сложных и неожиданных ситуациях. Что же касается сложных двигательных действий, выполняемых в условиях, не отличающихся неожиданностью, то применительно к ним логичнее использовать термин «**координация**», которую можно рассматривать как один из видов двигательных качеств. **Гибкость** — способность человека выполнять движения с большой амплитудой. Термин гибкость следует связывать с суммарной подвижностью в суставах всего тела. Когда речь идет об отдельных суставах, то правильнее говорить о «**подвижности**». Под **выносливостью** принято понимать способность к эффективному выполнению работы, преодолевая развивающееся утомление, а также способность к противодействию развитию утомления и отдалению его наступления.

Данные определения физических качеств носят обобщенный характер. В реальных условиях тренировочной и соревновательной деятельности эти качества имеют множество относительно самостоятельных проявлений, обусловленных теми или иными способностями. Например, различают максимальную и скоростную силу, взрывную и стартовую силу; общую и специальную выносливость, силовую и скоростную выносливость, аэробную и анаэробную, локальную, глобальную, координационную и др. В спортивной практике возникла необходимость в более глубокой дифференциации двигательных качеств. Например, применительно к силовой подготовленности следует различать силу, проявляемую в концентрическом, эксцентрическом, изометрическом, изокинетическом, плиометрическом, баллистическом режимах мышечной активности.

Каждое из двигательных действий следует рассматривать как совокупность физических способностей с решающей ролью одного из компонентов — силового, скоростного, координационного, энергообеспечивающего и др. В таком случае физическую подготовленность человека можно представить в виде комплексов силовых, скоростных, координационных способностей, различных видов гибкости и выносливости, обеспечивающих тот или иной вид **двигательной деятельности**, под которой следует понимать произвольные движения и двигательные действия, объединенные в систему, ориентированную на решение конкретных двигательных задач. **Произвольные движения** рассматриваются как двигательные акты, проявляющиеся в перемещении тела человека или его частей в пространстве и имеющие смысловую и двигательную стороны. Именно смысловая сторона, придающая движению вмешательство сознания человека, определяет его произвольный характер, хотя доведенные до автоматизма в результате тренировки произвольные движения и двигательные действия становятся **непроизвольными**. **Двигательные действия** представляют собой целенаправленные акты, обеспечивающие решение определенной двигательной задачи. При этом двигательное действие вовсе не обязательно должно давать механический эффект в виде движения, а может включать составляющие изометрического характера, как это имеет место при выполнении старта в беге или плавании, статических элементах в тяжелой атлетике, борьбе вольной или греко-римской, гимнастике спортивной и т. д.

Двигательную деятельность в спорте следует подразделять на тренировочную, соревновательную и восстановительную. **Тренировочная двигательная деятельность** объединяет движения и двигательные действия, используемые при решении задач тренировочного процесса. **Соревновательная двигательная деятельность** представляет собой совокупность движений и действий, определенных динамическими и кинематическими характеристиками конкретного вида соревнований. Движения и двигательные действия, способствующие ускорению и оптимизации процессов физического и психического восстановления после напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок и являющиеся средствами активного отдыха, составляют **восстановительную двигательную деятельность**.

Результатом процесса физической подготовки являются **физическая подготовленность**, проявляющаяся в уровне развития физических качеств, необходимых для эффективной тренировочной и соревновательной деятельности, а также возможностях различных функциональных систем, обеспечивающих этот уровень. Физические качества реализуются в различных двигательных **навыках** и **умениях**, которых множество в любом виде спорта, что объединяет процессы физической и технической подготовки. И это вполне естественно, так как уровень развития физических качеств предопределяет эффективность решения задач технической подготовки спортсменов, к которым относятся следующие:

- увеличение объема и разнообразия двигательных умений и навыков;
- достижение высокой стабильности и рациональной вариативности специализированных движений — приемов, составляющих основу техники вида спорта;
- последовательное превращение освоенных приемов в целесообразные и эффективные соревновательные действия;
- усовершенствование структуры двигательных действий, их динамики и кинематики с учетом индивидуальных особенностей спортсменов;
- повышение надежности и результативности технических действий спортсмена в экстремальных соревновательных условиях;

В свою очередь, широта и разнообразие двигательных умений и навыков, техническое мастерство спортсменов применительно к требованиям соревновательной деятельности являются залогом успешной реализации достигнутого уровня физической подготовленности.

Физическую подготовку спортсмена следует разделять на общую и специальную. Под **общей физической подготовкой** следует понимать процесс развития двигательных качеств и связанных с ними возможностей функциональных систем организма, направленный на всестороннее и гармоничное развитие человека. Эта сторона подготовки обеспечивает общий (базовый) уровень функциональных возможностей и физической подготовленности спортсмена применительно к различным видам двигательной деятельности. Общая физическая подготовка является основой для **специальной физической подготовки**, под которой следует понимать процесс развития различных физических качеств в строгом соответствии со спецификой вида спорта и требованиями эффективной соревновательной деятельности.

Следует отметить, что понятие «общая физическая подготовка» связано не только со всесторонним и гармоничным физическим развитием человека. Применительно к задачам современного спорта в это понятие вкладывается и такое развитие физических качеств, которое создает необходимые предпосылки и оказывает позитивное влияние на процесс развития специальных проявлений физических качеств и специальной подготовки в целом в конкретном виде спорта. Как избыточное, так и недостаточное развитие тех или иных качеств в процессе общей физической подготовки может отрицательно сказаться на эффективности тренировочного процесса и мастерства спортсменов.

Принципиальной особенностью как общей, так и, особенно, специальной физической подготовки является **гармоничность** в развитии различных двигательных качеств. При этом под гармоничностью следует понимать не пропорциональное их развитие, а такое развитие, которое обеспечивает не только взаимодействие, но и взаимосодействие при осуществлении разнообразных двигательных действий, характерных для специальной тренировочной и соревновательной деятельности того или иного вида спорта. Понятие гармоничности для каждого вида спорта имеет свою специфику, характеризующуюся преимущественным развитием отдельных двигательных качеств и диспропорцией физической подготовленности спортсменов. Например, в легкоатлетических метаниях и прыжках особое внимание будет уделено развитию быстроты и взрывной силы, лыжных гонках и беге на длинные дистанции — выносливости, тяжелой атлетике — максимальной и взрывной силе, художественной гимнастике — координации и гибкости, спортивных играх — быстроте и ловкости и т. д.

СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

В 1960–1970-х годах изучение проблемы периодизации многолетней подготовки было исключительно сферой интересов специалистов восточноевропейских стран, преимущественно СССР и ГДР. В основу было положено обобщение опыта подготовки и участия в соревнованиях исключительно большого количества спортсменов высокой квалификации – победителей и призеров крупнейших соревнований. В результате были определены оптимальный возраст для начала занятий в разных видах спорта, продолжительность подготовки от момента начала занятий спортом до достижения результатов мирового уровня, содержание подготовки в разные годы, позволившее разделить её на стадии, периоды или этапы, выявить закономерности становления различных сторон мастерства спортсменов, оптимальную динамику нагрузки и соотношения работы разной преимущественной направленности, продолжительность сохранения высшего спортивного мастерства и др.

Не менее важной составляющей методологии явилось изучение взаимосвязи процесса подготовки с периодами возрастного развития занимающихся, учет наличия сенситивных периодов в отношении роста, массы тела, проявления и развития различных двигательных качеств.

Результаты этих исследований были обобщены в ряде фундаментальных работ, подготовленных наиболее авторитетными специалистами тех лет.

В книге «Современная система спортивной тренировки» (1970) Н. Г. Озолин показал, что многолетняя подготовка к высшим достижениям должна длиться от 8 до 12 лет и подразделяться на два периода – подготовительный и специальный. Содержание подготовительного периода, продолжительность которого составляет 3–5 лет, должно обеспечивать всестороннее физическое развитие и создание предпосылок (морфологических, физиологических, психологических, технических и др.) для специализированной подготовки в соответствии с особенностями конкретного вида спорта. Содержание специального периода должно обеспечивать дальнейшее укрепление всестороннего физического развития и здоровья, формирование двигательных качеств применительно к специфике вида спорта, совершенствование спортивной техники и тактики, психологическую подготовку, овладение необходимыми знаниями и опытом для успешной тренировочной деятельности и уча-

стие в соревнованиях. Специальный период предложено разделять на три этапа с учетом закономерностей преимущественного становления различных сторон спортивного мастерства в процессе многолетней подготовки. На первом этапе акцент делается на совершенствовании спортивной техники, базовой физической подготовленности, повышении способности к координации сложных движений и действий; на втором — на достижении высокого уровня специальной физической подготовленности, совершенствовании техники избранного вида спорта, специальной психологической подготовке; на третьем — на достижении высших спортивных результатов на основе рациональной периодизации годичной подготовки. Специфика видов спорта предопределяет возрастные границы различных периодов и этапов многолетней подготовки (табл. 1.1).

Взгляды ученых ГДР в этой области знаний были обобщены ведущим специалистом в области теории и методики подготовки спортсменов Дитрихом Харре (Харре, 1971; Harre, 1982). В соответствии с их убеждениями, спортивная тренировка — от новичка до рекордсмена — представляет собой единый процесс, который протекает по общим закономерностям развития спортивных достижений, иначе говоря, по закономерностям развития физических качеств (силы, выносливости, быстроты, гибкости и др.), спортивной моторики, интеллектуальных и психических способностей и качеств. Из этих закономерностей вытекает условное подразделение многолетнего процесса тренировки на две фазы. В первой фазе создаются основы спортивной работоспособности, всесторонние предпосылки для последующей подготовки к высшим достижениям. Во второй фазе спортсмен подводится к его личному рекорду (высшему достижению). В соответствии с этим в многолетней тренировке выделяются:

- тренировка в фазе становления спортсмена (базовая тренировка);
- тренировка к высшим достижениям.

Разделение процесса многолетней подготовки, который может охватывать период до 15 лет, позволяет упорядочить тренировочный процесс в отношении целей и задач, средств и методов, обеспечивает соблюдение закономерностей и принципов становления высшего спортивного мастерства в конкретном виде спорта с учетом возраста, в котором спортсмен начал заниматься спортом, оп-

ТАБЛИЦА 1.1 – Возрастные границы периодов и этапов многолетней подготовки в разных видах спорта (Озолин, 1970)

Виды спорта	Подготовительный период	Специальный период		
		Первый этап	Второй этап	Третий этап
Виды спорта, требующие прежде всего искусства в движениях без значительного проявления силы и выносливости (гимнастика художественная, фигурное катание на коньках, прыжки на лыжах, слалом, прыжки в воду)	7–11	12–14	15–16	С 17 лет
Виды спорта, требующие искусства движений при значительном проявлении силы и выносливости (гимнастика спортивная, акробатика, скоростной спуск, слалом-гигант и др.)	9–13	14–15	16–17	С 18 лет
Виды спорта, требующие проявления в значительной мере быстроты и силы (спринт, тяжелая атлетика, прыжки легкоатлетические и др.)	10–12	13–15	16–17	С 18 лет
Виды спорта, требующие проявления в значительной мере выносливости в продолжительной работе (лыжный, велосипедный, гребля, бег и др.)	12–15	16–17	18–19	С 20 лет
Виды спорта, требующие искусства движений при значительном проявлении быстроты, силы и выносливости (футбол, баскетбол, хоккей, бокс, борьба и др.)	10–13	14–15	16–17	С 18 лет
Плавание	5–8	9–12	13–14	С 15 лет

тимальной возрастной зоны для достижения высших результатов. Важным моментом рационально построенной многолетней подготовки является обеспечение за год-два до достижения возрастной зоны наивысших возможностей разносторонних предпосылок (биологических, технико-тактических, двигательных, психологических), а также спортивного результата на нижней границе международного уровня, что является необходимой основой для подготовки к рекордным достижениям (Harre, 1982).

Как и Н. Г. Озолин, Д. Харре приводит временные границы периодов базовой тренировки и тренировки к высшим достижениям, анализирует закономерности, принципы и факторы, определяющие цели, задачи и содержание тренировки в каждом из периодов. Четко определяются принципиальные различия тренировочного процесса в различных фазах. В фазе базовой подготовки закладываются основы спортивной работоспособности в большей мере общеподготовительными средствами, осваиваются и закрепляются основополагающие двигательные навыки, создается широкая двигательная основа, осваиваются основы тактики, приобретается соревновательный опыт. В фазе тренировки к высшим достижениям на основе приобретенной базовой подготовленности решаются задачи развития специальных двигательных качеств, технико-тактической, интеллектуальной и психической подготовки применительно к требованиям, обусловленным спецификой вида спорта и необходимостью обеспечения готовности к достижениям высокого уровня.

Обобщение представлений советской школы спорта по проблеме периодизации многолетней подготовки было осуществлено в фундаментальной монографии «Современная система спортивной подготовки» (1995), подготовленной коллективом ведущих специалистов уже после распада СССР. В разделе «Спортивная подготовка как многолетний процесс» главы «Построение процесса многолетней подготовки», написанной М. Я. Набатниковой и В. П. Филиным, одними из ведущих специалистов мира тех лет в области юношеского спорта, предложено процесс многолетней подготовки разделить на четыре этапа (табл. 1.2). Для каждого из этапов применительно к специфике видов спорта установлены возрастные границы (табл. 1.3).

Были определены основные методические положения, которые должны находиться в основе рационально построенной многолетней подготовки:

- единая педагогическая система, обеспечивающая преемственность задач, средств, методов и форм подготовки спортсменов различных возрастных групп;
- целевая направленность процесса подготовки спортсменов всех возрастных групп к высшему мастерству;
- оптимальное соотношение (соразмерность) различных сторон подготовленности спортсмена на различных этапах многолетнего совершенствования;
- неуклонный рост объема средств общей и специальной подготовки, соотношение между которыми постоянно изменяется: из года в год увеличивается доля средств специальной подготовки и соответственно уменьшается — общей;
- планомерный рост объема и интенсивности тренировочных и соревновательных нагрузок.

Каждый период очередного годового цикла должен начинаться и завершаться на более высоком уровне тренировочных нагрузок по сравнению с соответствующим периодом прошедшего года. В первые годы тренировочные нагрузки возрастают преимущественно за счет объема, а в последующие — в большей степени за счет интенсивности;

- постепенность наращивания тренировочных и соревновательных нагрузок, их соответствие биологическому возрасту и индивидуальным возможностям спортсменов на каждом этапе многолетнего совершенствования;

ТАБЛИЦА 1.2 – Модель-схема построения многолетней тренировки юных спортсменов (Набатникова, Филин, 1995)

Этап многолетней подготовки	Длительность этапа	Преимущественная направленность тренировки	Группа
Предварительной подготовки	3 года	Укрепление здоровья и улучшение физического развития Овладение основами техники выполнения физических упражнений Приобретение разносторонней физической подготовленности на основе занятий разными видами спорта Привитие интереса к занятиям спортом Воспитание волевых качеств Определение вида спорта для последующих занятий	Начальной подготовки
Начальной спортивной специализации	2 года	Достижение всесторонней физической и функциональной подготовленности. Овладение основами техники избранного вида спорта и других физических упражнений Воспитание основных физических качеств, приобретение соревновательного опыта путем участия в соревнованиях в разных видах спорта (на основе многоборной подготовки) Определение спортивных задатков и способностей (спортивная ориентация). Уточнение спортивной специализации	Учебно-тренировочная
Углубленной тренировки в избранном виде спорта	2–3 года	Совершенствование в технике избранного вида спорта Воспитание специальных физических качеств Повышение уровня функциональной подготовленности Накопление соревновательного опыта в избранном виде спорта	Учебно-тренировочная
Спортивного совершенствования	2–3 года	Совершенствование в технике избранного вида спорта Воспитание специальных физических качеств Повышение специальной подготовленности Освоение должных тренировочных нагрузок Достижение спортивных результатов, характерных для этапа первых больших успехов в данной специализации (норматива мастера спорта) Совершенствование соревновательного опыта	Спортивного совершенствования

- параллельное развитие физических качеств спортсменов на всех этапах многолетней подготовки и преимущественное развитие отдельных качеств в возрастные периоды, наиболее благоприятные для этого (Набатникова, Филин, 1995). Все эти положения ориентированы на планомерную многолетнюю подготовку к высшим достижениям, а основным критерием её эффективности является наивысший результат, достигнутый в оптимальных возрастных границах для данного вида спорта, т. е. в зоне оптимальных возможностей.

Следует отметить, что специалисты, серьезно разрабатывавшие систему многолетней подготовки, ограничивали её всесторонний анализ исключительно процессом подготовки к высшим достижениям в оптимальной для этого возрастной зоне и практически не подвергали анализу содержание тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в течение последующей карьеры, которая у отдельных спортсменов была весьма продолжительной, хотя актуальность проблемы констатировали. Например, Д. Харре (1971) отмечает, что после выхода спортсмена на уровень высших достижений «предусматривается дальнейшая цель — сохранять возможно дольше уровень и совершенствовать их». Однако анализа путей достижения этой цели он не приводит. Обобщая взгляды советских специалистов, М. Я. Набатникова и В. П. Филин (1995) выделяют возрастную зону поддержания результатов и соответствующую ей «стадию спортивного долголетия». Однако в зависимости от вида спорта эта зона ограничивается у мужчин возрастом 22–29 лет, у женщин — 19–27 лет, а методика подготовки спортсменов вообще не рассматривается. Анало-

ТАБЛИЦА 1.3 – Примерные возрастные границы этапов многолетней подготовки (Набатникова, Филин, 1995)

Вид спорта	Этап			
	предварительной подготовки, лет	начальной спортивной специализации, лет	углубленной тренировки в избранном виде спорта, лет	спортивного совершенствования, лет
Гимнастика спортивная	7–9 (м)	10–11	12–13	14 и старше
	6–8 (ж)	9–10	11–12	13 и старше
Плавание	7–9	10–11	12–13	14 и старше
Баскетбол	8–10	11–12	13–15	16 и старше
Футбол	8–10	11–12	13–15	16 и старше
Волейбол	9–11	12–13	14–16	17 и старше
Скоростной бег на коньках	9–11	12–13	14–15	16 и старше
Легкая атлетика	9–11	12–13	14–15	16 и старше
Лыжные гонки	9–11	12–13	14–15	16 и старше
Хоккей с шайбой	9–11	12–13	14–16	17 и старше
Бокс	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Борьба	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Велосипедный спорт	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Гребля академическая	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Гребля на байдарках и каноэ	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Стрельба пулевая	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Современное пятиборье	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Тяжелая атлетика	10–12	13–14	15–16	17 и старше
Фехтование	10–12	13–14	15–16	17 и старше

гичный подход характерен и для работ других специалистов тех лет, разрабатывавших проблему многолетней подготовки как в общетеоретическом плане, так и применительно к специфике подготовки в разных видах спорта.

Для такого ограничения были и объективные основания, обусловленные спецификой развития советского спорта, в значительной мере позаимствованной и спортом ряда восточноевропейских стран. В его основе лежала убежденность в том, что спорт высших достижений – это исключительно удел юных и молодых спортсменов. Это порождало постоянное стремление к поиску юных дарований на основе исключительной массовости детско-юношеского спорта, расширение и повышение эффективности деятельности детско-юношеских спортивных школ и школ-интернатов спортивного профиля, широкую сеть детско-юношеских соревнований и др. Одновременно ограничивались возможности для эффективной подготовки спортсменов высшей квалификации, перешедших возрастную диапозон 22–24 лет, которые уже считались бесперспективными с позиций подготовки к очередным Олимпийским играм. По отношению к этим спортсменам вводились ограничения в отношении материально-технического и организационного обеспечения их подготовки, и даже допуска к крупнейшим соревнованиям в пользу юных и, казалось бы, более перспективных, хотя и менее квалифицированных атлетов. Естественно, что это не могло не оказать влияния на деятельность специалистов, разрабатывавших научные основы многолетней подготовки и соответствующие программно-нормативные документы для организаций, ответственных за подготовку спортсменов. Однако такое положение подвергалось и вполне обоснованной критике как нарушающее основополагающие закономерности подготовки спортсменов,

а также стимулирующее форсированную подготовку юных спортсменов, лишаящую их возможности демонстрации действительно выдающихся результатов (Булгакова, 1976, 1986; Платонов, 1980, 1986; Чудинов, 1987).

В 1970-х годах специалисты ГДР провели широкомасштабный эксперимент, целью которого было определение эффективности ранней специализации и активной соревновательной деятельности в детском и подростковом возрасте, характерной для спорта возрастных групп США, на эффективность многолетней подготовки. Было установлено, что ранняя специализация и естественное в этом случае снижение внимания к разносторонней базовой подготовке приводит к успехам в соревнованиях детей и подростков, однако в дальнейшем отрицательно сказывается на уровне спортивных достижений, резко ограничивает продолжительность спортивной карьеры (Hafre, 1982).

К аналогичным выводам пришли и другие специалисты, обращавшие внимание на проблему ранней специализации, изучавшие связь между разносторонней базовой подготовкой и уровнем достижений спортсменов, продолжительностью их выступлений на уровне высших достижений (Carlson, 1988; Balyi, Hamilton, 2004; и др.). Обобщая результаты работ восточноевропейских специалистов, считавших недопустимыми раннюю специализацию и форсированную подготовку детей и подростков, Т. Бомпа и Г. Хэфф (Bompa, Haff, 2009) отмечают, что оптимальным возрастом начала занятий в большинстве видов спорта является 7–8-летний, до возраста 12–13 лет должна осуществляться разносторонняя подготовка на материале различных форм двигательной активности и видов спорта; после этого может определяться специализация и начинается специальная подготовка, продолжительность которой обычно составляет до 5–8 лет. В таком случае спортсмены достигают высшего спортивного мастерства и его стабильно демонстрируют в течение длительного времени. Ранняя специализация в возрасте 12–14 лет приводит к успеху в соревнованиях до возраста 17–18 лет и практически исключает успешную спортивную карьеру в более старшем возрасте.

В 1990-е и последующие годы ситуация изменилась и на пьедесталах почета чемпионатов мира и Олимпийских игр в легкой атлетике, гребле, биатлоне, лыжных гонках, в игровых видах спорта, единоборствах и даже в плавании массово появились спортсмены в возрасте 30–40 и более лет. Проиллюстрировать это легко, сославшись на имена наиболее выдающихся спортсменов последних десятилетий, добившихся первых крупных успехов на мировой спортивной арене в возрасте 18–24 лет и завершивших свою блестящую карьеру успешными выступлениями на чемпионатах мира и Олимпийских играх в возрасте 32–44 и, даже, 50 и более лет:

- гребля на байдарках и каноэ — Биргит Фишер, Каролина Брюнет, Жозефа Идем, Антонио Росси, Габор Харват и др.;
- гребля академическая — Лесли Томпсон, Элисабет Липэ, Констанца Бурчица, Елена Георгеску, Дойна Игнат, Стив Редгрейв, Джеймс Топ-кинс и др.;
- велосипедный спорт — Жанни Лонго, Лэнс Армстронг, Ян Ульрих, Вячеслав Екимов, Александр Винокуров;
- легкая атлетика — Карл Льюис, Хайке Дрекслер, Мерлин Отти, Франки Дитч, Сергей Бубка, Виргилиус Алекны и др.;
- плавание — Владимир Сальников, Дара Торрес, Марк Фостер, Джейсон Лезак, Александр Попов, Тереза Ольсхаммар и др.;
- фехтование — Джованна Трилини, Валентина Ваццали, Светлана Бойко, Сальваторе Санцо, Александр Романьков, Георгий Погосов, Павел Колобков и др.;
- биатлон — Уши Дизль, Катрин Апель, Тура Бергер, Ольга Медведцева, Анна Зидек, Халвар Хоневольд, Уле-Эйнар Бьерндален, Рико Гросс, Свен Фишер и др.;

- лыжные гонки — Бьерген Марит, Айно-Кайса Сааринен, Клаудия Ньюстад, Кристина Шмигун, Фруде Эстиль, Бьерн Линд, Пьетро Пиллер Коттрер и др.;
- бобслей — Кристоф Ланген, Маркус Цимерман, Кевин Куске, Томас Флоршюц, Карстен Эмбах и др.;
- санный спорт — Армин Цогглер, Патрик Лайтнер, Силке Отто, Зильке Краусхар-Пилах и др. Даже в мужской спортивной гимнастике у большей части спортсменов выступления на высшем уровне охватывают промежуток в 6—10, а иногда и более лет и завершаются в возрасте 27—31 года и иногда (Жюри Кеки, Йордан Йовчев) — 35—37 лет.

Резкое увеличение в последние годы продолжительности спортивной карьеры спортсменов высокого класса обусловлено многими факторами. Конечно, это коммерциализация современного спорта, превращение занятий спортом и выступлений в соревнованиях в профессию, достижения в которой нередко оплачиваются значительно лучше, чем во многих других. Это и резко возросшая политическая значимость достижений, в основном на олимпийской арене, и создание в этой связи государствами условий для эффективной подготовки спортсменов и стимуляции их труда. В итоге спортсмены стали значительно серьезнее относиться к собственной подготовке, своему образу жизни и состоянию здоровья. Огромное влияние оказало развитие спортивной науки, предоставившей в распоряжение тренеров и спортсменов современные технологии формирования и сохранения высшего спортивного мастерства. Следует отметить и достижения спортивной медицины в области профилактики и лечения травм и профессиональных заболеваний. Свою роль в этом деле, несомненно, сыграло совершенствование календаря соревнований, нацеленность спортсменов на подготовку и выступления в наиболее крупных и престижных соревнованиях.

Важную роль сыграло и изучение опыта профессионального спорта (шоссейные велогонки, бейсбол, американский футбол, баскетбол), для которого возраст 30—35 лет считался возрастом расцвета спортивной карьеры. В 1950—1970-х годах период выступлений на высшем уровне для большинства спортсменов ограничивался очень непродолжительным временем: для многих ярчайшие победы на Олимпийских играх, серии мировых рекордов ограничивались одним-двумя годами, а 22—23-летние спортсмены считались уже бесперспективными, что не могло не влиять на психологическое состояние спортсменов, достигших высших результатов и решающих для себя вопрос о продолжении или прекращении карьеры. В последние же десятилетия резко расширились представления о временных границах зоны наивысших результатов и оптимальном возрасте для их достижения, что серьезно повлияло на атмосферу современного спорта. Действительно, выступления многих спортсменов на высшем уровне в течение 8—12 лет, а иногда и значительно дольше — до 20 и более лет — являются серьезным ориентиром для молодежи, достигшей высоких результатов, а также тренеров и спортивных чиновников.

Вполне естественно, что знания в области теории и методики периодизации многолетней подготовки спортсменов, ориентированные лишь на ту её часть, которая связана со становлением спортивного мастерства лишь до выхода на уровень высших достижений, не соответствуют современному состоянию спорта высших достижений. Закономерности и принципы рациональной многолетней подготовки, ориентированные лишь на достижение наивысших результатов к началу оптимальной возрастной зоны, и вытекающие из них правила и методические положения не могут в достаточной мере соответствовать требованиям рациональной подготовки спортсменов в течение длительного периода их спортивной карьеры, наступающего уже после выхода на уровень высших достижений, а в ряде случаев могут отрицательным образом сказаться не только на эффективности подготовки, но и на здоровье спортсменов.

Исследования последних лет (Платонов, 2015, 2021) убедительно показали, что в течение 10–12-летнего, а иногда и более продолжительного, периода подготовки от начала занятий спортом до выхода на уровень высших достижений спортсмен планомерно выполняет огромные объемы работы, включая 2–4-летний период подготовки к высшим достижениям, характеризуются предельными тренировочными нагрузками. В течение этого времени подавляющее большинство спортсменов полностью используют адаптационный ресурс мышечной и энергетических систем. Поэтому дальнейшее продолжение столь напряженной тренировки без принципиального изменения ее направленности не только бесполезно в отношении роста спортивного мастерства, но и является серьезным риском перенапряжения функциональных систем и перетренированности, преждевременного окончания собственной карьеры.

В современной многолетней подготовке четко просматриваются две принципиально разные части или стадии. В первой из них осуществляется планомерная многолетняя подготовка спортсменов от начала занятий спортом до достижения наивысших результатов в соответствии с уже всесторонне обоснованной системой знаний в области её периодизации. Всё содержание подготовки в этой части может и должно быть подчинено созданию условий для полной реализации задатков и способностей спортсменов в оптимальной для конкретного вида спорта возрастной зоне, устранению причин, способных нарушить закономерный ход этого процесса.

Совсем иная ситуация складывается со спортсменами, вышедшими на уровень высших достижений, достигшими успеха на международной спортивной арене. У этих спортсменов на первый план выходит уже не планомерная подготовка к демонстрации наивысших результатов, а эксплуатация достигнутого уровня спортивного мастерства в многочисленных соревнованиях. В этом заинтересованы организации, проводящие соревнования, спортивные федерации, организации, в которых готовится спортсмен, его спонсоры, тренеры да и сам спортсмен. Поэтому вся система многолетней подготовки в этой её стадии — поиск компромисса между активной соревновательной деятельностью и эффективной подготовкой к ней.

Продолжительность этой стадии у многих спортсменов, как уже было показано, может достигать 10–15 лет, часто превышая продолжительность первой стадии.

Однако разработка этой важнейшей части теории периодизации многолетней подготовки не получила должного развития даже в тех странах, спортсмены которых добились в последние годы впечатляющих успехов на мировой и олимпийской спортивных аренах. В большинстве случаев специалисты этих стран удовлетворились использованием достижений восточноевропейской спортивной науки в области периодизации многолетней подготовки применительно к особенностям современного спорта, что можно подтвердить большим количеством примеров из спорта Китая и некоторых стран Запада. Такой подход проявился как в практике подготовки спортсменов к крупнейшим соревнованиям, в том числе и к Олимпийским играм, так и в современных научных разработках в области спортивной подготовки. Проиллюстрируем это несколькими характерными примерами.

Видный специалист из Великобритании Дейв Дей оценивает с позиций требований современного спорта систему многолетней подготовки и многоступенчатого отбора спортсменов в бывших СССР и ГДР как «идеальную модель идентификации и развития таланта», опирающуюся на строгий научный подход, широкое использование объективных методов оценки потенциальных возможностей спортсмена и управления их развитием. Характеризируя явные преимущества этой модели, как приводящей к высокой эффективности при ограниченных ресурсах, Д. Дей отмечает, что она легла в основу Программы Долгосрочного развития атлета, принятой в Великобритании для максимального развития спортивного потенциала. В основе модели понимание того, что для достижения макси-

мальных результатов талантливым атлетам требуется 8–12 лет подготовки с общим объемом работы около десяти тысяч часов. При этом весь процесс многолетней подготовки должен быть строго структурирован и ориентирован на достижение элитного уровня в конце этого периода, исключать форсированную подготовку и проблемы, связанные с ранней специализацией и участием в соревнованиях на ранних этапах многолетней подготовки (Day, 2011). Реализация этой модели, как мы видим, привела спортсменов Великобритании к впечатляющему прогрессу на Играх Олимпиад: если на Играх 1996 г. в Атланте они довольствовались одной золотой медалью, то на Играх 2008 г. таких наград было уже 19, а на Играх 2012 г. – 29.

Обобщив современные представления в области периодизации многолетней подготовки специалистов США (Drabik, 1996; Balyi, Hamilton, 2004; Siff, 2003; Charness et al., 2006; Dick, 2007; Stone et al., 2007; и др.), а также ряда экспертов из других стран (Harre, 1982; Hartmann, Tünnemann, 1989), С. Плиск с соавт. (Plisk et al., 2008) рекомендует выделять в системе многолетней подготовки пять двух-летних этапов.

- Годы 1–2 – фундаментальной (базовой) подготовки (разносторонняя физическая подготовка и изучение основ техники на основе широкого использования игрового метода).
- Годы 3–4 – предварительной подготовки (базовая, соответствующая специфике вида спорта, техническая и физическая подготовка).
- Годы 5–6 – промежуточной тренировки (продолжение работы над совершенствованием техники и развитием двигательных качеств на фоне планомерно возрастающих нагрузок).
- Годы 7–8 – углубленной тренировки (становление техники и тактики, специальная разносторонняя физическая подготовка в соответствии с требованиями соревновательной деятельности).
- Годы 9–10 – тренировки к высшим достижениям (доведение до высшего уровня технико-тактического мастерства и физической подготовленности, обеспечивающего успех в соревнованиях).

Такая периодизация многолетней подготовки, по мнению авторов, обеспечивает планомерное становление спортивного мастерства в строгом соответствии с особенностями возрастного развития занимающихся и принципами спортивной тренировки, не допускает форсирования подготовки (Plisk et al., 2008).

Специалистами США (Avischious et al., 1999) применительно к плаванию была предложена модель многолетней подготовки, включающая следующие этапы:

- начальной подготовки (6–9 лет);
- предварительного спортивного совершенствования (9–12 лет);
- спортивного совершенствования (12–14 лет);
- спортивного мастерства (14–20 лет);
- наивысшего мастерства (17–24 года).

Я. Олбрехт в вышедшей в 2007 г. книге под названием «Наука побеждать. Планирование, периодизация и оптимизация тренировки в плавании» (Olbrecht, 2007) в многолетней подготовке пловцов рекомендует выделять три этапа:

- базовой тренировки – 3–4 года (10–12 лет);
- развивающей тренировки – 2–3 года (14–16 лет);
- тренировки высшего уровня – 2–4 года (17–19 лет).

Весь процесс планирования многолетней подготовки пловцов автор формирует в восьмилетний стандартный план, завершающийся 20-летним возрастом пловцов. Создается впечатление, что эти рекомендации построены на материале практического опыта 1950–1970-х годов. Однако они полностью противоречат реалиям современного плавания, в котором тренировка на высшем уровне у

подавляющего большинства пловцов охватывает возрастной диапазон с 17–19 до 26–27, а у многих из них – до 30–32 и более лет.

Значительное количество работ по проблеме многолетней подготовки спортсменов опубликовано в последние годы. Однако выполнены они в духе традиционных представлений, сводящих многолетнюю подготовку лишь к её первой стадии – от начала занятий спортом до выхода спортсменов на уровень высших достижений. Например, модель многолетней подготовки, рекомендуемая специалистами (Williams et al., 2014), включает следующие этапы, связанные с возрастом спортсменов:

- возраст 6–12 лет – разнообразная двигательная деятельность, поощрение участия в различных соревнованиях без определения четкой специализации;
- возраст 13–15 лет – уменьшение разнообразия двигательной деятельности, концентрация внимания на специализации в конкретном виде спорта;
- возраст 16 лет и старше – узкая специализация в конкретном виде, обеспечивающая достижение наивысшего результата.

На основе обобщения материала специальной литературы и опыта практики австралийский специалист Г. Хэфф предложил теоретическую модель периодизации многолетней подготовки (рис. 1.1). Однако и в этом случае мы сталкиваемся лишь с повторением устоявшихся представлений, отражающих только структуру и содержание подготовки к высшим достижениям.

На фоне тиражирования устаревших представлений в области периодизации многолетней подготовки исключением являются рекомендации Американской ассоциации тренеров по плаванию, согласно которым в многолетней подготовке выделяются пять этапов: предварительной подготовки, базовой подготовки, специализированной подготовки, наивысшей результативности, поддержания наивысшей результативности (табл. 1.4).

На этапе **предварительной подготовки** решаются задачи обучения технике плавания всеми способами, изучения техники поворотов и преодоления подводных отрезков, развития стремления к соревнованиям, развития гибкости, аэробных возможностей, устойчивости, равновесия. Широкое использование игрового метода, разнообразие тренировочных средств и большой объем работы аэробного характера – отличительные особенности тренировки на этом этапе.



РИСУНОК 1.1 – Теоретическая модель построения многолетней подготовки (Haff, 2014)

ТАБЛИЦА 1.4 – Этапы многолетней подготовки пловцов (рекомендации Американской ассоциации тренеров по плаванию)

Пловцы	Этап, возраст				
	Предварительной подготовки	Базовой подготовки	Специализированной подготовки	Наивысшей результативности	Поддержания наивысшей результативности
Женщины-спринтеры	8–10	10–12	12–17	17–20	20 и больше
Женщины-стайеры	8–10	10–12	12–16	16–18	18 и больше
Мужчины-спринтеры	8–10	10–13	13–18	18–22	22 и больше
Мужчины-стайеры	8–10	10–13	13–17	17–20	20 и больше

На этапе **базовой подготовки** осуществляется углубленное изучение техники плавания разными способами, выявление способностей к достижениям в конкретном способе плавания и на конкретных дистанциях, развитие аэробных и аэробно-анаэробных возможностей, развитие скоростных и координационных качеств при небольшом объеме работы, направленной на развитие базовой силы. Разнообразие технической подготовки и большой объем работы аэробной направленности – основные черты этого этапа.

На этапе **специализированной подготовки** осуществляются углубленное техническое совершенствование в способе плавания, избранном в качестве предмета специализации, индивидуализация техники, разработка технико-тактических схем, развитие аэробно-анаэробных и анаэробных возможностей, базовой силы, поддержание достигнутого уровня гибкости. Определенный объем работы направлен на развитие специальной силы, скоростных качеств, специальной выносливости. Большой объем и разнообразие средств специальной и базовой подготовки – основная особенность тренировки на этом этапе.

На этапе **наивысшей результативности** решаются задачи совершенствования и стабилизации техники избранного способа плавания, совершенствования техники поворотов, преодоления подводных отрезков дистанции, технико-тактических схем. Для этого этапа характерен максимальный объем работы, направленной на развитие специальной силы, скоростных качеств, специальной выносливости, отработку моделей соревновательной деятельности, поддержание гибкости. Максимальные специализированные нагрузки, разнообразие средств специальной подготовки – характерные особенности тренировки на этом этапе.

На этапе **поддержания наивысшей результативности** стараются сохранить ранее достигнутый уровень техники плавания избранным способом, техники поворотов и подводного плавания, тактические навыки, силовые качества, выносливость, скоростные качества, гибкость. Для этого этапа характерны снижение объема тренировочной работы и суммарной нагрузки, некоторое повышение интенсивности работы, усиленное внимание к профилактике травм и сохранению здоровья.

Однако и в этом документе мы видим лишь констатацию факта о необходимости введения в системе многолетней подготовки этапа поддержания наивысшей результативности. Никаких конкретных рекомендаций по его структуре и содержанию не приводится. Однако абсолютно очевидно, что по важнейшим характеристикам тренировочного процесса этот этап должен радикально отличаться от предыдущего.

С таким же положением мы сталкиваемся и при анализе содержания одной из крупных работ, непосредственно посвященных проблеме многолетней подготовки спортсменов – «Многолетнее совершенствование спортсменов» (рис. 1.2). Как видим, авторы этой книги многолетнюю подготовку рекомендуют разделить на три продолжительных периода – начальный, средний и заключительный

Периоды	Начальный		Средний		Заключительный
	1	2	3	4	
Этапы	Общая подготовка	Начальная техническая подготовка	Совершенствование спортивного мастерства		Высшая квалификация
Уровень	Новички				
Задачи	Начальная подготовка		Специальная подготовка	Совершенствование мастерства	Поддержание причастности к спорту

РИСУНОК 1.2 – Структура многолетней подготовки (Balyi et al., 2013)

с разделением на этапы и определением задач для каждого из них. Однако и здесь мы сталкиваемся только с выделением заключительного периода без какого-либо анализа его структуры и содержания, а лишь с туманной констатацией задачи — «поддержание причастности к спорту».

Одной из последних значительных работ в области теории и методики спортивной подготовки явилась книга видного американского специалиста Клайва Брюэра «Athletic Movement Skills» (Brewer, 2017), в которой он раскрыл содержание 10-летней подготовки спортсменов от начала занятий спортом до побед в крупных соревнованиях, разделив её на пять этапов, обеспечивающих планомерное развитие спортсмена. В книге подробно и профессионально раскрыты особенности подготовки детей, подростков, юношей и девушек. Однако содержание подготовки, как и во многих других работах, ограничивается возрастом 18–20 лет. А то, что в этом возрасте только и начинается успешная спортивная карьера большинства спортсменов, выпало из поля интересов автора, как и содержание многолетней последующей подготовки и соревновательной деятельности.

Таким образом, становится очевидным, что несмотря на реалии современного спорта, в специальной литературе практически отсутствует изложение научных основ и практических рекомендаций в отношении той части многолетней подготовки, которая наступает после выхода спортсмена на уровень высших достижений. Поэтому для приведения системы знаний в соответствие с требованиями современного спорта целесообразно ввести такое понятие, как мегаструктура процесса подготовки спортсменов с выделением в ней двух стадий и ряда этапов: **стадия становления высшего спортивного мастерства** (8–12 лет), включающая четыре этапа — **начальной подготовки, предварительной базовой подготовки, специализированной базовой подготовки, подготовки к высшим достижениям**; **стадия развития и реализации высшего спортивного мастерства** (от 2–3 до 10–15 и более лет), также с четырьмя этапами — **максимальной реализации индивидуальных возможностей, сохранения высшего спортивного мастерства, постепенного снижения достижений, ухода из спорта высших достижений**.

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ПЕРИОДИЗАЦИИ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ И РАЗВИТИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ

Стадии многолетней подготовки

Процесс многолетней подготовки спортсменов на современном этапе развития спорта может быть разделен на две продолжительные стадии, для каждой из которых существуют объективные критерии эффективности подготовки и организационно-методические формы построения тренировочного процесса (рис. 2.1).

Первая стадия охватывает период от начала занятий спортом до выхода спортсмена на уровень высших достижений.

Критериями эффективности подготовки спортсменов в этой стадии являются соблюдение закономерностей становления высшего спортивного мастерства в системе многолетней подготовки, выход на уровень высших достижений в нижней границе оптимальной для конкретного вида спорта возрастной зоны.

Стадия становления высшего спортивного мастерства (8—12 лет)
Этапы:
Предварительной базовой подготовки
Начальной подготовки
Специализированной базовой подготовки
Подготовки к высшим достижениям
Стадия развития и реализации высшего спортивного мастерства (от 2—3 до 10—15 и более лет)
Этапы:
Максимальной реализации индивидуальных возможностей
Сохранения высшего спортивного мастерства
Постепенного снижения достижений

РИСУНОК 2.1 – Элементы мегаструктуры подготовки спортсменов

Никакие внешние факторы не должны нарушать рационально построенный процесс многолетней подготовки. Прежде всего здесь должно быть полностью устранено стремление к достижениям в детско-юношеских соревнованиях путем ранней специализации и применения объемов работы, средств и организационных форм подготовки, характерных для взрослых спортсменов высокого класса.

Первая стадия многолетней подготовки подразделяется на четыре этапа:

- начальной подготовки;
- предварительной базовой подготовки;
- специализированной базовой подготовки;
- подготовки к высшим достижениям.

Заканчивается эта стадия выходом спортсмена на уровень высших достижений, демонстрацией результатов международного уровня. Часто успешное завершение этой части определяется достижением «первых больших успехов». При рациональной подготовке в этой стадии спортсмен достигает высокого уровня мастерства, и в то же время сохраняет значительные резервы для дальнейшего спортивного совершенствования и роста результатов.

Продолжительность первой стадии достаточно стабильна и в разных видах спорта составляет от 7–8 до 9–10 лет у женщин и от 7–8 до 10–12 лет — у мужчин. Уменьшение продолжительности подготовки в этой стадии, обычно не более чем на 1–2 года, как правило, обусловлено индивидуальными темпами возрастного развития спортсмена, их явной одаренностью к занятиям конкретным видом спорта, высокой реактивностью функциональных систем, их повышенной способностью к адаптационным перестройкам и, естественно, методикой тренировки. Увеличение продолжительности тренировки в этой стадии, которое может достигать 2–3 и более лет, обычно связано с ранним началом занятий спортом и большой продолжительностью этапов начальной и предварительной базовой подготовки, замедлением процесса возрастного развития, невысоким темпом протекания адаптационных перестроек как реакции на применяемые тренировочные и соревновательные нагрузки, а также спецификой отдельных видов спорта.

Вторая стадия охватывает период от выхода спортсмена на уровень высших достижений до окончания спортивной карьеры. Спортсмены, приступившие к этой стадии многолетней подготовки, уже отличаются высоким уровнем спортивного мастерства, занимают определенное место в мировом рейтинге, входят в состав различных сборных команд, становятся привлекательными для средств массовой информации, зрителей, спонсоров, представителей спортивных федераций и других спортивных организаций, организаторов спортивных соревнований. Поэтому вполне естественно, что основным критерием успешной подготовки в этой стадии выступает интенсивная и успешная соревновательная деятельность, способность спортсмена сочетать участие в большом количестве соревнований с рациональной подготовкой, обеспечить дальнейший рост спортивных результатов, сохранение в течение длительного времени уровня спортивного мастерства и соревновательной результативности.

Продолжительность второй стадии многолетней подготовки может колебаться в исключительно широком диапазоне — от 2–3 до 15–20 и более лет, что зависит от большого количества различных факторов спортивно-педагогического, психологического, медицинского и социального порядка.

Умение построить тренировочный процесс в различные годы выступлений на высшем уровне так, чтобы наиболее успешно использовать сохранившиеся адаптационные резервы и одновременно не предъявлять предельных требований к функциональным системам и механизмам, адаптационный ресурс которых исчерпан в предыдущие годы, является основным резервом для сохранения высокоэффективной соревновательной деятельности в течение ряда лет. В последние годы стало очевидным,

что при рациональном построении подготовки в этой стадии можно добиваться побед и в возрасте, который далеко выходит за границы оптимального. Это привело к тому, что, несмотря на огромные нагрузки современного спорта, острейшую конкуренцию в крупнейших международных соревнованиях, многие спортсмены довольно солидного возраста выступают на высочайшем уровне.

Индивидуальные особенности спортсменов и методика тренировки накладывают яркий отпечаток на показатели продолжительности тренировки, необходимые объемы тренировочной работы, длительность поддержания уровня адаптации, соответствующего высшим спортивным достижениям. Практика изобилует случаями, когда отдельным спортсменам требовалось в 1,5–2 раза меньше или больше времени по сравнению со средними данными для достижения результатов мастера спорта или мастера спорта международного класса, выигрыша чемпионатов Европы, мира, Олимпийских игр, установления мировых рекордов. Столь же существенные отклонения от средних величин отмечаются и в показателях объемов тренировочной работы, продолжительности сохранения адаптации, обеспечивающей достижения на высшем уровне. Однако частные случаи, связанные прежде всего с индивидуальными особенностями конкретного спортсмена, ни в коей мере не отрицают наличия четко выраженных общих закономерностей многолетнего формирования и сохранения долговременной адаптации, обеспечивающей выступления на уровне высших достижений.

Говоря о продолжительности выступлений спортсменов на высшем уровне, было бы неверно все сводить только к методике подготовки, специфике вида спорта, индивидуальным психологическим и биологическим возможностям конкретного спортсмена. Огромную роль здесь играют социальные факторы, уровень медицинского обеспечения спортсменов, отношение к спортсменам старшего возраста со стороны тренеров и руководителей.

Для более полноценной оценки биологического и психического ресурса выдающихся спортсменов имеет смысл обратиться к опыту профессионального спорта, условия которого заставляют руководителей клубов, тренеров, врачей, менеджеров и самих спортсменов самым серьезным образом, в высшей степени эффективно решать вопросы медицинского обеспечения и социальной защищенности спортсмена. В профессиональном спорте не стоит также вопрос искусственного омоложения команд, каких-либо ограничений для спортсменов в связи с возрастом. Все это приводит к тому, что период выступлений на высшем уровне оказывается продолжительным, в отдельных случаях — до 15–25 и более лет. И это несмотря на большую, в целом, конкуренцию, высокий уровень достижений отдельных спортсменов и команд в подавляющем большинстве видов спорта, нацеленность профессионального спорта вести борьбу на грани риска.

Во второй стадии многолетней подготовки следует выделять три этапа:

- максимальной реализации индивидуальных возможностей;
- сохранения достижений;
- постепенного снижения результатов.

Передовая мировая практика последних лет привела к тому, что специалисты ряда стран мира акцентировали особое внимание на необходимости выделения ещё одного этапа в системе многолетнего совершенствования спортсменов, были сформированы и реализуются соответствующие программы. Речь идет о включении в систему многолетней подготовки этапа ухода из спорта высших достижений. Задачи этого этапа уже не связаны с достижением высоких спортивных результатов и участием в соревнованиях, а предусматривают создание условий для эффективной деадаптации организма спортсмена, прежде всего его сердечно-сосудистой системы, до уровня, обеспечивающего здоровье и полноценную в физическом отношении дальнейшую жизнь. Параллельно завершается процесс социальной и трудовой адаптации, предпосылки для успешного протекания которого долж-

ны быть заложены на более ранних этапах спортивной карьеры, в частности в той части, которая относится к выбору профессии, образованию, мотивации, образу жизни.

Разделение первых трех этапов второй стадии многолетней подготовки в значительной мере условно, каждый из них плавно переходит в последующий и четкой границы между ними не существует, так как вся система многолетнего совершенствования спортсмена является единым процессом становления высшего спортивного мастерства и его реализации в системе соревнований. Однако представленное деление позволяет систематизировать процесс подготовки, подчинить его закономерностям формирования и реализации спортивного мастерства с учетом особенностей возрастного развития и пола спортсменов, специфики вида спорта, материально-технических и социальных условий.

На продолжительность этапа максимальной реализации индивидуальных возможностей оказывают влияние различные факторы. В их числе величина нагрузок, суммарный объем работы и особенности применяемых тренировочных средств на предыдущих этапах многолетнего совершенствования; величина сохранившихся функциональных резервов и адаптационных ресурсов, рациональная и гибкая методика подготовки, ориентированная на изыскание средств и методов, способных стимулировать дальнейший рост мастерства, состояние здоровья, психическая готовность к продолжению напряженной подготовки и др. При прочих равных условиях, спортсмены, которые вышли на уровень высших достижений за счет разносторонней подготовки, относительно небольшого суммарного объема работы и при отсутствии элементов форсирования подготовки в подростковом и юношеском возрасте значительно более предрасположены к успешной и продолжительной спортивной карьере на этом этапе многолетнего совершенствования по сравнению со спортсменами, подготовка которых не отличалась такими особенностями.

Возрастные границы этапов многолетней подготовки

Достаточно всесторонне в научном и практическом отношении разработана система подготовки спортсменов в течение первых четырех этапов многолетнего совершенствования — начальной подготовки, предварительной базовой и специализированной базовой подготовки и подготовки к высшим достижениям. Что касается системы подготовки в течение остальных четырех этапов (максимальной реализации индивидуальных возможностей, сохранения высшего спортивного мастерства, постепенного снижения достижений и ухода из спорта высших достижений), то она изучена явно недостаточно, и основной объем знаний здесь накоплен в результате практического опыта многих выдающихся спортсменов, оказавшихся способными продемонстрировать высший уровень спортивного мастерства в течение многих лет, одерживая убедительные победы на мировой и олимпийской аренах в возрасте 30–40 лет, а иногда и более старшем.

Продление периода выступлений выдающихся спортсменов на высшем уровне превратилось в современном спорте в одну из наиболее актуальных проблем их подготовки и соревновательной деятельности. Здесь остро проявились те же процессы, которые характерны для профессионального спорта, популярность и притягательность которого связана с наличием ярких и длительно выступающих спортсменов высшего класса. Сегодня и в олимпийском спорте хорошо осознано, что основные политические дивиденды и экономические преимущества связаны с достижениями не молодых, малоизвестных спортсменов, которые впервые стали чемпионами мира или Олимпийских игр, а с хорошо известными, уже длительное время выступающими спортсменами. Именно эти спортсмены и их выступления привлекают наибольшее внимание спонсоров, средств массовой информации, государственных и политических деятелей.

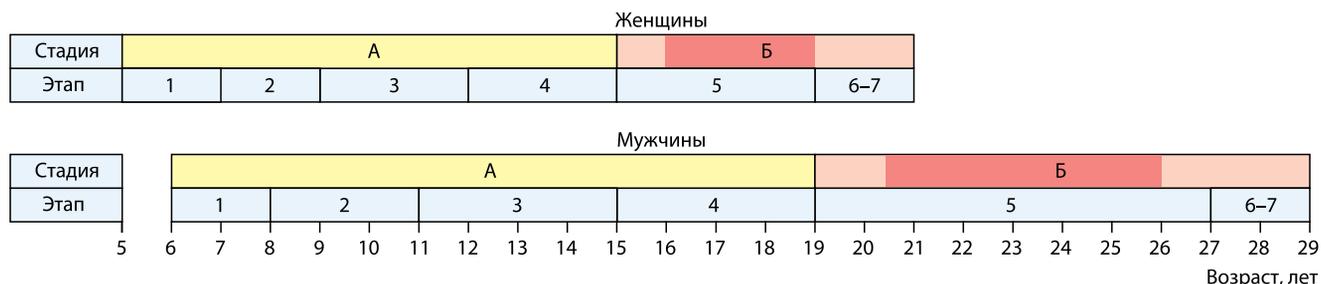


РИСУНОК 2.2 – Структура многолетней подготовки в гимнастике спортивной. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. ■ – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

Сами спортсмены также хорошо уяснили, что длительное сохранение и повышение достигнутого спортивного мастерства сегодня стало залогом не только их популярности, но и материального благополучия. Поняли это и руководители спортивных федераций, и тренеры, и спортивные врачи, и другие специалисты, стабильность и материальное положение которых также стали зависеть от продолжительности выступлений и популярности спортсменов.

Все это требует всесторонней разработки проблемы построения подготовки во второй стадии процесса многолетнего совершенствования. Необходимо глубокое изучение передовой спортивной практики, широкое использование закономерностей различных смежных дисциплин и подходов как биологического, так и социально-психологического порядка, расширение и уточнение специфических принципов спортивной подготовки и вытекающих из них методических положений, установок и правил.

На рисунках 2.2–2.8 представлены средние данные, отражающие структуру многолетней подготовки спортсменов, добившихся результатов на мировой и олимпийской аренах в течение последних десятилетий в условиях постоянно возрастающей популярности спорта, его интенсивной профессионализации и коммерциализации, обострения борьбы за награды в крупнейших соревнованиях, особенно на Олимпийских играх и чемпионатах мира. Приведенные данные демонстрируют резко возросшую за последние десятилетия продолжительность спортивной карьеры в разных видах спорта (за исключением спортивной гимнастики, в основном женской). Во многих случаях вторая стадия многолетней подготовки (развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства) существенно превысила продолжительность первой стадии (становления высшего спортивного мастерства).

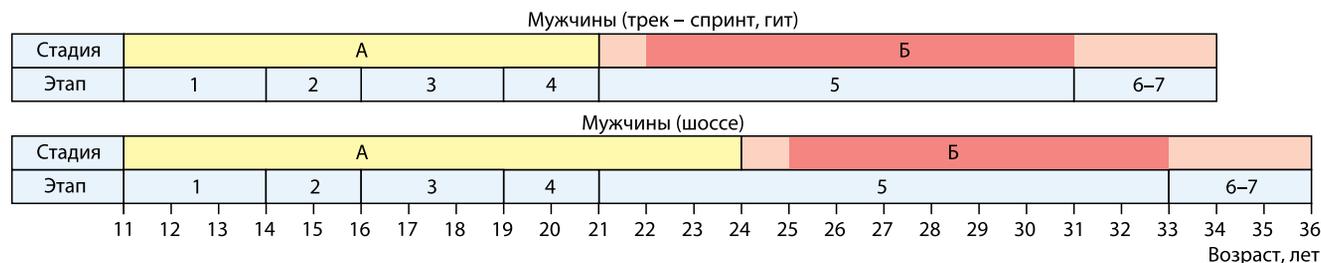


РИСУНОК 2.3 – Структура многолетней подготовки в велосипедном спорте. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. ■ – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

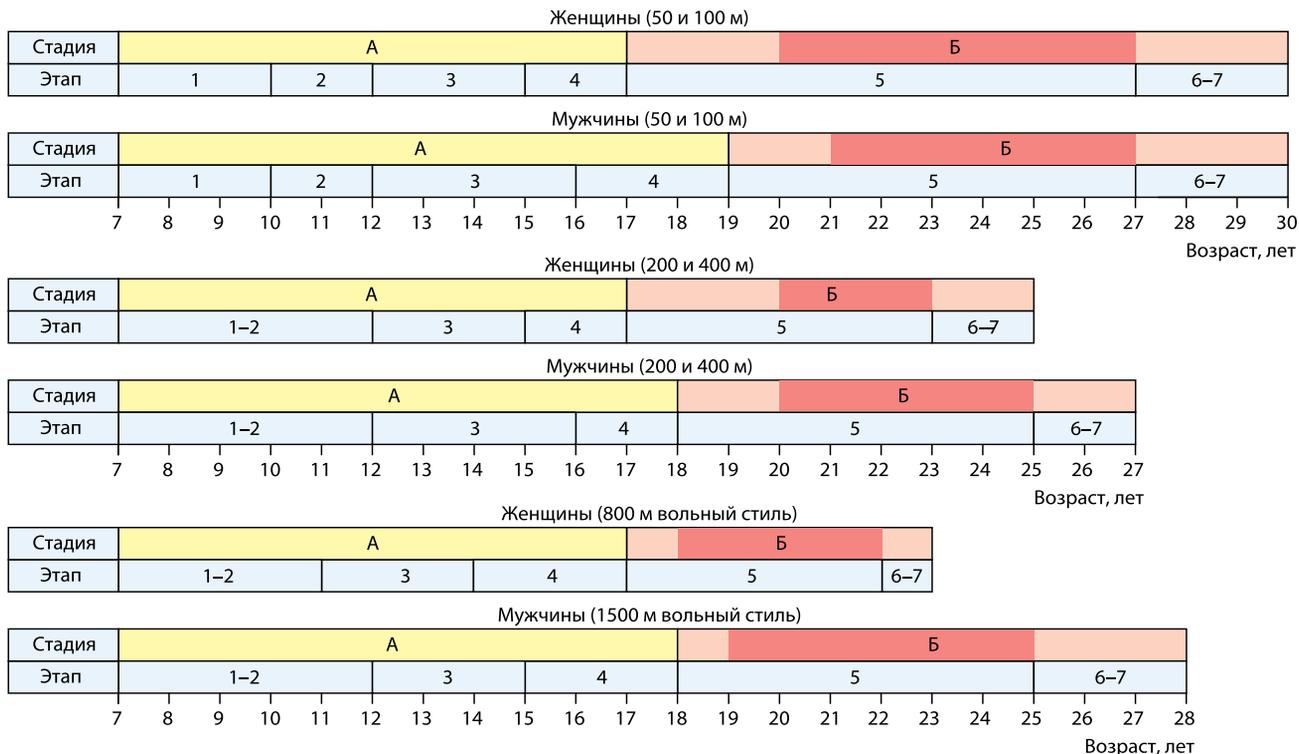


РИСУНОК 2.4 – Структура многолетней подготовки в плавании. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

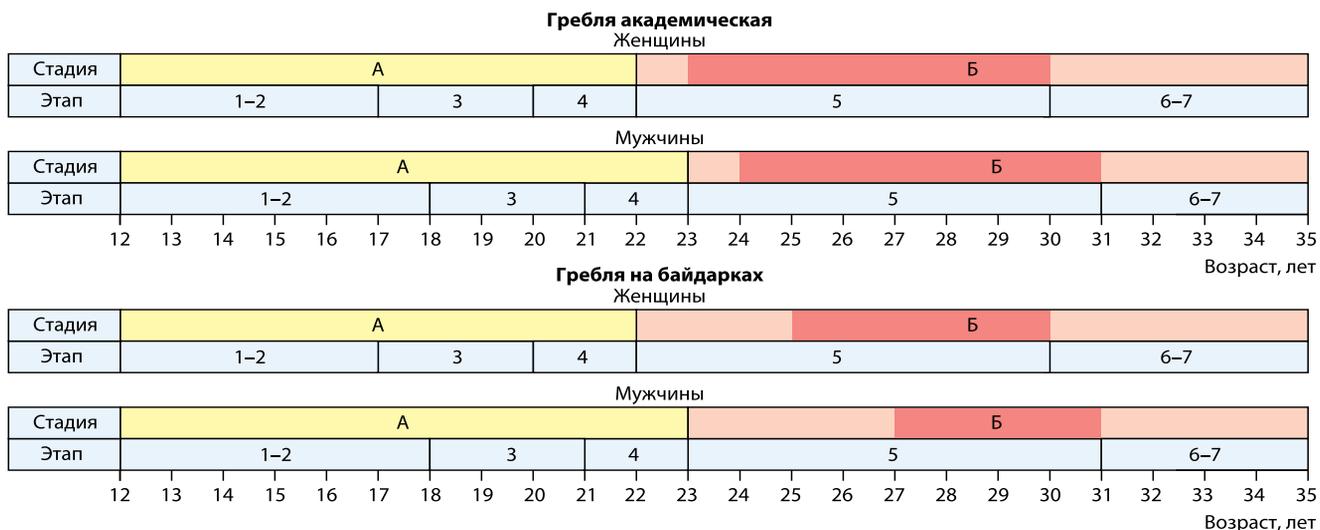


РИСУНОК 2.5 – Структура многолетней подготовки в гребле академической и гребле на байдарках. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

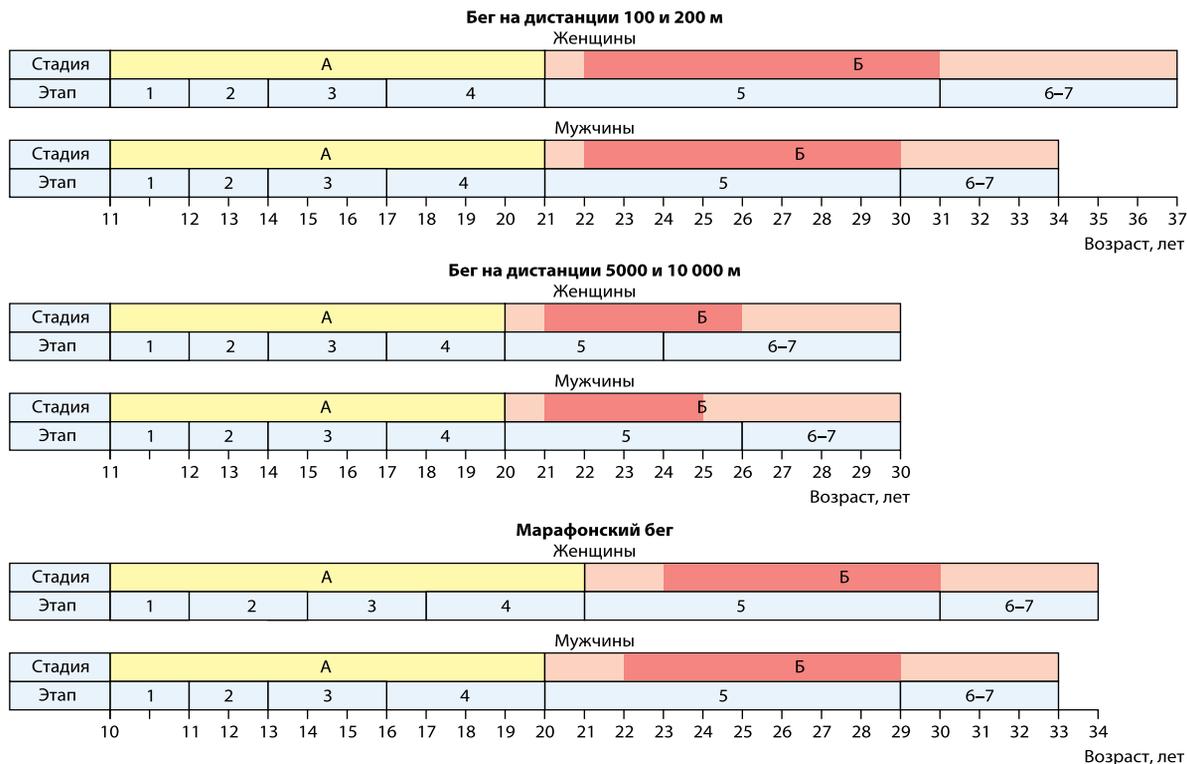


РИСУНОК 2.6 – Структура многолетней подготовки в беговых видах легкой атлетики. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

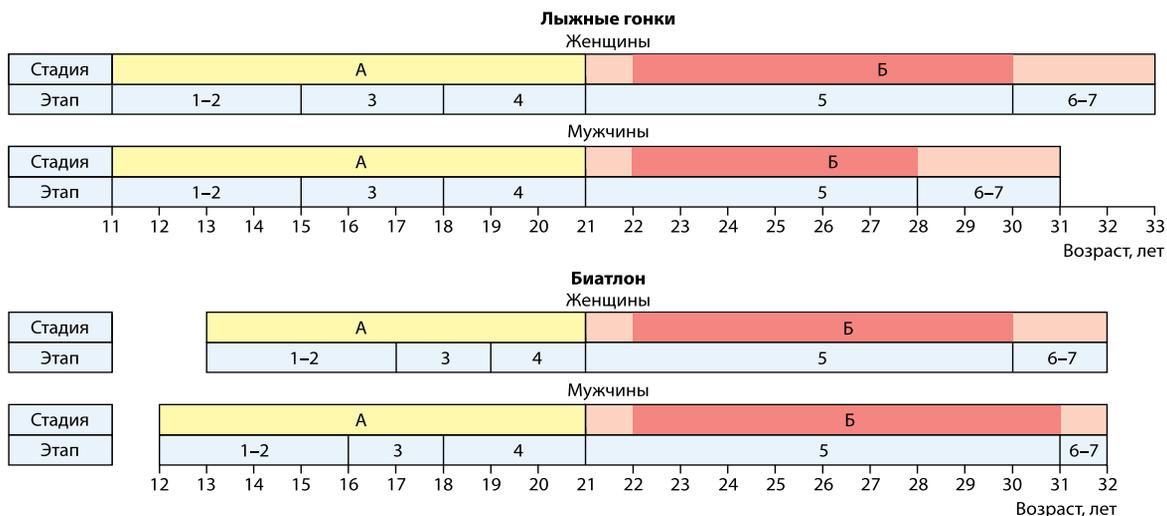


РИСУНОК 2.7 – Структура многолетней подготовки в лыжных гонках и биатлоне. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

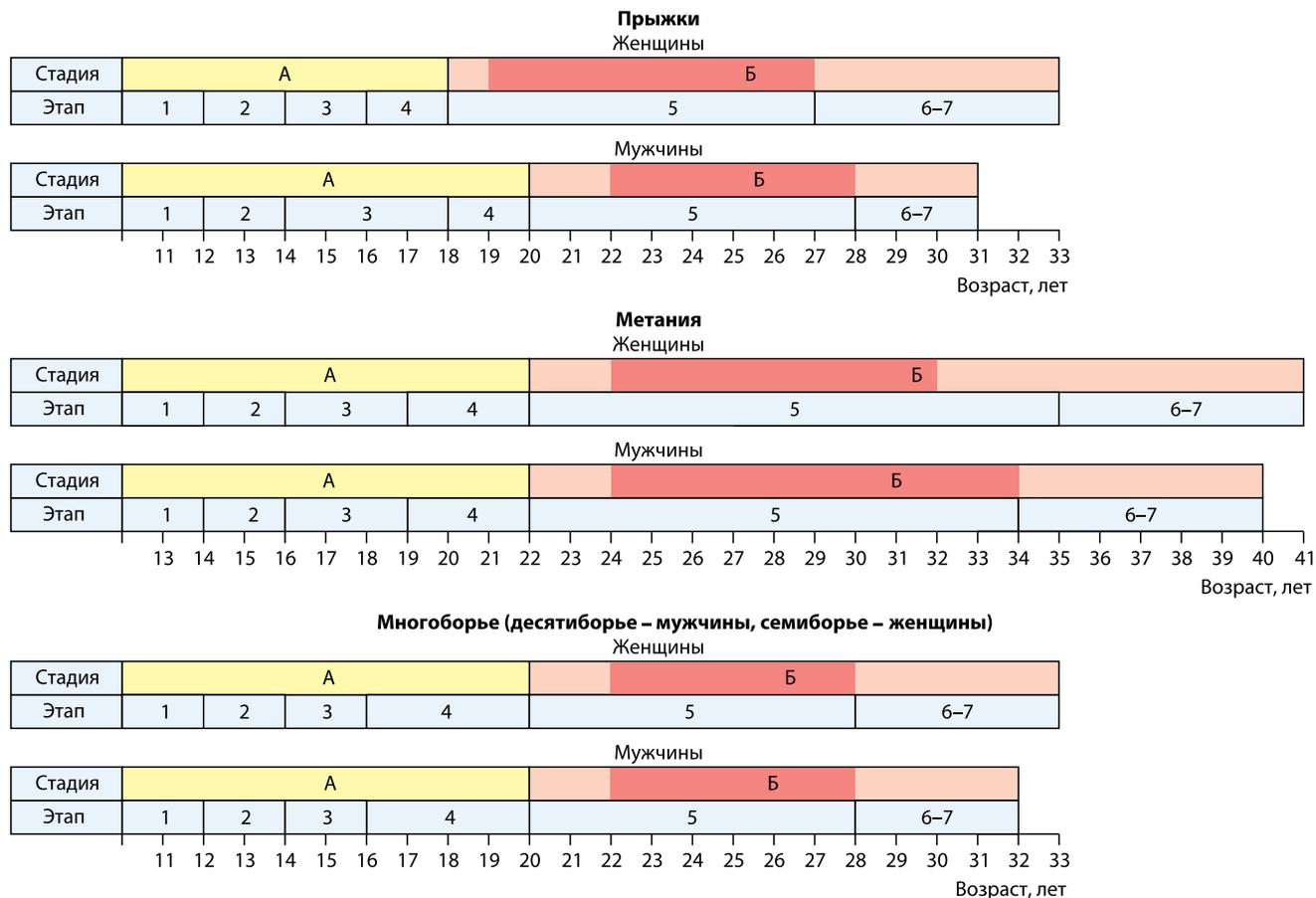


РИСУНОК 2.8 – Структура многолетней подготовки в легкоатлетических прыжках, метаниях и многоборьях. Стадии: А – становления высшего спортивного мастерства, Б – развития, реализации и сохранения высшего спортивного мастерства. – зона наивысших результатов; 1–7 – этапы многолетней подготовки (1 – начальной, 2 – предварительной базовой, 3 – специализированной базовой, 4 – подготовки к высшим достижениям, 5 – максимальной реализации индивидуальных возможностей, 6 – сохранения высшего спортивного мастерства, 7 – постепенного снижения достижений)

Например, если в мужской гимнастике продолжительность второй стадии составляет в среднем 10 лет, а зона наивысших результатов, в течение которой спортсмен способен к дальнейшему улучшению или демонстрации уже достигнутого высокого уровня спортивного мастерства, достигает 6 лет, то продолжительность аналогичных периодов у велосипедистов-шоссейников, соответственно, 14 и 8 лет, бегунов-марафонцев – 13 и 7 лет, легкоатлетов-метателей – 18 и 10 лет.

У многих современных спортсменов вторая стадия многолетней подготовки по продолжительности совпадает с длительностью этапа максимальной реализации индивидуальных возможностей. Связано это с тем, что многие спортсмены, добившись вершины в спортивной карьере и не видя перспектив дальнейшего роста и удержания достигнутых позиций, предпочитают покинуть спорт, а не довольствоваться менее яркими выступлениями.

Однако опыт спортсменов, оставшихся в большом спорте после достижения пика в спортивной карьере и, казалось бы, при отсутствии перспектив дальнейшего прогресса, нередко свидетельствует о наличии спортивных резервов не только для удержания достижений, но и дальнейшего прогресса. Одним из наиболее ярких примеров, подтверждающих такую возможность, является система многолетней подготовки и соревновательной деятельности американской спортсменки Дары Тор-

рес. Первая стадия многолетней подготовки этой спортсменки началась в 7-летнем возрасте. Этап подготовки к высшим достижениям эта спортсменка прошла под руководством одного из наиболее известных тренеров США Марка Шуберта в известном плавательном центре «Мишон Вьехо Нададорес», и в 17-летнем возрасте завоевала свою первую золотую олимпийскую медаль на Играх 1984 г. в Лос-Анджелесе. Наиболее успешный этап в карьере Торрес следует отнести к 1992–2000 гг., когда спортсменка находилась в возрасте 25–33 лет. На Играх Олимпиады 2000 г. Торрес была самой великовозрастной спортсменкой американской команды и, несмотря на успешное выступление, эксперты были уверены в том, что на этом её карьера завершится. Однако спортсменка продолжила карьеру и в возрасте 41 года на Играх Олимпиады в Пекине заняла второе место в плавании на 50 м вольным стилем, уступив победительнице лишь 0,01 с, а также стала обладательницей двух серебряных медалей в эстафетном плавании. Готовилась Торрес и к Играм Олимпиады в Лондоне. Однако четвертое место в отборочном чемпионате США на дистанции 50 м с отрывом всего 0,09 с от результата спортсменки, занявшей второе место, не позволило 45-летней Торрес шестой раз принять участие в Играх Олимпиад. Следует также отметить, что девятый по счету рекорд США на дистанции 50 м вольным стилем Торрес установила в возрасте 40 лет, а лучший в своей карьере результат на 100-метровой дистанции показала в 2008 г. в возрасте 41 года. Таким образом, вторая стадия многолетней подготовки у этой спортсменки составила 28 лет (17–45), а этап максимальной реализации индивидуальных возможностей – 24 года (17–41).

Этот далеко не единичный пример мы приводим лишь для того, чтобы показать, что олимпийский спорт в последние десятилетия претерпел серьезнейшие изменения и превратился в сферу профессиональной деятельности, в которой высочайшие результаты могут демонстрироваться в течение нескольких десятилетий. И если в прежние годы такое положение было естественным для стрельбы, парусного и конного спорта, видов с определенной спецификой, то в настоящее время возможность продолжительной спортивной карьеры продемонстрирована большим количеством атлетов, специализирующихся в видах спорта, характерных огромной нагрузкой на сердечно-сосудистую и мышечную системы.

Таким образом, практика современного спорта существенно расширяет представления в области продолжительности и содержания многолетней подготовки, требует установления новых закономерностей, совершенствования содержания принципов спортивной тренировки, пересмотра многих положений, относящихся к структуре многолетней подготовки и её содержанию на различных этапах.

Подготовка в первой стадии процесса многолетнего совершенствования

Этап начальной подготовки

Задачами этого этапа являются укрепление здоровья детей, разносторонняя физическая подготовка, устранение недостатков в уровне физического развития, обучение технике избранного вида спорта и технике различных вспомогательных и специально-подготовительных упражнений.

Подготовка юных спортсменов характеризуется разнообразием средств и методов, широким применением материала разных видов спорта и подвижных игр, использованием игрового метода.

Тренировка должна носить явно выраженный эмоциональный, развлекательный и познавательный характер, сопровождаться положительными эмоциями, повышенным вниманием и постоянным

поощрением со стороны тренера и родителей (Micheli, Mountjoy, 2009; Moody et al., 2014). Необходимость исключительно разнообразной как в физическом, так и психическом отношении тренировки во многом обусловлена и тем, что возрастные границы этого этапа, как правило, совпадают с завершающей частью интенсивного развития нервной системы, которое должно быть стимулировано многообразными двигательными действиями координационного и игрового характера. На этом этапе многолетней подготовки не должны планироваться тренировочные занятия со значительными физическими и психическими нагрузками, предполагающие применение монотонного материала (Платонов, 1997). Однообразная продолжительная работа, приводящая к глубокому утомлению и продолжительному восстановлению на первых двух этапах многолетней подготовки недопустима, в том числе и в связи с риском переутомления и перетренированности (Pendlay, 2004).

В области технической подготовки следует ориентироваться на необходимость освоения многообразных подготовительных упражнений. В процессе технического совершенствования ни в коем случае не следует пытаться стабилизировать технику движений, добиваться стойкого двигательного навыка, позволяющего достигнуть определенных спортивных результатов. В это время у юного спортсмена закладывается разносторонняя техническая база, предполагающая овладение широким комплексом разнообразных двигательных действий. Должна быть создана среда для освоения ребенком максимально широкого диапазона двигательных умений и навыков на основе использования игрового метода, материала различных игровых видов спорта. Широкое моторное развитие детей создаёт необходимые предпосылки для долгосрочного технического совершенствования на последующих этапах (Brewer, 2017). Такой подход — основа для последующего технического совершенствования. Это положение распространяется и на последующие два этапа многолетней подготовки, однако особо должно учитываться в период начальной подготовки (Schmidt et al., 2019).

При планировании работы, направленной на развитие различных двигательных качеств, не следует использовать узкоспециализированные упражнения. Например, установлено, что использование разнообразных специально-подготовительных упражнений координационного характера с выраженным скоростным компонентом для увеличения скорости бега детей и подростков приводит к таким же результатам, как и тренировка узкоспециализированной направленности на развитие скорости бега (Venturelli et al., 2008). Однако в отношении перспектив дальнейшего успешного совершенствования специализированная тренировка оказывается значительно менее эффективной. Преимущественная ориентация на разнообразные упражнения технической и координационной направленности при высокой плотности занятий способствует разностороннему развитию различных двигательных качеств — быстроты, силы, гибкости, выносливости, расширяет массив двигательной памяти, создаёт необходимые предпосылки для дальнейшего технического совершенствования и физической подготовки. Комплексы упражнений, направленных на развитие отдельных качеств, следует использовать в небольшом объеме, отводя им не более 10–15 % времени тренировочных занятий (Платонов, 2013; Brewer, 2017).

Тренировочные занятия на этом этапе, как правило, должны проводиться не чаще 2–3 раз в неделю, продолжительность каждого из них — до 60 мин. Эти занятия необходимо органически сочетать с занятиями физической культурой в школе, и они должны иметь преимущественно игровой характер.

Программы занятий должны быть комплексными, с двумя-тремя частями различной преимущественной направленности. Важно, чтобы однонаправленные программы (техника + координация, координация + гибкость, скорость + техника и т. д.) планировались два раза в неделю (Moody et al., 2014).

Годовой объем работы у юных спортсменов на этапе начальной подготовки невелик и обычно колеблется в пределах 100–150 ч. В значительной мере он зависит от продолжительности этапа начальной подготовки, которая, в свою очередь, связана со временем начала занятий спортом. Если, например, ребенок начал заниматься спортом рано, в возрасте 6–7 лет, то продолжительность этапа может составить 3 года, с относительно небольшим объемом работы в течение каждого из них (например, первый год – 80 ч, второй – 120, третий – 150 ч). Если же будущий спортсмен приступил к занятиям позднее, например в 9–10 лет, то этап начальной подготовки часто сокращается до 1,5–2 лет, а объем работы, с учетом эффекта предыдущих занятий физической культурой в школе, может сразу достигнуть 150–200 ч в течение года.

Следует учитывать, что после выполнения кратковременных интенсивных упражнений дети восстанавливаются значительно быстрее взрослых (Falk, Dotan, 2006), что дает возможность обеспечить высокую плотность занятий, эффективность которой будет проявляться лишь при разнообразии и эмоциональной насыщенности тренировочных программ (Moody et al., 2014).

Необходимо, чтобы соревновательная деятельность была подчинена рациональной подготовке, а не успехам в соревнованиях. Программа соревнований должна принципиально отличаться от программы соревнований для взрослых, характеризоваться эмоциональностью и разнообразием, решать задачи контроля за качеством подготовки, развития стремления юных спортсменов к соревнованиям. Особое внимание следует обратить на исключение отрицательного давления на юных спортсменов со стороны родителей, тренеров, которые нередко стимулируют детей на спортивные успехи, а также на планомерную подготовку. Особенно грешат этим молодые неопытные тренеры (Micheli, Mountjoy, 2009).

У выдающихся спортсменов игровая направленность начальной подготовки обычно сочеталась с небольшим суммарным объемом работы. На начальном этапе они работали менее интенсивно, чем их сверстники, не добившиеся впоследствии высоких результатов.

На первом и втором этапах многолетней подготовки очень важно найти формы проведения занятий, стимулирующие познавательную деятельность, инициативу и проявление индивидуальности юных спортсменов. В этом плане большие возможности в среде детского массового спорта, существующего на школьных площадках, во дворах, парках и других зонах отдыха, самым благоприятным образом сказываются на создании у детей основы для последующего успешного совершенствования, что особенно актуально для спортивных игр. Ключевым фактором здесь является отсутствие взрослых, что позволяет детям экспериментировать, принимать различные решения, делать ошибки, не боясь критики и контроля. Неструктурированная, лишенная опеки тренировка и игровая деятельность способствуют проявлению индивидуальности, формированию часто уникальных двигательных навыков, самобытных технико-тактических решений (Renshaw et al., 2012), а также целостному развитию физических качеств, технических, тактических и психоэмоциональных навыков, которые станут основой для более поздней целенаправленной тренировки (Cooper, 2010).

Этап предварительной базовой подготовки

Основными задачами подготовки на этом этапе являются разностороннее развитие физических возможностей организма, укрепление здоровья юных спортсменов, устранение недостатков в уровне их физического развития и физической подготовленности, создание двигательного потенциала, предполагающего освоение разнообразных двигательных навыков (в том числе соответствующих специфике будущей спортивной специализации). Особое внимание уделяется формированию

устойчивого интереса юных спортсменов к целенаправленному многолетнему спортивному совершенствованию.

Тренировочный процесс юных спортсменов должен характеризоваться исключительным разнообразием средств и методов. Обусловлено это, во-первых, необходимостью создания разностороннего фундамента для последующей целенаправленной тренировки, особенно в той части, которая относится к нервно-мышечной координации и мышечной памяти. Во-вторых, такой подход является эффективным путем профилактики переутомления, перенапряжения функциональных систем, перетренированности и травм (Valovich-McLeod et al., 2011; Schmidt et al., 2019).

Стремление увеличить объем специально-подготовительных упражнений, погоня за выполнением разрядных нормативов в отдельных номерах программ приводят к быстрому росту результатов в подростковом возрасте, что в дальнейшем неизбежно отрицательно сказывается на становлении спортивного мастерства. Однако в спортивных играх с учетом разнообразия двигательной деятельности и отсутствия узконаправленных тренировочных программ, направленных, например, на развитие выносливости или силовых качеств, возможна более ранняя специализация, однако с особым акцентом на профилактику спортивных травм (Платонов, 2013).

Принципиально важным моментом стратегии подготовки на начальных этапах многолетнего совершенствования является нахождение оптимального соотношения между технической и физической подготовкой. Техническое совершенствование должно быть не только максимально разнообразным и не допускающим формирования жестких двигательных навыков, но и находиться в соответствии с уровнем развития различных двигательных качеств. Не следует допускать форсирования физической подготовки, прежде всего силовой, с целью освоения технических приемов с высокой значимостью силового компонента (Stone, 2004). Силовая подготовленность должна быть побочным результатом разносторонней двигательной активности, скоростной, технической и координационной подготовки. Возможно использование и специальных программ силовой направленности, однако ориентированных исключительно на развитие нейрорегуляторных компонентов силовой подготовленности, разнообразие упражнений и относительно невысокие отягощения – до 50–60 % доступных (Манолаки, 2021).

На этом этапе уже в большей степени, чем на предыдущем, техническое совершенствование строится на разнообразном материале вида спорта, избранного для специализации (Schmidt et al., 2019). В велосипедном спорте, например, осваиваются всевозможные навыки езды без управления рулем, езда на велостанке без зрительного контроля, фигурная езда, езда по снегу, техника преодоления крутых спусков и подъемов, различных способов старта и финиширования, прохождения поворотов, виражей, разворотов, смены в групповых гонках и др. В плавании осваивается техника различных способов плавания, старта, вариантов выполнения поворота, упражнений, направленных на совершенствование техники движений руками, ногами, техники дыхания, улучшения согласования движений рук, ног, дыхания, большое внимание уделяется упражнениям, обеспечивающим рациональное и обтекаемое положение тела. ещё шире техническая подготовка в сложнокоординационных видах спорта, спортивных играх и единоборствах.

В результате работы на этом и последующем этапах многолетней подготовки юный спортсмен должен достаточно хорошо освоить технику множества специально-подготовительных упражнений. Такой подход в итоге формирует у него способности к быстрому освоению и постоянному совершенствованию техники избранного вида спорта, соответствующей его морфофункциональным возможностям, в дальнейшем обеспечивает спортсмену умение варьировать

основные параметры технического мастерства в зависимости от условий конкретных соревнований, функционального состояния в разных стадиях соревновательной деятельности (Платонов, 2015). Узкая специализация на этом этапе отрицательно сказывается на последующем техническом совершенствовании, повышает вероятность спортивных травм, приводит к психическому выгоранию и демотивации. Преодолению этих негативных явлений способствует разнообразие упражнений, особенно игрового характера, что расширяет сеть моторных навыков, мотивирует детей к занятиям, снижает монотонность и создаёт необходимые предпосылки для успешной подготовки в виде спорта, избранном для углублённой подготовки (Brewer, 2017).

Особое внимание нужно обращать на развитие различных форм проявления быстроты, а также координационных способностей и гибкости. При высоком естественном темпе прироста физических способностей нецелесообразно планировать остро воздействующие тренировочные средства — комплексы упражнений с высокой интенсивностью и непродолжительными паузами, ответственные соревнования, тренировочные занятия с большими нагрузками и т. п.

Необходимо учитывать, что этот этап многолетнего совершенствования охватывает большую часть пубертатного периода. Подростку трудно приспособляться к быстро изменяющимся размерам тела, что отрицательно сказывается на координационных возможностях, затрудняет процесс технического совершенствования, снижает экономичность работы. Однако эти изменения ни в коей мере не должны приводить к снижению внимания к развитию этих качеств и способностей. Более того, техническая и координационная подготовка в постоянно изменяющихся условиях является серьёзным стимулом для расширения мышечной памяти и развития приспособительных реакций, связанных с проявлениями эффективных двигательных действий в изменяющихся условиях (Платонов, 2015; Brewer, 2017).

На этом этапе многолетней подготовки уже планируется регулярное участие спортсменов в соревнованиях. Однако цель этого участия не достижение высоких результатов в отдельных видах соревнований, а формирование у спортсмена желания соревноваться, привычки к сопоставлению своих достижений в различных упражнениях и заданиях с достижениями других занимающихся. Соревнования должны строиться на самом разнообразном материале и носить исключительно контрольно-подготовительный характер. Более того, дети, которые до окончания пубертатного периода не ограничивались специализацией в одном виде, а привлекались в тренировке и соревнованиях в нескольких видах спорта, в дальнейшем имеют значительно больше возможностей добиться выдающихся результатов по сравнению с детьми, ограничившими свою деятельность одним видом спорта (Vaeyens et al., 2009).

Ряд специалистов ошибочно рекомендуют применять на этом этапе, кстати, как и на предыдущем, классическую одноцикловую модель периодизации годичной подготовки (Swanson, 2004; Верхошанский, 2005; Иссурин, 2010; Haff, 2016). Реализация таких рекомендаций абсолютно недопустима и неизбежно приводит к форсированию подготовки, нарушению закономерного процесса становления высшего спортивного мастерства в системе многолетнего совершенствования.

Этап специализированной базовой подготовки

Этап специализированной базовой подготовки в случае рационального построения процесса многолетнего совершенствования следует планировать в конце пубертатного периода — у девочек после 13–14 лет, у мальчиков — 14–15 лет. Такое начало характерно для детей, начавших заниматься спортом с 6–8 лет. В случае, если дети были привлечены к занятиям спортом в возрасте 11–12 лет и старше, начало этого этапа многолетней подготовки будет отдалено на 2–3 года.

Окончание пубертатного периода дает основания как для увеличения суммарной тренировочной нагрузки, так и изменения направленности тренировочного процесса. К этому возрасту уже может быть обеспечена ориентация на спортивную специализацию в конкретном виде соревнований, формироваться основы индивидуальных моделей соревновательной деятельности. Естественно, что весь процесс подготовки приобретает более специальный характер. Расширяются возможности в отношении использования средств силовой подготовки, в том числе и способствующих мышечной гипертрофии, а также средств, направленных на повышение мощности и ёмкости анаэробных систем энергообеспечения. Процесс технической подготовки может уже предусматривать формирование устойчивых навыков, отвечающих специфике избранного вида соревнований и модели соревновательной деятельности.

В начале этого этапа основное место продолжают занимать общая и вспомогательная подготовка, широко применяются упражнения из смежных видов спорта, совершенствуется техника их выполнения. Во второй половине этапа подготовка становится более специализированной. Здесь, как правило, определяется предмет будущей спортивной специализации, причем спортсмены часто приходят к ней через тренировку в смежных номерах программы, например, будущие велосипедисты-спринтеры вначале часто специализируются в шоссейных гонках, будущие марафонцы — в беге на более короткие дистанции.

На этом этапе широко используются средства, позволяющие повысить функциональный потенциал организма спортсмена без применения большого объема работы, максимально приближенной по характеру к соревновательной деятельности. Наиболее напряженные нагрузки специальной направленности следует планировать на этапы подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей. У юных спортсменов, допустивших форсированную подготовку, резко возрастает вероятность травм и заболеваний, включая переломы костей, синдром перетренированности, задержку менархе, аменорею, ограничение роста, депрессию, нарушение пищевого поведения (Patel, Pratt, 2009; Bergeron et al., 2015).

В видах спорта, где есть соревнования на спринтерских дистанциях, в скоростно-силовых и сложнокоординационных видах, следует осторожно выполнять большие объемы работы, направленной на повышение аэробных возможностей. Спортсмены в возрасте 13–16 лет легко справляются с такой работой, в результате у них резко повышаются возможности аэробной системы энергообеспечения и на этой основе возрастают спортивные результаты. В связи с этим в практике тренировки в этом возрасте часто планируют выполнение больших объемов работы с относительно невысокой интенсивностью, например, годовой объем бега в конькобежном спорте на этом этапе у многих способных спортсменов достигает 5000–6000 км, в плавании — 2000–2200 км, т.е. до 75–85% того объема, который выполняют спортсмены высокого класса на этапе подготовки к высшим достижениям. Обычно это объясняют ещё и тем, что спортсменам, независимо от их будущей специализации, необходимо создать мощную аэробную базу, на основе которой они будут успешно выполнять большие объемы специальной работы, у них повысятся способности к перенесению нагрузок и восстановлению после них.

Опыт последних лет убедительно показывает, что такой подход правомерен по отношению к спортсменам, предрасположенным к достижениям в видах спорта, преимущественно связанных с проявлением выносливости. Это естественно, так как такая базовая подготовка соответствует по своей направленности профильным качествам. У спортсменов, предрасположенных как в морфологическом, так и функциональном отношении к скоростно-силовой и сложнокоординационной работе, такая подготовка часто становится непреодолимым барьером в росте их мастерства. В основе этого прежде всего лежит перестройка мышечной ткани, в связи с которой повышаются способности к работе на выносливость и

угнетаются способности к проявлению скоростных качеств. Поэтому к планированию функциональной подготовки на этом этапе, характеризующимся уже высокими тренировочными нагрузками, необходимо подходить с учетом будущей специализации спортсмена (Платонов, 2004, 2013).

На этом этапе многолетней подготовки не только создаются всесторонние предпосылки для напряженной специализированной подготовки на следующем этапе, целью которого является достижение наивысших результатов, но и обеспечивается достаточно высокий уровень спортивного мастерства в избранных видах соревнований. Однако и на этом этапе интенсивная соревновательная практика не должна сопровождаться узкой специализацией и напряженной специальной подготовкой к конкретным соревнованиям.

Особое внимание должно быть обращено на систематическую работу над спортивной техникой. Дело в том, что в пубертатном периоде, окончание которого обычно приходится на этот этап многолетней подготовки, отмечается интенсивное увеличение длины и массы тела спортсменов. Спортивная техника, отработанная при других антропометрических параметрах, требует определенной перестройки и приведения в соответствие со строением тела, характерным для окончания пубертатного периода. Поэтому должен быть сконцентрирован большой объем разнообразных упражнений вспомогательного и специально-подготовительного характера, обеспечивающий эффективное техническое совершенствование.

Для оценки эффективности подготовки на первых трех этапах многолетнего совершенствования и дальнейших перспектив спортсменов следует использовать многочисленные показатели, относящиеся к строению тела, физической и технической подготовке, возможностям систем энергообеспечения, способности к перенесению нагрузок и эффективному восстановлению, познавательной, эмоциональной и мотивационной сферам. Ориентация на спортивный результат как интегральный показатель оценки качества подготовки и выявления дальнейших перспектив спортсмена глубоко ошибочна (Платонов, 1997, 2015; Smith, 2003).

Этап подготовки к высшим достижениям

Задачей этого этапа является выведение спортсмена на уровень высших достижений в видах соревнований, избранных в качестве основного предмета специализации. Продолжительность этапа в зависимости от специфики вида спорта и индивидуальных особенностей спортсмена обычно составляет от двух до четырех лет. В некоторых видах спорта (например, в гимнастике спортивной, плавании) начало этого этапа обычно совпадает с окончанием пубертатного периода в возрастном развитии спортсменов, в большинстве других — приходится на возраст 17–19 лет. Окончание периода по возможности должно совпадать с достижением спортсменом нижней границы возрастной зоны, оптимальной для достижения наивысших результатов.

На этом этапе значительно увеличивается доля средств специальной подготовки в общем объеме тренировочной работы, резко возрастает соревновательная практика, ориентированная на достижение высоких результатов в видах соревнований, избранных в качестве специализации. Тренировочный процесс характеризуется широким использованием средств, способных вызвать бурное протекание адаптационных процессов. Суммарные величины объема и интенсивности тренировочной работы достигают величин, близких к максимальным, широко планируются занятия с большими нагрузками, количество занятий в недельных микроциклах может достигнуть 10–12 и более, резко возрастают соревновательная практика и объем специальной психологической, тактической и интегральной подготовки (Платонов, 2015).

Принципиально важным моментом является обеспечение условий, при которых период максимальной предрасположенности спортсмена к достижению наивысших результатов (подготовленный ходом естественного развития организма и функциональных преобразований в результате многолетней тренировки) совпадает с периодом самых интенсивных и сложных в физическом, технико-тактическом, психологическом, координационном отношениях тренировочных нагрузок. При таком совпадении спортсмену удастся добиться максимально возможных результатов, в противном случае они оказываются значительно ниже.

Подготовка во второй стадии процесса многолетнего совершенствования

Этап максимальной реализации индивидуальных возможностей

Задачей этого этапа является дальнейшее улучшение спортивных результатов. Окончание этапа связано с исчерпанием резервов для роста спортивного мастерства и стабилизацией результатов.

Продолжительность этапа зависит от множества причин: индивидуальных возможностей спортсмена, характера предшествовавшей тренировки, соблюдения закономерностей и принципов становления мастерства в системе многолетней подготовки, качества тренировочного процесса, способности тренера и спортсмена изыскать скрытые резервы для роста спортивного мастерства. Средняя продолжительность этого этапа в разных видах спорта может составлять от 3–4 до 5–6 лет. Однако индивидуальные колебания здесь исключительно велики. У одних спортсменов этот этап может ограничиться одним-двумя годами, у других — затянуться на 8–10 и более лет. В современном спорте достаточно примеров, когда малоизвестные спортсмены неожиданно для спортивного мира достигали ярких побед на Играх Олимпиад или чемпионатах мира, устанавливали мировые рекорды, а в дальнейшем не только не улучшали свои результаты, но и не могли их повторить.

Есть и большое количество противоположных примеров: прыгун с шестом С. Бубка в течение 11 лет улучшал мировые рекорды, доведя их общее количество до 35; велосипедист В. Екимов завоевал золотые медали на чемпионате мира 1986 г. и Играх Олимпиады 1988 г., много лет успешно выступал в профессиональных гонках, а затем выиграл золотые медали на Играх Олимпиад 2000 и 2004 гг., доведя период максимальной реализации индивидуальных возможностей до 18 лет. Майкл Фелпс в течение восьми лет 39 раз улучшал мировые рекорды в нескольких видах соревнований в плавании, а в течение 12 лет (2001–2012) многократно выигрывал золотые медали на Играх Олимпиад и чемпионатах мира, доведя их общее количество до 43.

Британский велогонщик Крис Хой вышел на уровень высших достижений в 24-летнем возрасте и в течение 13 лет завоевал 32 медали на Играх Олимпиад и чемпионатах мира, став 6-кратным олимпийским чемпионом и 11-кратным чемпионом мира. Шестнадцать лет на уровне высших достижений (1991–2006) выступал выдающийся норвежский горнолыжник Четиль Андре Омадт, участник пяти зимних Олимпийских игр. Спортсмен был удостоен 8 олимпийских медалей (4 золотых) и 12 — на чемпионатах мира (5 золотых).

Подобных примеров в истории современного олимпийского спорта много. И все они свидетельствуют о том, что период максимальной реализации индивидуальных возможностей, сопровождающийся победами на Олимпийских играх и мировых первенствах, может достигать 10–15 и более лет.

В начале этапа максимальной реализации индивидуальных возможностей тренировочный процесс, как правило, отличается предельными в карьере спортсмена тренировочными нагрузками. При этом увеличение суммарной нагрузки происходит преимущественно за счет средств специальной направленности.

В последующие годы суммарный объем работы стабилизируется, снижается или варьируется, а основное внимание концентрируется на изыскании скрытых резервов повышения тех или иных сторон спортивного мастерства (техничко-тактической, физической, психологической) и обеспечении их реализации в соревновательной деятельности.

Особое внимание должно быть обращено на изыскание резервов в сфере тактической и психологической подготовленности, т. е. в тех сторонах мастерства, результативность в которых во многом определяется опытом спортсмена, знанием сильных и слабых сторон основных соперников, что особенно важно в единоборствах и спортивных играх, однако может оказаться решающим и во всех других видах спорта, предопределяя характер тактической и психологической борьбы в соревнованиях. Необходима также постоянная работа над формированием наиболее эффективной модели соревновательной деятельности, опирающейся прежде всего на индивидуальность спортсмена, сильные стороны его подготовленности. В спортивных играх очень важно изучить и умело использовать индивидуальные особенности партнеров по команде, опираясь на их сильные стороны и сглаживая недостатки.

Качество подготовки на этом этапе многолетнего совершенствования во многом определяется использованием рациональных схем периодизации годичной подготовки. В год проведения Олимпийских игр наиболее целесообразной представляется двухцикловая модель периодизации с ориентацией на главные старты года. В год проведения чемпионатов мира предпочтительно использование двухцикловых и трехцикловых моделей построения годичной подготовки. В остальные годы может оказаться предпочтительным использование 4–7-цикловых схем периодизации годичной подготовки, ориентированных на освоение обширного календаря соревнований. Использование различных схем периодизации годичной подготовки обусловлено не только требованиями спортивного календаря и стремлением обеспечить высший уровень готовности во время проведения главных соревнований, но и разнообразием стимулов для разносторонней и эффективной адаптации организма спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Этап сохранения высшего спортивного мастерства

Особенностью подготовки спортсмена на этапе сохранения достигнутых результатов является то, что высокая результативность в каждом тренировочном макроцикле уже не связана с повышением уровня подготовленности, способного привести спортсмена к наивысшим достижениям. В лучшем случае, речь идет о повторении ранее продемонстрированного, а выход на наивысший уровень в отдельных компонентах спортивного мастерства вследствие изыскания скрытых резервов обычно сопровождается снижением ранее достигнутого уровня — в других.

Подготовка на этом этапе характеризуется сугубо индивидуальным подходом. Объясняется это следующим. Во-первых, большой стаж подготовки конкретного спортсмена помогает всесторонне изучить присущие ему особенности, сильные и слабые стороны, выявить наиболее эффективные методы и средства подготовки, варианты планирования тренировочной нагрузки, что дает возможность повысить эффективность и качество тренировочного процесса и за счет этого поддерживать уровень спортивных достижений. Во-вторых, неизбежное снижение функционального потенциала организма

и его адаптационных возможностей, обусловленное как естественными возрастными изменениями систем и органов, так и высоким уровнем нагрузок на предыдущих этапах многолетней тренировки, а нередко и последствиями травм, не только не позволяет увеличить нагрузки, но и удержать их на ранее доступном уровне. Следует также отметить, что с возрастом существенно замедляются восстановительные реакции, что требует увеличения пауз между упражнениями, отличающимися высокой интенсивностью (Stone, O'Bryant, 1987). Для этого необходимо изыскать индивидуальные резервы роста мастерства, способные нейтрализовать действие указанных отрицательных факторов.

Для этапа сохранения достижений характерно стремление удержать ранее достигнутый уровень функциональных возможностей основных систем организма при меньшем объеме тренировочной работы. Одновременно большое внимание уделяется совершенствованию технического мастерства, повышению психической готовности. Одним из важнейших факторов поддержания спортивных достижений выступает тактическая зрелость, прямо зависящая от соревновательного опыта спортсмена.

Следует учесть, что спортсмены, находящиеся на данном этапе многолетней подготовки, хорошо адаптированы к самым разнообразным средствам тренировочного воздействия. Как правило, ранее применявшимися вариантами планирования тренировочного процесса, методами и средствами не удается добиться не только прогресса, но и удержать спортивные результаты на прежнем уровне. Поэтому на этом этапе, как никогда ранее, следует стремиться к изменению средств и методов тренировки, применению комплексов упражнений ещё не использовавшихся, новых тренажерных устройств, неспецифических средств, стимулирующих работоспособность и эффективность выполнения двигательных действий. Решению этой задачи могут также способствовать существенные колебания тренировочной нагрузки. Например, на фоне общего уменьшения объема работы в макроцикле эффективным может оказаться планирование ударных микро- и мезоциклов с исключительно высокой тренировочной нагрузкой.

Для отдельных спортсменов весьма результативным средством сохранения высшего спортивного мастерства может явиться смена спортивной специализации на смежную. Можно привести множество примеров, когда смена узкой специализации продлевала спортивную карьеру на самом высоком уровне спортивных достижений. Наиболее оправданными сочетаниями являются следующие: гонки на треке — шоссейные гонки, прыжок в длину — тройной прыжок, спринтерский бег и бег на средние дистанции — бег с барьерами, комплексное плавание — плавание одним из способов и т. п. В основе эффективности такого приема — стимуляция адаптационных ресурсов как реакция на в значительной мере новые раздражители — тренировочные и соревновательные средства и методы.

Ни у одного из выдающихся спортсменов длительное сохранение мастерства не было связано с повышением объема тренировочной работы. Более того, часто отмечается снижение суммарного объема работы в течение года в 1,5–2 раза. И это вполне объяснимо, поскольку неизбежное истощение адаптационного ресурса и связанное с ним снижение функционального потенциала, во многом обусловленное предшествующей напряженнейшей подготовкой, не позволяет осваивать прежние нагрузки. Исключения составляют отдельные случаи, когда спортсмены приступают к занятиям после длительных (1–2 года и более) перерывов. После периода стягивающей тренировки большие суммарные объемы работы и исключительно высокие тренировочные нагрузки вновь могут оказаться достаточным стимулом для восстановления спортивного мастерства.

Важнейшей предпосылкой длительного сохранения спортсменом высокого мастерства является его благополучное психическое состояние. На рассматриваемом этапе оно во многом зависит от уважительного, корректного и, в известной мере, бережного отношения к спортсмену,

от ощущения им своей полезности, востребованности, от оценки его перспективности не по возрасту, а по мастерству.

Психическое состояние спортсмена на рассматриваемом этапе обусловлено уверенностью в завтрашнем дне, верой в то, что после завершения спортивной карьеры он не окажется один на один с жизненными проблемами. Лучшей гарантией устойчивого психического состояния спортсмена является решение его жизненных проблем (образование, последующая карьера, жилищные и бытовые условия и др.) ещё в процессе занятий спортом, параллельно с напряженной тренировочной и соревновательной деятельностью.

Этап постепенного снижения достижений

Подготовка на этом этапе ещё больше, чем на предыдущем, характеризуется снижением суммарного объема тренировочной и соревновательной деятельности, сугубо индивидуальным подходом к построению процесса подготовки, повышенным вниманием к общей и вспомогательной подготовке, что должно затормозить процесс утраты базовых компонентов подготовленности.

Важным моментом подготовки на данном этапе многолетнего совершенствования может явиться переход на систему построения годичной подготовки с меньшим количеством циклов (с двухцикловой — на одноцикловую, с 3–4-цикловой — на двухцикловую). Это, с одной стороны, делает процесс более щадящим, а с другой — позволяет сконцентрировать в определенных периодах максимальный объем специфических средств как фактор стимуляции адаптационных ресурсов и вывода спортсмена на наивысший уровень готовности к моменту главных соревнований года.

Увеличению продолжительности заключительного этапа спортивного пути способствует качественное медицинское обеспечение подготовки спортсмена. Организм длительно выступающих на высоком уровне спортсменов обычно уже несет в себе последствия перенесенных ранее заболеваний и травм, что, естественно, повышает вероятность возникновения новых. Кроме того, выдающимся, длительно выступающим на высшем уровне спортсменам, специализирующимся в спортивных играх и единоборствах, зачастую оказывается особенно ожесточенное сопротивление, а нередко против них ведется целенаправленная жесткая силовая борьба. Эффективная профилактика заболеваний и травм — проблема, которую должны решать не столько врачи, сколько тренеры и сами спортсмены. При этом главными факторами риска следует считать чрезмерные нагрузки и просчеты в различных аспектах подготовки спортсмена, нерациональную соревновательную деятельность.

Для спортсмена, находящегося на заключительном этапе многолетней подготовки, организм которого во многом исчерпал свои адаптационные ресурсы, который уже нередко задается вопросом о целесообразности продолжения спортивной карьеры, особое значение приобретает эффективное использование внутренировочных и внесоревновательных факторов. Очень важны и благоприятные условия жизни — хорошие жилищные условия, материальное благополучие, социальная защищенность и уверенность в завтрашнем дне. Не менее важны также рациональное питание и эффективное восстановление спортсменов, эффективное научно-методическое обеспечение их подготовки и, в частности, такое важное его направление, как контроль функционального состояния и подготовленности, что необходимо в том числе для выявления неиспользованных резервов и профилактики заболеваний и травм. Большое значение имеет и хорошее материально-техническое обеспечение подготовки — применение новых технических средств, тренажеров, инвентаря, что оказывает в том числе и благоприятный психологический эффект.

Этап ухода из спорта высших достижений

Тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта приводят к очень серьезной перестройке важнейших функциональных систем организма, прежде всего, сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной, которая соответствует требованиям тренировочной и соревновательной деятельности, но является неадекватной требованиям обычной жизни. Достаточно отметить, что объем сердца у спортсменов высокого класса может более чем в 1,5 раза превышать объем сердца здорового человека.

Переход к пассивному образу жизни после прекращения занятий спортом, часто, к сожалению, является распространенным явлением, приводит к неэффективному протеканию процессов деадаптации. Это чревато негативными последствиями для здоровья. Не меньшим риском является и невнимание к необходимости кардинальной перестройки питания, так как энергетические траты, необходимые для обычной жизни, примерно в два-три раза ниже, чем для напряженно тренирующегося спортсмена.

Таким образом, прекращение занятий спортом требует изменения образа жизни — адекватного режима питания, использования специфических программ физических нагрузок, медико-биологического контроля и управления протеканием реакций деадаптации. В случае рациональных изменений образа жизни нейтрализуются негативные в отношении здоровья спортсмена последствия спорта высших достижений, либо даже реализуются сильные стороны спортивной подготовки, обеспечивающие высокое качество последующей жизни. Если же спортсмен резко бросает спорт и переходит к пассивному образу жизни, в подавляющем большинстве случаев в отдаленном периоде неизбежны негативные последствия занятий спортом, отрицательно сказывающиеся на здоровье спортсменов, качестве и продолжительности их жизни.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ И РАЗВИТИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ

Оптимальный возраст для начала занятий спортом

В разных видах спорта рекомендуется достаточно ограниченный возрастной диапазон, оптимальный для начала занятий тем или иным видом спорта. Эти границы во многом обусловлены обобщением опыта подготовки спортсменов, добившихся высоких результатов в прежние годы, традициями, сформировавшимися в разных видах спорта, и разработанными на этой основе программно-нормативными документами, регламентирующими деятельность детских спортивных школ.

Слишком раннее начало занятий спортом чревато стремлением добиться успехов в детских соревнованиях, форсированной подготовкой и потерей интереса детей к занятиям спортом. Слишком позднее начало занятий не позволяет в полной мере освоить программу базовой подготовки. Поэтому при определении наилучшего возраста для начала занятий следует ориентироваться на возрастные границы, оптимальные для достижений в том или ином виде спорта, и продолжительность подготовки, позволяющей полноценно решить задачи первых четырех этапов многолетнего совершенствования. Для решения этих задач, как свидетельствует практика большинства видов спорта, в среднем необходимо 9–11 лет планомерной подготовки. Таким образом, если нижняя возрастная граница зоны, оптимальной для достижения наивысших результатов, – 20–22 года, то приступать к занятиям спортом целесообразно с 10–12 лет. Конечно, эти данные являются ориентировочными. В зависимости от специфики вида спорта, условий, традиций, индивидуальных особенностей спортсменов, возможны отклонения, часто весьма существенные. Принципиально важным является создание условий для полноценного освоения программы подготовки, обусловленной требованиями каждого из этапов многолетнего совершенствования. И здесь важно учитывать, что способность к освоению программного материала каждого из этапов во многом обуславливается природными задатками спортсмена, его возможностями в отношении формирования адаптационных реакций. Одаренные юные спортсмены нередко способны освоить программу этапов начальной, предварительной и специализированной

базовой подготовки за 3—4 года, а другим для этого может потребоваться 7—9 лет. Спортсмены, рано приступившие к занятиям спортом, при рациональном построении многолетней подготовки вынуждены увеличивать продолжительность её первых трех этапов с тем, чтобы не допустить форсирования и начать подготовку к высшим достижениям с ориентацией на оптимальную для их демонстрации возрастную зону. Спортсмены, поздно приступившие к занятиям конкретным видом спорта, но имеющие необходимые задатки и достаточно высокий уровень физического развития, могут в течение нескольких лет освоить программы, характерные для этапов начальной и базовой подготовки.

Двукратный олимпийский чемпион Василий Ломаченко, один из наиболее ярких и титулованных боксеров последнего десятилетия, начал заниматься боксом в шестилетнем возрасте, а стал олимпийским чемпионом после 14-летней подготовки, когда ему исполнилось 20 лет. В возрасте 20 лет завоевал свою золотую олимпийскую медаль и Владимир Кличко — спортсмен, добившийся выдающихся результатов как в любительском, так и профессиональном боксе. Однако Кличко приступил к занятиям боксом в возрасте 14 лет.

Наталья Добрынская — олимпийская чемпионка в легкоатлетическом семиборье (2008), чемпионка и рекордсменка мира в легкоатлетическом пятиборье — приступила к занятиям легкой атлетикой в возрасте 7 лет, на уровень высших достижений вышла в возрасте 20—22 лет, а максимальные возможности продемонстрировала в возрасте 26—30 лет. Не менее выдающаяся легкоатлетка из Ямайки Мерлин Отти только приступила к занятиям легкой атлетикой в возрасте 18 лет, хотя и имела достаточно высокий уровень общефизической подготовленности. Наивысших результатов Отти, как и Добрынская, добилась в возрасте 26—30 лет.

Американский легкоатлет Карл Льюис, обладатель 9 золотых олимпийских медалей и 8 золотых медалей чемпионатов мира в спринтерском беге и прыжках в длину, первые легкоатлетические соревнования выиграл в возрасте 10 лет (прыжки в длину), а наивысших результатов добился в возрасте 22—35 лет. Не менее знаменитый бегун-спринтер Усейн Болт приступил к занятиям легкой атлетикой в 14-летнем возрасте, а на уровень высших достижений, как и Льюис, вышел в возрасте 22 лет.

Выдающиеся спортсмены последних двух десятилетий, специализирующиеся в греко-римской и вольной борьбе, дзюдо, начинали заниматься спортом в различном возрасте — от 3—5 лет (Рэй Хигути, Джейден Кокс, Тэдди Ринер, Джузеппе Маддалони и др.) до 12—15 лет (Асламбек Хуштов, Рустам Тотров, Даниял Гаджиев, Тосихико Кога, Сушил Кумар, Мун Ый Дже и др.). Однако на уровень высших достижений все эти спортсмены вышли в значительно более узком возрастном диапазоне — 21—24 лет.

Таких примеров из практики подготовки спортсменов высшего класса, специализирующихся в разных видах спорта, можно привести множество. Они наглядно демонстрируют широкую вариативность возраста начала занятий спортом и достаточно узкий возрастной диапазон, в котором спортсмены выходят на уровень высших достижений.

Огромное значение имеет и мастерство тренера, его знания и опыт, способность найти наиболее эффективное решение задач, стоящих перед спортсменом. Проиллюстрировать это можно таким ярким примером. Двукратная чемпионка Игр XXX Олимпиады 2012 г. по спортивной гимнастике (абсолютное и командное первенство) Габриэль Дуглас на завершающем этапе подготовки к Играм обратилась за помощью к китайскому специалисту Лян Чоу, подготовившему чемпионку мира (2007 г.) в абсолютном первенстве и победительницу Игр Олимпиады в Пекине в упражнениях на бревне Шоун Джонсон, и была поражена тем, как в течение одного дня Лян Чоу помог ей освоить самый сложный элемент, над которым она безуспешно работала длительное время.

Предрасположенность спортсменов разного возраста к выполнению тренировочных программ различной направленности

Во многих литературных источниках рекомендуется направленность тренировочного процесса на различных этапах многолетней подготовки строить строго в соответствии с сенситивными периодами в развитии различных двигательных качеств и способностей, динамики роста и массы тела детей, подростков, юношей и девушек. При этом вполне справедливо утверждается, что тренировка будет более эффективной, если совпадет с соответствующими сенситивными периодами (рис. 3.1). Например, на этапах начальной и предварительной базовой подготовки отмечается повышенная эффективность упражнений, направленных на развитие координационных способностей, гибкости, совершенствование техники. Возможности аэробной системы проявляются наиболее действенно на этапах предварительной и специализированной базовой подготовки, а анаэробной – на этапах подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей.

Однако не следует преувеличивать значение совпадения средств той или иной направленности с соответствующими периодами возрастной предрасположенности. Следует учитывать, что современная тренировка на всех этапах многолетнего совершенствования должна носить комплексный характер, обеспечивать относительно пропорциональное совершенствование различных сторон подготовленности и развитие двигательных качеств. В частности, работа над техникой на начальных этапах многолетней подготовки перестает быть эффективной при отсутствии определенного уровня не только

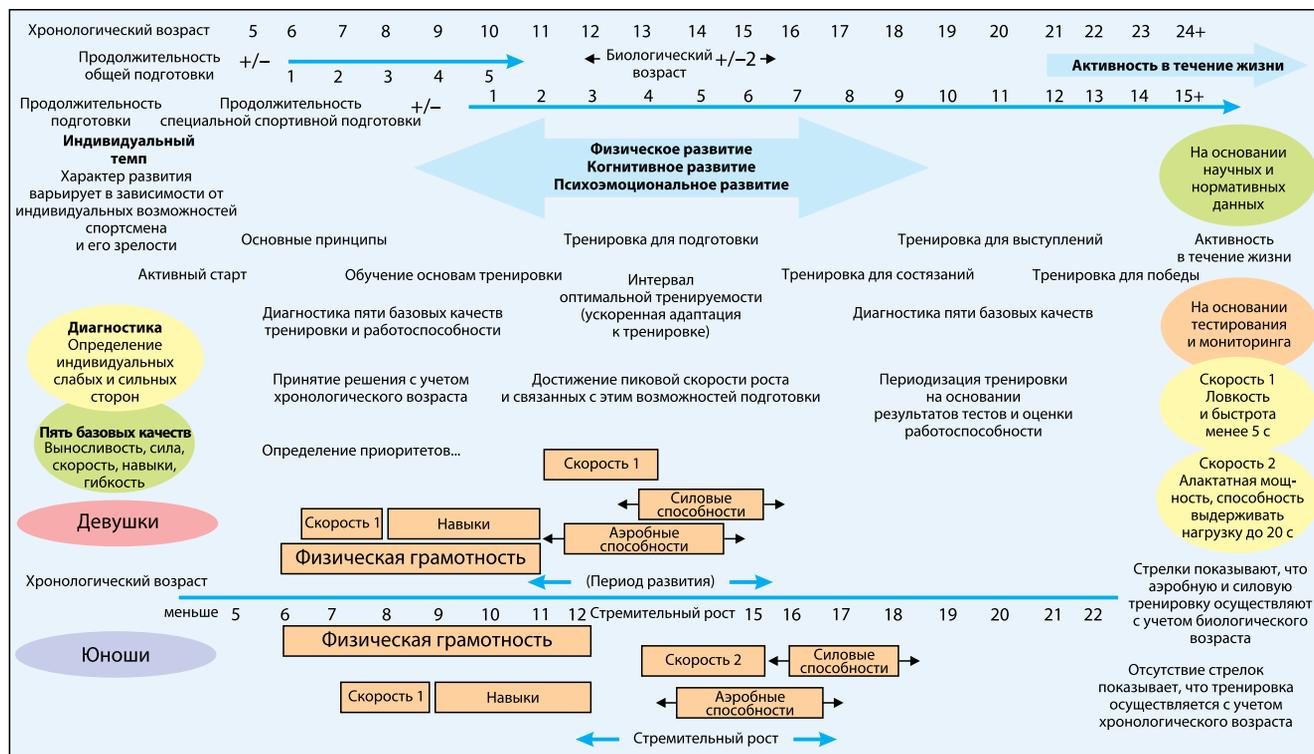


РИСУНОК 3.1 – Содержание многолетней подготовки с учетом возрастной предрасположенности спортсменов к решению разных тренировочных задач (Balyi et al., 2013)

гибкости и координационных способностей, но и силовых качеств. Полноценная работа на этапе специализированной базовой подготовки, когда речь идет о спортсменах, специализирующихся в видах соревнований, предъявляющих высокие требования к скоростно-силовым и анаэробным возможностям, требует включения в тренировочный процесс средств, направленных на повышение потенциала анаэробной алактатной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения, хотя соответствующий сенситивный период наступит позднее. Поэтому на этапах многолетней подготовки речь идет лишь о преимущественном использовании в сенситивных периодах определенных тренировочных средств.

Основные направления интенсификации подготовки и соотношение работы различной преимущественной направленности

При построении многолетней подготовки должна быть обеспечена такая организация тренировочного процесса, которая позволила бы заметно усложнять тренировочную программу от одного этапа подготовки или от одного макроцикла к другому. В этом случае можно добиться планомерного роста физических и технических способностей спортсмена, повышения функциональных возможностей основных систем его организма. Поэтому следует четко выделить направления, по которым должна идти интенсификация тренировочного процесса на протяжении всего пути спортивного совершенствования. К основным из них относятся:

- увеличение суммарного объема тренировочной работы, выполняемой в течение отдельного тренировочного года или макроцикла;
- узкая спортивная специализация, находящаяся в соответствии с границами этапа подготовки к высшим достижениям;
- увеличение общего количества тренировочных занятий в микроциклах;
- увеличение в микроциклах тренировочных занятий с большими нагрузками;
- увеличение в тренировочном процессе количества занятий избирательной направленности, вызывающих глубокую мобилизацию функциональных возможностей организма;
- постепенное введение дополнительных средств, увеличивающих реакцию организма на нагрузки — тренировка в условиях среднегорья и высокогорья, искусственная гипоксическая тренировка, специальные средства для повышения эффективности скоростно-силовой подготовки и др.;
- планомерное увеличение психической напряженности в тренировочном процессе, создание микроклимата соревнований и жесткой конкуренции в каждом занятии;
- использование средств, стимулирующих работоспособность, интенсифицирующих процессы восстановления после больших нагрузок;
- увеличение объема интегральной подготовки в условиях, максимально приближенных к соревновательной деятельности;
- расширение соревновательной практики, в том числе и участия в соревнованиях, отличающихся высоким психологическим накалом, жесткой конкуренцией.

Тренировку спортсмена, находящегося на этапах подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей, характеризуют крайние проявления указанных направлений интенсификации тренировочного процесса.

Важно знать, что интенсификация процесса подготовки по указанным направлениям в системе многолетнего совершенствования происходит не равномерно, а диктуется закономерностями

и принципами, обуславливающими достижение целей, стоящих на каждом из этапов многолетней подготовки.

Обычно первый, второй и третий этапы многолетней подготовки характеризуются преимущественно увеличением объема тренировочной работы, который в конце третьего этапа достигает примерно 60–75 % величин, характерных для этапа подготовки к высшим достижениям. В дальнейшем параллельно с увеличением общего объема работы возрастает процент интенсивной работы в её общем объеме.

Ежегодное увеличение суммарного объема работы на этапах подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей обычно составляет от 3–5 до 10–15 %. В дальнейшем объем работы и величина нагрузки постепенно снижаются, в отдельных случаях до 70–80 % и даже 50–60 % максимальных величин.

Предельные величины тренировочных и соревновательных нагрузок приходится на период максимальной реализации индивидуальных возможностей, в частности на ту его часть, которая совпадает по времени с возрастной зоной, оптимальной для достижения наивысших результатов.

Рациональный подход к планированию динамики объема работы, соотношения работы различной интенсивности и направленности продемонстрируем на материале спортивного плавания (табл. 24.1). Как известно, подготовка пловцов проводится на суше (около 20 % общего объема работы в часах) и в воде. Годовой объем плавания при подготовке мужчин, специализирующихся в различных способах плавания на дистанциях 50, 100 и 200 м, а также 200 и 400 м комплексное плавание, возрастает со 100–300 км на этапе начальной подготовки до 2200–2400 км на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей. На заключительных двух этапах объем плавания может сохраняться на достаточно высоком уровне или существенно снижаться, что зависит от индивидуальных особенностей пловца, уровня его подготовленности, наличия скрытых резервов, состояния здоровья и других причин.

Соотношение работы различной преимущественной направленности также существенно изменяется от этапа к этапу. На первых этапах многолетней подготовки исключительно велика доля работы аэробной направленности (II зона интенсивности). На заключительных этапах многолетней подготовки доля работы, направленной на повышение возможностей анаэробных алактатной и лактатной систем, постепенно увеличивается. Параллельно увеличивается и объем восстановительного плавания (I зона интенсивности), способствующего ускорению восстановительных реакций и более эффективному выполнению упражнений с высокой интенсивностью (см. табл. 3.1).

При подготовке пловцов на дистанциях 400 и 1500 м вольным стилем отмечается аналогичная динамика общего объема плавания и соотношения средств, относящихся к различным зонам интенсивности, на разных этапах многолетней подготовки. Так, если максимальный объем работы в воде у пловцов, специализирующихся на более коротких дистанциях, обычно не превышает 1800–2400 км, то у пловцов, специализирующихся на дистанциях 400 и 1500 м вольным стилем, он значительно больше — до 3000–3200 км при значительно меньшей доле анаэробной и скоростной работы, а также восстановительного плавания на заключительных этапах многолетней подготовки (см. табл. 3.1).

Общий объем работы в воде, как и соотношение упражнений, выполняемых в различных зонах интенсивности, у женщин несколько отличается от характерного для мужчин. У них несколько ниже общий объем плавания (примерно на 10 %) на этапе подготовки к высшим достижениям и на последующих этапах многолетнего совершенствования. На этапах предварительной и специализированной базовой подготовки, а также подготовки к высшим достижениям доля работы в аэробном режиме (II зона интенсивности) у них несколько выше, а восстановительного плавания (I зона интенсивности) несколько ниже, чем у мужчин.

ТАБЛИЦА 3.1 – Динамика годового объема плавания и работы в различных зонах интенсивности в течение многолетней подготовки (Платонов, 2012)

Этап многолетней подготовки	Возраст пловцов, лет	Годовой объем плавания, км	Объем плавания в различных зонах интенсивности, % (км)						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
Мужчины (дистанции 50, 100, 200 м; комплексное плавание – 200 и 400 м)									
Начальной подготовки	7–8	100–300	15 (15–45)	80 (80–240)	3,5 (3,5–10,5)	–	–	–	1,5 (1,5–4,5)
Предварительной базовой подготовки	9–12	400–600	15 (60–90)	75 (300–450)	4 (16–24)	2 (8–12)	1,5 (6–9)	1 (4–6)	1,5 (6–9)
Специализированной базовой подготовки	13–15	700–1500	20 (140–300)	65 (455–975)	6 (42–90)	4 (28–60)	1,5 (10,5–22,5)	1,5 (10,5–22,5)	2 (14–30)
Подготовки к высшим достижениям	16–18	1600–2200	25 (400–550)	40 (640–880)	17 (272–374)	8 (130–180)	4 (65–90)	3 (50–70)	3 (50–65)
Максимальной реализации индивидуальных возможностей	19–25	1800–2400	25 (550–600)	35 (750–840)	18 (350–420)	9 (200–220)	5 (110–120)	4 (90–100)	4 (90–100)
Сохранения высшего спортивного мастерства и постепенного снижения достижений	26 и старше	1000–2000	30 (300–600)	30 (300–600)	18 (180–360)	9 (90–180)	5 (50–100)	4 (40–80)	4 (40–80)
Мужчины (дистанции 400 и 1500 м, вольный стиль)									
Начальной подготовки	7–8	100–300	15 (15–45)	80 (80–240)	3,5 (3,5–10,5)	–	–	–	1,5 (1,5–4,5)
Предварительной базовой подготовки	9–12	400–600	15 (60–90)	75 (300–450)	4 (16–24)	2 (8–12)	1,5 (6–9)	1 (4–6)	1,5 (6–9)
Специализированной базовой подготовки	13–15	800–2000	15 (120–300)	60 (480–1200)	15 (120–300)	6 (48–120)	1,5 (12–30)	1,0 (8–20)	1,5 (12–30)
Подготовки к высшим достижениям	16–17	2300–2800	15 (345–420)	50 (1150–1400)	20 (460–560)	8 (184–224)	3,5 (80,5–98)	2 (46–56)	1,5 (34,5–42)
Максимальной реализации индивидуальных возможностей	18–24	3000–3200	20 (600–640)	45 (1350–1440)	20 (600–640)	8 (240–256)	4 (120–128)	1,5 (45–48)	1,5 (45–48)
Сохранения высшего спортивного мастерства и постепенного снижения достижений	25 и старше	1500–2500	25 (375–625)	45 (675–1125)	15 (225–375)	7 (105–175)	4,5 (67,5–112,5)	2 (30–50)	1,5 (22,5–37,5)

Естественно, что приведенные данные являются усредненными применительно к большой группе сильнейших пловцов мира последних десятилетий. Однако индивидуальные особенности каждого пловца, как и взгляды тренера на методику подготовки, определяют значительные колебания как в общем объеме плавания, так и в соотношении плавания в различных зонах интенсивности. Например, некоторые тренеры, добившиеся высоких результатов в подготовке пловцов-спринтеров, являются сторонниками исключительно больших объемов работы в воде. Их ученики в наиболее напряженные периоды подготовки еженедельно преодолевают до 70–90 км при 2–3 ежедневных занятиях. Однако есть и прямо противоположные примеры, также приводящие к успеху – от 5–8 тренировочных занятий и максимальный объем плавания 25–35 км в неделю.

Аналогичная ситуация и с подготовкой стайеров. Одни пловцы проплывают в течение года до 3500 км, в отдельные дни – до 16–20 км, в течение недели – до 100–110 км и на этой основе добиваются выдающихся результатов. Однако есть и примеры успешной подготовки при годовом объеме 1700–2300 км, 50–70 – в течение недели, 8–12 км – в течение дня.

При определении оптимального объема плавания на этапе подготовки к высшим достижениям и последующих этапах многолетнего совершенствования необходимо исходить из сохранившихся резервов адаптации у конкретного пловца и выбора соответствующей методики. Например, если у пловца-стайера исключительно высоки уровень ПАНУ, мощность и емкость аэробной системы энергообеспечения, то он не нуждается в больших объемах соответствующей аэробной работы и может ограничиться 50 %-ми величинами, обеспечивающими поддержание указанных возможностей на ранее достигнутом уровне, а освободившееся время направить на повышение подвижности аэробной системы, повышение мощности и емкости анаэробной лактатной системы, совершенствование поворотов и техники преодоления подводных отрезков дистанции и др. Это, естественно, приводит к значительно меньшему суммарному объему плавания.

На этапе начальной подготовки объем работы на суше должен составлять около 60 ч в течение года и дополнять занятия по физическому воспитанию в школе. Основная направленность подготовки – повышение координационных способностей (подвижные и спортивные игры, различные специальные упражнения) и развитие гибкости.

На эту работу приходится около 75 % общего времени, отводимого на занятия на суше. Оставшиеся 15 ч (25 % общего времени) – бег с невысокой интенсивностью, различные упражнения спринтерского и скоростно-силового характера и силовые упражнения с небольшими отягощениями. На этапе предварительной базовой подготовки объем работы на суше удваивается, однако содержание подготовки и соотношение между её видами практически не изменяются (табл. 3.2).

На последующих этапах планомерно возрастает объем силовой подготовки – с 40 ч (22 % общего объема работы) на этапе специализированной базовой подготовки до 90 ч (32 %) на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей (см. табл. 3.2).

ТАБЛИЦА 3.2 – Объем и соотношение работы различной направленности при тренировке на суше (Платонов, 2012)

Этап многолетней подготовки	Возраст пловцов, лет	Объем работы, ч	Направленность, ч (%)				
			Координационные способности	Выносливость при работе аэробного характера	Гибкость	Скоростные способности	Силовые способности
Начальной подготовки	7–8	60	25 (41,7)	5 (8,3)	20 (33,4)	5 (8,3)	5 (8,3)
Предварительной базовой подготовки	9–11	120	40 (33,3)	20 (16,6)	45 (37,5)	5 (4,2)	10 (8,4)
Специализированной базовой подготовки	12–14	180	55 (30,6)	20 (11,1)	55 (30,6)	10 (5,5)	40 (22,2)
Подготовки к высшим достижениям	15–16	250	70 (28,0)	20 (8,0)	60 (24,0)	20 (8,0)	80 (32,0)
Максимальной реализации индивидуальных возможностей	17–23	280	75 (26,8)	25 (9,0)	70 (25,0)	20 (7,2)	90 (32,0)
Сохранения высшего спортивного мастерства и постепенного снижения достижений	23 и старше	200	50 (25,0)	20 (10,0)	50 (25,0)	20 (10,0)	60 (30,0)

Колебания от приведенных средних величин обуславливаются специализацией и полом пловцов. В частности, объем работы на суше у пловцов, специализирующихся на средних и длинных дистанциях, может быть на 20—30% меньше, чем у спринтеров, в основном за счет уменьшения доли силовой подготовки. У женщин, напротив, объем упражнений силового характера может быть увеличен на 15—20% в связи с их значительно менее выраженными адаптационными реакциями на силовую работу.

На этапах сохранения высшего спортивного мастерства и постепенного снижения достижений объем работы на суше уменьшается и ориентирован на поддержание ранее достигнутого уровня развития различных двигательных качеств.

В современном спорте чаще всего наблюдается постепенный рост нагрузок от этапа к этапу с определенной стабилизацией на пятом этапе. В этом случае тренировочные нагрузки на всех этапах подготовки полностью соответствуют функциональным возможностям спортсмена, что способствует планомерному повышению или сохранению достигнутого уровня подготовленности. На шестом и седьмом этапах, как правило, отмечается снижение суммарного объема работы и, естественно, суммарной нагрузки в течение года. Такая динамика нагрузок в процессе многолетней подготовки получила наибольшее распространение в современной подготовке спортсменов. С одной стороны, она обеспечивает планомерное становление спортивного мастерства и достижение его наивысшего уровня в оптимальной для демонстрации высших достижений возрастной зоне, а с другой — что не менее важно — является гарантией стабильных выступлений и сохранения высоких результатов в течение длительного времени. Итогом такой динамики нагрузок является равномерное повышение спортивных результатов и их длительное удержание на высоком уровне.

Однако в практике встречается и принципиально иной вариант динамики тренировочных нагрузок в процессе многолетней подготовки. Суть его в скачкообразном приросте таких нагрузок в течение одного года после первых трех этапов многолетней подготовки, охватывающих 5—7-летний период, в течение которых объем работы и нагрузки увеличивался равномерно.

Впервые этот вариант стал широко применяться в бывшей ГДР во второй половине 1970-х годов и использовался теми спортсменами, которые за год до Олимпийских игр или чемпионатов мира находились в возрасте, характерном для нижней границы возрастной зоны, оптимальной для достижения наивысших результатов. До этого они в течение 6—8 лет планомерно готовились на этапах начальной, предварительной базовой и специализированной базовой подготовки при ограниченном суммарном объеме работы и отсутствии самых мощных средств интенсификации тренировочного процесса. Затем, в течение года, скачкообразно (обычно на 70—100%) увеличивали суммарный объем работы, количество занятий с большими нагрузками, включали подготовку в среднегорье и высокогорье, фармакологические средства стимуляции адаптационных и восстановительных процессов, планировали специфический этап непосредственной подготовки к главным соревнованиям и др.

Этот методический прием позволял многим спортсменам, специализирующимся в гребле, велосипедном спорте, плавании, конькобежном и лыжном спорте, т. е. во всех видах, в которых исключительно важны возможности систем энергообеспечения, в течение одного года значительно улучшать результаты, выигрывать чемпионаты мира, Игры Олимпиад, устанавливать мировые рекорды, перемещаясь с 50—80-х мест в списках сильнейших спортсменов мира на первую позицию.

Естественно, что столь резкое повышение тренировочных нагрузок в течение одного года предъявляло исключительно высокие требования к организму спортсменов, требовало от них предельной мобилизации адаптационных резервов. Далеко не всем было под силу перенести скачкообразный прирост нагрузок даже в условиях интенсивной фармакологической стимуляции. Но и для тех спортсменов, которые успешно выполняли тяжелейшую тренировочную программу и добива-

лись успехов, нагрузка оказывалась чрезмерной, исчерпавшей адаптационный ресурс организма. В результате у спортсменов, использовавших такой вариант многолетней подготовки, как правило, спортивная карьера была очень краткосрочной, в отдельных случаях даже ограниченной одними — победными для них — соревнованиями.

Для различных этапов многолетнего совершенствования характерно различное соотношение общей (фундаментальной), вспомогательной (полуспециальной) и специальной подготовки. На этапе начальной подготовки основное место занимает общая и вспомогательная подготовка. Этап предварительной базовой подготовки характеризуется увеличением объема вспомогательной подготовки, которая в сумме с общей составляет до 80–90 % общего объема тренировочной работы. Доля специальной подготовки невелика, обычно не превышает 10 % общего объема работы и лишь ориентировочно связана с предметом предполагаемой специализации. Этап специализированной базовой подготовки отличается значительным изменением соотношения видов подготовки: существенно возрастает доля специальной и уменьшается — общей. На этапах подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей изменяется соотношение между общей и вспомогательной подготовкой, с одной стороны, и специальной — с другой, в сторону преобладания последней. Специальная подготовка может достигать 65 % и более общего объема работы. На заключительных этапах подготовки остается высокой доля специальной, однако может несколько возрастать и доля общей и вспомогательной.

В течение первых двух и в значительной мере третьего этапа многолетней подготовки отсутствуют занятия с большими нагрузками, узкая специализация, интегральная подготовка, не планируется использование дополнительных средств (тренировка в среднегорье и др.), исключается интенсивная соревновательная практика, отличающаяся высокой ответственностью и психологическим накалом и др. Интенсификация процесса подготовки по этим направлениям имеет место на этапе подготовки к высшим достижениям и на последующих этапах многолетнего совершенствования.

Таким образом, на различных этапах многолетнего совершенствования интенсификация процесса подготовки осуществляется путем преимущественного использования возможностей различных направлений и осуществляется с учетом как закономерностей и принципов спортивной подготовки, так и индивидуальных особенностей возрастного развития и адаптационных возможностей спортсменов, сохранившегося функционального резерва. Нарушения в этом вопросе чреватые самыми негативными последствиями как в отношении эффективности процесса подготовки, так и состояния их здоровья.

Продолжительность подготовки к высшим достижениям

Многие специалисты, анализируя содержание многолетней подготовки выдающихся спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, утверждают, что для выхода на уровень высших достижений в среднем необходим 10-летний период и 10 000 ч тренировочных занятий (Ericsson et al., 1993; Tranckle, Cushion, 2006; Horton, 2012). Это, конечно, не исключает случаев достижения спортсменами высшего мастерства при меньших временных затратах с последующим успешным продолжением спортивной карьеры (Baker et al, 2003; Cote et al., 2003), а также при значительно больших (Williams et al., 2014).

Продолжительность подготовки к высшим достижениям зависит от многих факторов, в числе которых: 1) специфика вида спорта и исторический этап его развития, уровень конкуренции на международной арене; 2) индивидуальные особенности спортсменов, отражающие их природные задатки и особенности возрастного развития, реакцию на тренировочные воздействия, специфич-

ку протекания адаптационных процессов, особенности спортивной карьеры и др.; 3) особенности окружающей среды — мастерство тренеров и других специалистов, материально-технические, организационные и социально-психологические условия для подготовки и др.

Действие этих факторов может привести к серьезным отклонениям от отмеченных общих цифр — 10 лет и 10 000 ч. Например, развитие спортивного плавания в последние два десятилетия привело к резкому усложнению структуры соревновательной деятельности и резкому повышению значимости ряда её компонентов (Maglischo, 2003; Платонов, 2011), на специальное становление которых в прежние годы не обращалось серьезного внимания. Естественно, что разносторонняя подготовка в этом виде спорта потребовала существенного расширения технического арсенала, требований к функциональным возможностям и двигательным качествам. Это существенно увеличило продолжительность многолетней подготовки к высшим достижениям. Подтвердить это можно достаточно простыми примерами. Средний возраст спортсменов, которые устанавливали мировые рекорды в 1960—1970-х годах, составлял 16,5 года, а выходили они на этот уровень более чем в 90% случаев после 6—8-летней подготовки. Средний возраст рекордсменов мира последних двух десятилетий 22,5 года, а достигают они этого уровня после 12—14-летней подготовки.

Аналогичная ситуация во многих других видах спорта. Например, возраст большинства сильнейших велосипедистов мира, выступавших в 1970—1980-е годы на Играх Олимпиад и в чемпионатах мира как в шоссейных, так и трековых гонках составлял от 22 до 25 лет, а для их подготовки требовалось обычно 8—10 лет. В настоящее время средний возраст сильнейших велосипедистов мира перешел 30-летний рубеж, а для выхода на уровень высших достижений потребовалось от 12 до 15 лет и более.

В то же время в таких видах, как санный спорт, бобслей, скелетон хорошо функционально подготовленные молодые люди, ранее активно занимавшиеся другими видами спорта и отличающиеся высоким скоростно-силовым потенциалом, могут за относительно короткое время (два-три года) оказаться в элите мирового спорта.

Продолжительность и объем многолетней подготовки зависят и от уровня мастерства ведущих спортсменов, и от истории вида спорта, и от конкуренции на мировой арене. В видах спорта с богатой историей, большой массовостью и острой конкуренцией в соревнованиях (легкая атлетика, плавание, гребля, велосипедный спорт, футбол и др.) для того, чтобы выйти на мировой уровень, обычно требуется до 12—15 лет и 12—15 тыс. ч. В то же время в относительно новых видах в программе Олимпийских игр, не получивших ещё широкого распространения, не отличающихся большой конкуренцией, добиться успехов могут и юные спортсмены, не достигшие оптимальной для демонстрации высших достижений возрастной зоны, и спортсмены с относительно непродолжительной карьерой (5—6 лет и 3—5 тыс. ч), и спортсмены, перешедшие из других видов спорта и адаптированные к требованиям нового вида спорта в течение 2—4 лет с объемом работы 2—4 тыс. ч.

Исключительно велика роль и природной одаренности спортсменов, её учета при построении тренировочного процесса, что наглядно проявилось в спортивной карьере таких выдающихся пловцов современности, как Майкл Фелпс и Йен Торп. Оба спортсмена сумели выйти на уровень высших достижений в возрасте 16 лет после девяти лет подготовки с относительно небольшим суммарным объемом работы (около 6000 ч), не нарушая естественного хода возрастного развития и закономерностей многолетнего совершенствования. Если же время, отведенное на многолетнюю подготовку, уменьшается за счет её преждевременной специализации и интенсификации, т.е. форсирования, то спортсмены в дальнейшем не способны в полной мере реализовать природные задатки и, как правило, покидают спорт в связи с травмами, стабилизацией или, даже, ухудшением результатов (Платонов, 1997, 2015; Wiersma, 2000; Horton, 2012).

Варианты восхождения к вершинам спортивного мастерства

Выдающиеся результаты в современном спорте доступны спортсменам с ярко выраженной индивидуальностью и очевидной одаренностью. Проявляется это не только в антропометрических характеристиках, структуре мышечной ткани, возможностях систем энергообеспечения, способности переносить высокие нагрузки, быстром восстановлении и т. д. Не менее наглядно индивидуальность спортсменов проявляется и в темпах восхождения к вершинам мастерства.

Изучение биографий спортсменов, добившихся успехов на Играх Олимпиад и чемпионатах мира последних трех десятилетий, позволяет выделить три основных варианта динамики становления высшего спортивного мастерства.

Первый из этих вариантов предполагает достижение наивысших результатов в представленных в этой главе оптимальных возрастных зонах для каждого из видов спорта. Например, в беге на короткие дистанции большинство спортсменов-мужчин достигают наивысших результатов в возрасте 20–23 лет в результате 8–10-летней подготовки, в гребле академической – в возрасте 21–25 лет – после 9–12 лет занятий спортом. Женщины, специализирующиеся в плавании на дистанциях 50, 100 и 200 м, обычно достигают наивысших в своей карьере результатов в возрасте 20–24 лет – после 12–14-летней подготовки, а специализирующиеся на дистанциях 400 и 800 м, проходят этот путь примерно на два года быстрее и достигают вершин мастерства в возрасте 18–22 лет. Пловцам-мужчинам для достижения наивысших результатов требуется примерно на год больше. В боксе мужчины наивысших результатов обычно достигают в возрасте 21–24 лет в основном после 8–12-летней подготовки. Такой же путь к высшим достижениям проходят и борцы вольного и греко-римского стилей.

Такой вариант восхождения к вершинам спортивного мастерства характерен для 70–75 % спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта.

Второй вариант характерен достижением наивысших результатов в более раннем возрасте. Например, в современном боксе встречаются случаи, когда спортсмены вышли на уровень высших достижений в возрасте 19 лет, а уже в 20 лет добились выдающихся результатов.

Бег на дистанции 10 000 м и марафонский бег принято считать делом взрослых спортсменов – 25–30 и более лет. Действительно, португальский спортсмен Карлос Лепеш выиграл марафонскую дистанцию, когда ему исполнилось 37 лет, знаменитый итальянский марафонец Стефано Больдини своих наивысших результатов добился в возрасте 31–33 лет, став олимпийским чемпионом на Играх-2004 в 33 года. Однако в последние десятилетия бегуны из стран Северо-Восточной Африки, в основном из Кении и Эфиопии, добились наивысших результатов в этих видах соревнований уже в возрасте 20–23 лет. Хайле Гебреселассие из Эфиопии стал чемпионом мира в беге на 10 000 м в 1993 г. в возрасте 20 лет, а олимпийским чемпионом – в 1996 г., когда ему было 23 года. Его соотечественник Кенениса Бекеле в 21 год (2003 г.) стал чемпионом мира, а в 22 года выиграл Игры XXVIII Олимпиады в Афинах.

Эти достижения, как показывает успешная многолетняя практика большинства спортсменов, добившихся выдающихся результатов в стайерских видах бега, не являются следствием форсированной подготовки. В их основе – генетическая предрасположенность спортсменов из стран Восточной Африки, специфика их образа жизни, связанная с исключительно высокой двигательной активностью, место проживания и методика тренировки.

Смещение оптимальной возрастной зоны для достижения наивысших результатов на 2–3 года в сторону более молодого возраста, как правило, обусловленное совокупностью причин, характерно для 15–20 % спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта.

И наконец, третий вариант характеризуется замедленным темпом достижения рекордных для конкретного спортсмена спортивных результатов. При реализации этого варианта как мужчины, так и женщины достигают вершин мастерства на 2–3 года, а иногда и на 4–5 лет позднее по сравнению с представителями первого варианта. Замедленный темп становления мастерства может быть обусловлен поздним началом занятий спортом и характером многолетней подготовки, а также индивидуальными особенностями спортсменов — их поздним биологическим развитием, замедленным протеканием адаптационных процессов в их организме. Замедленное становление мастерства характерно примерно для 10% сильнейших спортсменов.

Место соревнований в системе многолетней подготовки

Система соревнований в многолетней подготовке спортсменов должна находиться в органической связи с целью, задачами и содержанием тренировочного процесса на различных этапах многолетнего совершенствования (табл. 3.3). На первых двух этапах многолетней подготовки соревнования должны быть полностью подчинены решению задач полноценной планомерной подготовки. Спортивный результат является исключительно средством подготовки и контроля за её эффективностью. Широкая соревновательная практика на этих этапах должна способствовать адаптации к соревновательной атмосфере. Развитие стремления детей и подростков к соревновательной борьбе — средство подготовки и контроля за её эффективностью. Программа соревнований должна исключать узкую специализацию, быть раз-

ТАБЛИЦА 3.3 – Нацеленность соревнований и подготовки к ним на этапах многолетнего совершенствования

Этап многолетней подготовки	Цель соревнований	Результат соревнований	Направленность подготовки
Начальной подготовки	Выявление исходного уровня спортивных результатов	Выполнение заданных нормативов, приобретение начального опыта участия в соревнованиях	Укрепление здоровья детей, обучение основам техники вида спорта, развитие физических качеств и др.
Предварительной базовой подготовки	Планомерное повышение спортивного результата	Выполнение заданных нормативов	Разностороннее развитие физических качеств, освоение разнообразных двигательных действий, формирование мотивации и др.
Специализированной базовой подготовки	Достижение заданного уровня спортивных результатов	Место и результат в главных соревнованиях, выполнение заданных нормативов	Углубленное развитие физических качеств, разностороннее техническое совершенствование, тактическая и психологическая подготовка
Подготовки к высшим достижениям	Достижение высоких результатов	Место в отборочных и главных соревнованиях сезона, место в мировом рейтинге	Достижение высокого уровня специфической адаптации и готовности к соревнованиям
Максимальной реализации индивидуальных возможностей	Достижение наивысших результатов	Место в отборочных и главных соревнованиях сезона, место в мировом рейтинге	Достижение максимального уровня специфической адаптации и готовности к соревнованиям
Сохранения высшего спортивного мастерства	Сохранение наивысшего результата	Место в отборочных и главных соревнованиях сезона, место в мировом рейтинге	Сохранение максимального уровня специфической адаптации и готовности к соревнованиям
Постепенного снижения достижений	Сохранение высоких результатов	Место в отборочных и главных соревнованиях сезона, место в мировом рейтинге	Противодействие снижению уровня специфической адаптации и готовности к соревнованиям

нообразной, строиться на материале различных соревновательных упражнений, позволяющих оценить технические возможности спортсменов, уровень их координационных способностей.

На этапе специализированной базовой подготовки, когда уже определен предмет специализации юного спортсмена, установлены черты предположительной для него оптимальной модели соревновательной деятельности, соответствующим образом ориентировано содержание подготовки, соревнования наряду с контрольно-подготовительными задачами связаны и со стремлением к достижению высоких спортивных результатов. Однако стремление к демонстрации максимально доступного результата, успеха и побед ни в коей мере не должно сопровождаться форсированием подготовки, нарушением процесса планомерного спортивного совершенствования, всем своим содержанием подчиненного задаче достижения наивысших результатов в оптимальной для вида спорта и конкретного спортсмена возрастной зоне.

Соревновательная деятельность не может зависеть ни от стремлений родителей и тренеров добиться быстрее спортивных результатов, ни от стремлений спортивных чиновников добиться общекомандных и индивидуальных успехов в детских и юношеских соревнованиях.

На этапе подготовки к высшим достижениям соревнования уже нацелены на достижение максимально доступного результата. Однако относительно построения подготовки они носят вторичный характер и являются следствием рационально построенного тренировочного процесса, использования периодизации годичной подготовки, ориентированной исключительно на планомерное совершенствование и достижение наивысших результатов в главных соревнованиях года. Участие во всех остальных соревнованиях года подчинено решению этой задачи.

Ситуация меняется на последующих этапах многолетнего совершенствования, когда спортсмен, достигший высокого уровня мастерства, уже вынужден и заинтересован эксплуатировать свое мастерство в самых различных соревнованиях, обусловленных национальным и международным календарями. И здесь уже календарь соревнований в значительной мере определяет содержание подготовки. Система соревнований и необходимость демонстрации в них высоких результатов оказывают существенное влияние на содержание подготовки, что может влиять на её качество в отношении как дальнейшего роста спортивного результата на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей и сохранения достигнутого уровня мастерства на последующих этапах, так и в отношении возможности формирования наивысшей готовности к стартам по времени проведения главных соревнований года.

Соревнования возрастных групп и проблема форсирования подготовки

Подавляющее большинство специалистов, разрабатывающих проблематику многолетней подготовки, едины во мнении относительно недопустимости подчинения подготовки на ранних этапах многолетнего совершенствования достижениям в соревнованиях детей, подростков, юношей и девушек. Эксплуатация талантливых юных атлетов, проявляющаяся в их ориентации на спортивный результат и победу в соревнованиях, а не на оптимальным образом построенный процесс многолетнего совершенствования, приводит к подготовке юных чемпионов, которые в дальнейшем перестают прогрессировать и уступают сверстникам, не допустившим форсированной подготовки (Платонов, 1997, 2005; Balyi, 2002; Brewer, 2017; Cardinale, 2021). Опасность форсированной подготовки, ориентированной на успешное выступление в соревнованиях детей, подростков и юношей, имеет давнюю историю. Например, ещё в 1948 г. видный английский специалист Ф. Вебстер утверждал, что мно-

жество потенциальных чемпионов были утрачены в результате «энтузиазма родителей, невежества тренеров и рвения молодых атлетов» (Webster, 1948).

Стремление многих тренеров и организаторов спорта любыми путями добиться высоких результатов у юных спортсменов в угоду решению частных задач (выполнение классификационных нормативов, успехи в детских и юношеских соревнованиях и т. п.) приводит к тому, что спортсмены, начиная с 11–13 лет, постоянно, нередко по несколько раз в году, выступают в соревнованиях, к которым осуществляется специальная подготовка. Такая ориентация ошибочна, так как приводит к эксплуатации наиболее мощных средств воздействия на организм спортсмена. Задолго до достижения оптимальной возрастной зоны для демонстрации наивысших результатов юные спортсмены начинают копировать методику тренировки сильнейших спортсменов мира с характерным для нее арсеналом средств и методов. Итогом форсированной подготовки является бурный рост достижений в подростковом и юношеском возрасте; спортсмены в короткое время выполняют нормативы мастера спорта, добиваются определенных успехов на крупных соревнованиях внутри страны, иногда успешно выступают на международных юношеских соревнованиях. Вместе с тем их результаты по вполне естественным причинам, связанным с морфологическими и функциональными особенностями юного организма, далеки от мировых достижений, и они не в состоянии успешно конкурировать со взрослыми спортсменами, сформировавшимися в морфологическом, функциональном и психическом отношениях (Платонов, 2013).

Применение в тренировке юных спортсменов очень напряженных, наиболее мощных тренирующих стимулов приводит к быстрой адаптации к этим средствам и к исчерпанию приспособительных возможностей растущего организма. Из-за этого уже в следующем тренировочном цикле или тренировочном году спортсмен слабо реагирует на такие же воздействия. Но, главное, он перестает реагировать и на более легкие нагрузки, которые могли быть весьма эффективными, если бы тренер не применял ранее самые мощные тренировочные средства и методы (Платонов, 2004; Cardinale, 2021).

К сожалению, необходимость соблюдения важнейших закономерностей, которые должны быть положены в основу рационально построенной многолетней подготовки, часто входит в противоречие с системой ориентации детей, подростков и юношей на соревнованиях разных возрастных групп. Такие соревнования получили исключительно высокое распространение и популярность в разных странах и практически во всех олимпийских видах спорта.

При самом положительном влиянии на массовость и популярность спорта в системе соревнований возрастных групп часто присутствует очень серьезный недостаток. Стремление к победам, рекордам стимулировало спортивных руководителей, тренеров, детей и их родителей к ранней узкой специализации и форсированной подготовке детей и подростков к соревнованиям в соответствующих возрастных группах. В итоге это приводило к тому, что подавляющее большинство спортсменов, добившихся высоких результатов в возрастных группах, утрачивали перспективы для дальнейшего спортивного совершенствования и покидали спорт, не выдерживая конкуренции с планомерно готовившимися спортсменами. И в настоящее время можно говорить о том, что этот недостаток приобрел все черты, характерные для устойчивой закономерности, которая проявляется в наибольшей мере в тех видах спорта, тренировочный процесс в которых связан с исключительно высокими нагрузками на опорно-двигательный аппарат и (или) сердечно-сосудистую систему — легкой атлетике, спортивной гимнастике, плавании, велосипедном спорте, различных видах гребли, лыжном и конькобежном спорте и др. Проиллюстрировать это можно обширным статистическим материалом этих и ряда других видов спорта. Мы сделаем это на материале спортивного плавания и на материале одной страны — США, в которой этот вид очень популярен.

Зависимость необходимости планомерной многолетней подготовки, исключая её форсирование в детско-юношеском возрасте, убедительно можно продемонстрировать сопоставлением рекордов США в разных возрастных группах с динамикой спортивных результатов пловцов, добившихся выдающихся результатов на международной спортивной арене. На рисунке 3.2 представлены данные динамики роста спортивных результатов ряда наиболее знаменитых пловцов мира, добившихся в последние десятилетия выдающихся результатов в мужских видах соревнований в плавании вольным стилем на различные дистанции, в сравнении с кривой рекордов США в разных возрастных группах. При анализе представленных результатов наблюдается удивительная картина. Авторы множества мировых рекордов, многократные победители чемпионатов мира и Игр Олимпиад Владимир

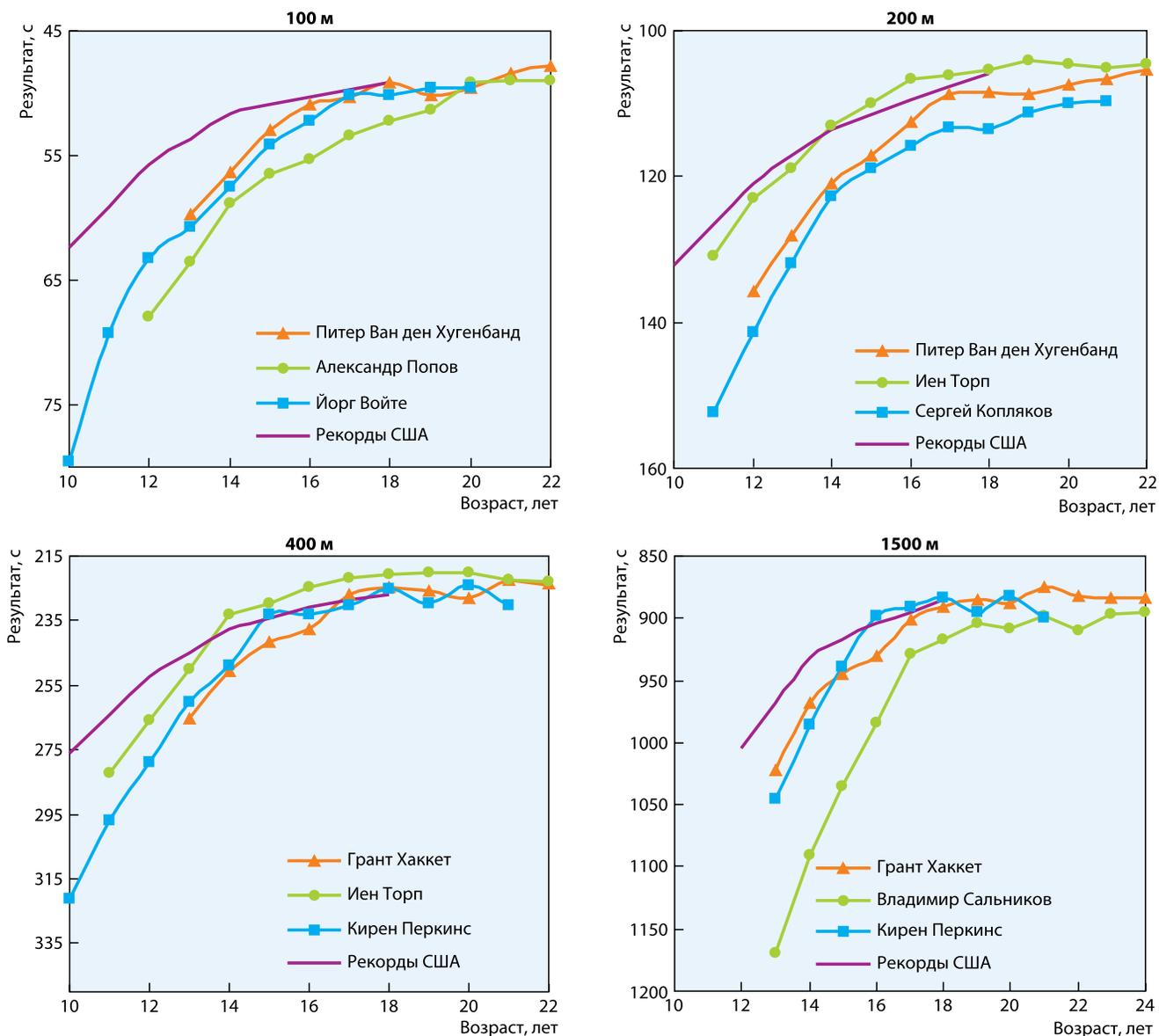
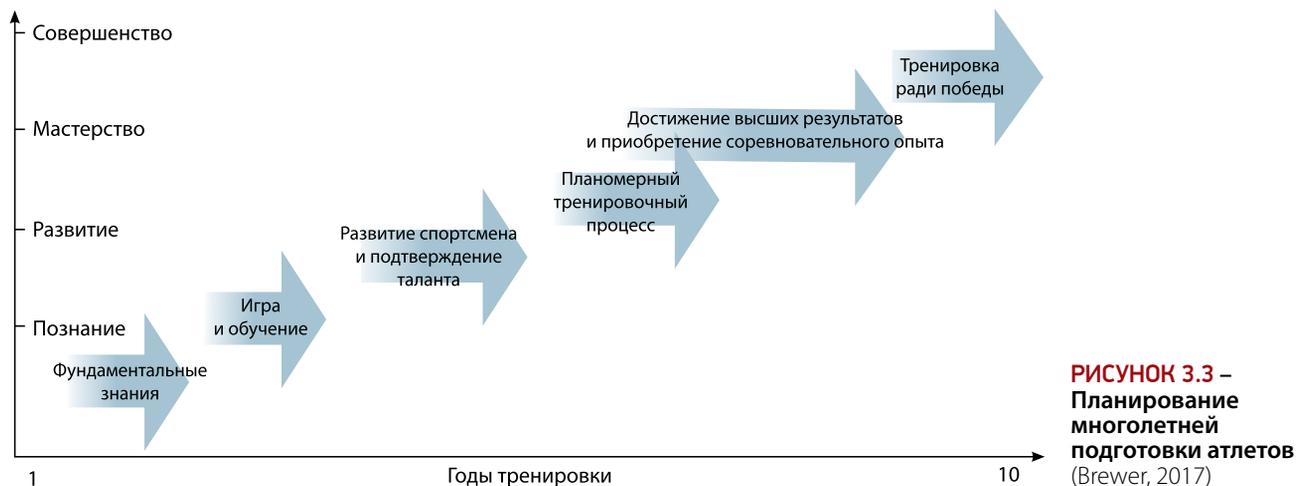


РИСУНОК 3.2 – Динамика спортивных результатов в плавании вольным стилем сильнейших пловцов мира (мужчины) в процессе многолетнего совершенствования



Сальников, Александр Попов, Кирен Перкинс, Питер Ван ден Хугенбанд, Грант Хаккет в возрасте 11–15 лет были очень далеки от результатов, соответствующих рекордам США в соответствующих возрастных группах. Аналогичную картину мы наблюдаем и при анализе итогов в женских видах соревнований. Трудно представить более убедительную демонстрацию пагубных последствий стремления добиться высоких спортивных достижений в детско-юношеском спорте за счет нарушения объективных закономерностей многолетнего становления высшего спортивного мастерства.

В настоящее время многие американские специалисты категоричны во мнении, согласно которому весь процесс многолетней подготовки должен опираться на прочную научную основу, обеспечивающую спортсменам возможность реализовать свои задатки и выйти на уровень высших достижений в оптимальной для вида спорта возрастной зоне, всячески избегая форсированной подготовки, ориентированной на спортивные достижения в различных возрастных зонах. Поэтому ориентация на спортивный результат как критерий эффективности подготовки возникает лишь на заключительных этапах подготовки. Иллюстрируя такой подход, известный американский тренер Клайв Брюэр, стремящийся в течение всей своей карьеры построить тренерскую деятельность на прочной научной основе, чётко обозначил приоритеты, определяющие содержание подготовки в течение 10 лет – от начала занятий спортом до выхода на уровень высших достижений (рис. 3.3).

Юношеские Олимпийские игры и проблема рационального построения многолетней подготовки

В предыдущем параграфе была показана недопустимость нарушения процесса закономерного становления высшего спортивного мастерства путем форсированной подготовки юных спортсменов, направленной на достижение успехов в различных соревнованиях возрастных групп.

В этом отношении определенной проблемой стали Юношеские Олимпийские игры, инициированные МОК. Основная идея Игр – проведение олимпийских ценностей в жизнь молодежи, популяризация спорта, международное сотрудничество, расширение связей спорта с культурой, искусством. По замыслу МОК спортивная составляющая этих Игр, в отличие от Игр Олимпиад и зимних Олимпийских игр, не должна являться основной, а служить лишь ареной для решения других задач.

Однако практика проведения уже первых Игр, состоявшихся в Сингапуре с 14 по 26 августа 2010 г., показала, что во многих странах Игры были восприняты как чисто спортивное событие с неофициальным командным зачетом. К участию в Играх была организована напряженная целенаправленная подготовка. Способствовали такому подходу и Оргкомитет Юношеских Игр, регулярно публиковавший итоги общекомандной борьбы, и многочисленные представители средств массовой информации. По-другому и быть не могло, так как Юношеские Игры в спортивном отношении были построены по тому же принципу, по которому проводятся Игры Олимпиад: спортсмены в возрасте от 14 до 18 лет соревновались в 201 виде соревнований в 26 олимпийских видах спорта. Дело дошло до того, что даже девушки соревновались в таких видах спорта, как тяжелая атлетика, борьба вольная.

Не было бы никакой проблемы, если бы возраст участников Игр совпадал хотя бы с нижней частью оптимальной возрастной зоны для демонстрации наивысших результатов. В этом случае целенаправленная подготовка к Играм естественно вписывалась бы в систему многолетнего совершенствования спортсменов, ориентированную на достижение наивысших результатов. Однако такого совпадения не было, и целенаправленная подготовка к Играм могла серьезно нарушить процесс рациональной многолетней подготовки (рис. 3.4).

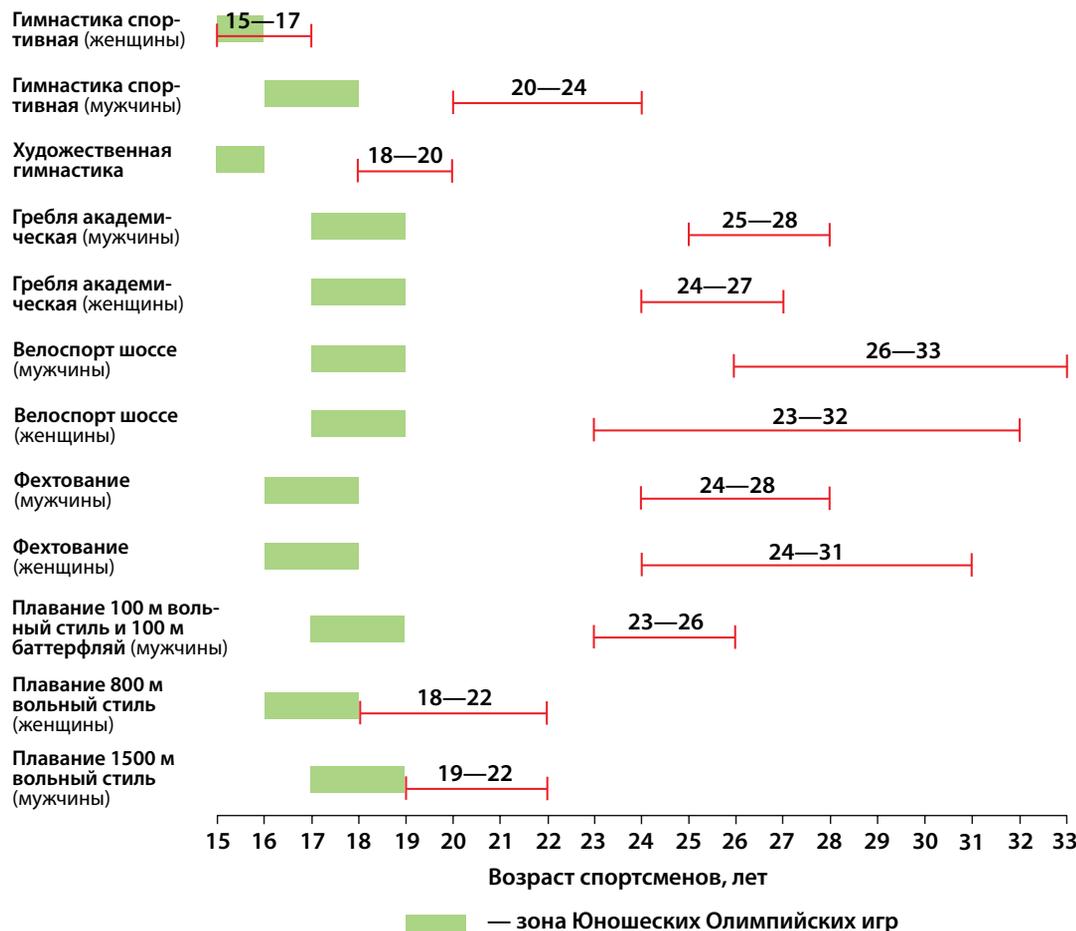


РИСУНОК 3.4 – Возрастные границы зоны наивысших результатов в разных видах спорта

К сожалению, во многих странах Юношеские Олимпийские игры были восприняты, в основном, как событие чисто спортивного характера. К нему в большинстве видов спорта была организована напряженная централизованная подготовка по стандартам, принятым для взрослых спортсменов, готовящихся к Играм Олимпиад или зимним Олимпийским играм. Да и чествовали победителей и призеров Юношеских Олимпийских игр не как участников массового многоцелевого молодежного форума, а как спортсменов, добившихся исключительно спортивного успеха.

Казалось бы, от победителей и призеров Юношеских Олимпийских игр можно было бы ожидать и успеха на Играх Олимпиад 2012–2020 гг. и чемпионатах мира 2015–2021 гг., когда спортсмены уже находились в оптимальной для демонстрации наивысших результатов возрастной зоне. Однако в подавляющем большинстве случаев этого не произошло: более 90 % победителей и призеров Юношеских Олимпийских игр 2010 г. уже завершили спортивную карьеру.

В этом отношении показательное отношение к Юношеским Олимпийским играм в США, специалисты которых в последние годы хорошо осознали опасность нарушения закономерностей многолетней подготовки, обусловленного напряженной целенаправленной подготовкой к этим Играм. Специалисты США воспринимали участие в Юношеских Олимпийских играх как праздник молодежи, а не как спортивное событие с общекомандным зачетом. В итоговой таблице Игр команда США оказалась на тринадцатой позиции с 21 медалью далеко позади спортсменов России или Украины, занявших по этому показателю второе и третье места (соответственно 43 и 33 медали). Даже в плавании, виде спорта, в котором американские спортсмены уже давно не имеют конкурентов в общекомандной борьбе ни на Играх Олимпиад, ни в чемпионатах мира, они ограничились тремя медалями и десятым местом, в то время, как например, пловцы Украины с тремя золотыми, одной серебряной и одной бронзовой медалями были четвертыми в итоговом списке участников соревнований. Прошло два года и на Играх Олимпиады в Лондоне пловцы США завоевали 31 медаль (16 золотых), а из пловцов Украины никто не смог пробиться ни в один из финалов.

Аналогичную политику в отношении Юношеских Олимпийских игр заняли и специалисты Великобритании, которые сконцентрировали свое внимание на планомерной подготовке к Олимпийским играм 2012 г. В результате на Юношеских Олимпийских играх они оказались семнадцатыми (9 медалей, 3 золотые), далеко позади спортсменов Украины (33 медали, 9 золотых). В Лондоне ситуация оказалась прямо противоположной: спортсмены Великобритании по сравнению с украинскими атлетами завоевали почти в пять раз больше золотых медалей (29 и 6) и более чем в три раза — наград разного достоинства (65 и 20).

Нельзя обойти вниманием и вопрос влияния форсированной подготовки к Юношеским Олимпийским играм на возрастное развитие и здоровье спортсменов. Серьезного аналитического материала этой проблемы нет. Однако косвенные данные свидетельствуют о том, что во многих случаях эти Игры стали серьезнейшим фактором риска, который способен не только сломать спортивную карьеру, но и разрушить здоровье юных спортсменов. В качестве примера приведем риски, связанные с включением в программу Игр соревнований по тяжелой атлетике среди девушек начиная с возраста 15 лет. В этом случае неизбежна напряженная силовая подготовка с использованием предельных или околопредельных отягощений 11–14-летними спортсменками, находящимися в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития, в которых по медицинским причинам, связанным с нарушениями гормональной сферы, подавлением роста и тяжелым травматизмом опорно-двигательного аппарата такие нагрузки абсолютно недопустимы (Бар-Ор, Роуланд, 2009; Kenney et al., 2012).

Особенности периодизации годичной подготовки на разных этапах многолетнего совершенствования

Построение годичной подготовки в различных стадиях многолетнего совершенствования в значительной мере определяет содержание тренировочного процесса, направленного на развитие двигательных качеств. В одних случаях предпочтение может отдаваться преимущественному развитию тех или иных двигательных качеств с учетом особенностей возрастного развития, полового созревания и др. В других — существенное внимание уделяется базовой подготовке с последующим переходом к специальной. Содержание физической подготовки может быть ориентировано на развитие мощности отдельных функциональных систем, достижение предельно доступного уровня развития тех или иных двигательных качеств, что характерно для этапа подготовки к высшим достижениям первой стадии многолетнего совершенствования или начала периода максимальной реализации функциональных возможностей — второй стадии.

Совсем по-иному строится физическая подготовка в течение последующих лет второй стадии (здесь развитие двигательных качеств носит интегральный характер), изначально объединяющей в систему различные проявления двигательных качеств, технико-тактического мастерства и психологической подготовленности. Такой подход также является средством профилактики перенапряжения функциональных систем и обеспечения готовности к соревнованиям в течение 8—10 мес. года.

Применительно к различным этапам второй стадии многолетней подготовки следует обращать внимание не только на выбор предпочтительной модели периодизации годичной подготовки, но, что не менее важно, на состав тренировочных средств. Если для первой стадии многолетнего совершенствования спортсменов является предпочтительной концепция, предполагающая преимущественное развитие различных двигательных качеств, повышение технической, физической и психологической подготовленности с последующей интеграцией адаптационных перестроек в соответствии с требованиями соревновательной деятельности, то для второй стадии эта концепция является нецелесообразной. Здесь в основу содержания подготовки должен быть изначально положен интегральный метод и системный подход, ориентированные на преимущественное использование средств интегрального воздействия, органично связанных с требованиями соревновательной деятельности. Это относится как к средствам, применяемым для развития двигательных качеств, так и к средствам совершенствования разных сторон подготовленности. Например, упражнения, направленные на развитие силовых качеств, должны включать проявление силы в концентрическом, эксцентрическом, плиометрическом и, по возможности, в изометрическом и баллистическом режимах, предполагать вовлечение постуральных мышц. Следует стремиться к тому, чтобы в этих упражнениях учитывалось вовлечение различных систем энергообеспечения, обеспечивались координационная сложность, требования к статодинамической устойчивости. В равной мере это относится и к средствам технической подготовки, которые должны быть ориентированы не столько на пространственно-временные и динамические характеристики движений, но и предполагать необходимое вовлечение систем энергообеспечения, тактические и психологические характеристики.

Такой подход делает более разнообразным тренировочный процесс, объединяет ощущения и чувства, обеспечивает профилактику переутомления, перенапряжения функциональных систем и перетренированности, не допускает максимальных нагрузок по отношению к тем системам организма, которые уже достигли в результате предшествовавшей тренировки максимально доступного уровня адаптации.

В целом, такая концепция подбора тренировочных средств во второй стадии многолетней подготовки обеспечивает прогресс не за счет достижения максимально доступных значений отдельных мощностных показателей, а путем интеграции совокупности многочисленных навыков, качеств и способностей, их сбалансированности с учетом требований спортивной специализации и структуры соревновательной деятельности.

Эффективность процесса многолетнего совершенствования в целом и на его разных этапах во многом зависит от построения годичной подготовки. В течение первых двух этапов многолетней подготовки тренировочный процесс носит комплексный характер с параллельным совершенствованием разных сторон подготовленности спортсменов при преимущественном техническом совершенствовании. Важно каждое очередное занятие проводить на фоне полного восстановления после предыдущего. Осуществляется это путем поддержания стандартного еженедельного объема работы и относительно постоянного соотношения тренировочных средств различного преимущественного воздействия, не допускающих недовосстановления ко времени проведения очередного занятия. Необходимость существенного колебания объема работы и величины нагрузки в микроциклах, освоения программ отдельных микроциклов в условиях недовосстановления после нагрузок предыдущих возникает на последующих этапах многолетней подготовки, когда ставится задача стимуляции адаптационных реакций систем энергообеспечения, развития специальной выносливости, целенаправленной подготовки к ответственным соревнованиям.

Таким образом, в течение первых 4–6 лет отсутствует периодизация годичной подготовки, ориентированная на достижение высоких результатов в основных соревнованиях сезона. Направленность подготовки, соотношение тренировочных средств различной направленности в течение года изменяются в соответствии с закономерностями становления мастерства в процессе многолетней подготовки, а не в связи с необходимостью подготовки к конкретным соревнованиям.

Однако в течение второго этапа многолетней подготовки — предварительной базовой подготовки — два–три раза в течение года могут планироваться 10–15-дневные тренировочные структуры (обычно два микроцикла) специальной направленности, предшествующие основным соревнованиям и придающие годичной подготовке элементы периодизации.

На третьем этапе многолетней подготовки — этапе специализированной базовой подготовки — возникает нечетко выраженная периодизация годичной подготовки, соответствующая особенностям одноциклового или двухциклового планирования с продолжительным подготовительным периодом (особенно его общеподготовительного этапа) и непродолжительным и слабовыраженным — соревновательным.

На этапе подготовки к высшим достижениям уже требуется четкая периодизация годичной подготовки обычно на основе одноциклового, двухциклового или трехциклового моделей. При этом в каждом очередном макроцикле продолжительность общеподготовительного этапа подготовительного периода имеет тенденцию к сокращению.

На четвертом этапе многолетней подготовки — этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей — могут уже иметь место различные подходы к периодизации. В частности, в годы, когда проводятся Олимпийские игры и чемпионаты мира, целесообразно ориентироваться на одно-, двух- и трехциклового модели, в наибольшей мере гарантирующие достижение состояния наивысшей готовности к главным стартам. В другие годы могут оказаться предпочтительными многоциклового модели периодизации (до 4–7 циклов), которые, с одной стороны, позволяют достаточно успешно выступать в большом количестве соревнований, а с другой, — делают процесс подготовки более разнообразным и при правильной постановке дела

создающим благоприятные предпосылки для подготовки в год проведения Олимпийских игр или чемпионатов мира.

Периодизация годичной подготовки на этапах сохранения высшего спортивного мастерства и постепенного снижения достижений зависит и от стратегии соревновательной деятельности, избранной спортсменом.

Один из распространенных вариантов сводится к постоянному поддержанию на достаточно высоком уровне состояния готовности к стартам за счет комплексной подготовки с периодическим включением структур (2–3 микроцикла) избирательного воздействия, направленных на восстановление утрачиваемых возможностей той или иной из сторон подготовки. На этом фоне перед соревнованиями планируется 3–4-недельный мезоцикл, первые две-три недели которого посвящаются напряженной специальной подготовке, а последняя — восстановлению и предстартовой подготовке. Таким путем в настоящее время идут многие спортсмены, прошедшие пик своей карьеры и относящиеся к спорту как к профессиональной деятельности коммерческого характера.

Бывают случаи, когда великовозрастные спортсмены надеются добиться успехов в главных соревнованиях года, вернуть утраченные позиции. В этом случае они обязательно должны обратиться к классическим моделям периодизации годичной подготовки, обычно промежуточным между одноцикловой и двухцикловой или трехцикловой. Случаи успешного возвращения в спорт высших достижений, часто через несколько лет после официального завершения спортивной карьеры, встречаются в современном спорте. Однако успехов на чемпионатах мира или Олимпийских играх добиваются только те спортсмены, которые сумели построить годичную подготовку на основе классической теории периодизации, полностью подчинив её решению задачи достижения наивысших результатов в главных соревнованиях года.

Длительные перерывы в подготовке

В практике многолетней подготовки спортсменов высокого класса нередко приходится сталкиваться с вынужденными длительными перерывами, а иногда и уходом из спорта с последующим возвращением через длительное время. Перерывы чаще всего обуславливаются внешними причинами — травмами, требующими длительного периода прекращения тренировочной и соревновательной деятельности, депрессией, обусловленной спортивными поражениями или другими причинами, у женщин — беременностью и рождением ребенка. Такой перерыв, с одной стороны, приводит к значительному снижению уровня развития двигательных качеств, к утрате или расшатыванию многих компонентов технико-тактической и физической подготовленности вследствие естественного процесса деадаптации, а с другой — создает предпосылки для очередного адаптационного скачка, чего нельзя ожидать от спортсменов, находящихся на протяжении многих лет в состоянии высокого и относительно стабильного уровня подготовленности. Рациональное построение подготовки в таких случаях нередко приводит к ярким успехам спортсменов, которые казалось бы уже покинули большой спорт.

В подготовке легкоатлетки из Германии Хайке Дрекслер было два длительных этапа, в течение которых происходило поэтапное снижение (деадаптация) и последующее восстановление (реадаптация) функционального потенциала и, естественно, спортивного мастерства. Первый такой этап был вызван естественной причиной — беременностью и рождением ребенка, — и наступил после семи лет успешных выступлений спортсменки на мировом уровне, когда ей было 24 года. В течение

этого этапа один год был полностью пропущен, а в течение второго года спортсменка планомерно восстанавливала свое мастерство. После этого она в течение шести лет успешно выступала на высшем уровне. Второй, более длительный этап, наступил в 1996 г. и был вызван серьезными травмами. Дрекслер пропускает Игры 1996 г. из-за серьезной травмы колена, а в 1997 г. переносит серьезные операции на обоих ахилловых сухожилиях. В 1998 г. она частично восстанавливает свой потенциал и начинает выступать в соревнованиях, однако вновь получает травму, не имеет возможности полноценно тренироваться и не участвует в соревнованиях в течение всего 1999 г. За год до Игр в Сиднее, как это было и с Сальниковым, 36-летняя Дрекслер восстанавливается после травм и начинает активно готовиться к Играм Олимпиады, на которых уверенно выигрывает золотую медаль в прыжках в длину.

То, что длительный перерыв в подготовке не является непреодолимым препятствием для возвращения в спорт высших достижений, наглядно продемонстрировала и американская спортсменка Дара Торрес, которая дважды с успехом возвращалась на олимпийскую арену после длительных перерывов. Свою первую олимпийскую медаль (золотую) спортсменка завоевала в 1984 г. в Лос-Анджелесе в возрасте 17 лет, а через 24 года на Играх Олимпиады в Пекине была удостоена трех серебряных медалей. В это время спортсменке шел 42-й год.

Легкоатлет из Доминиканской Республики Феликс Санчес, проживающий и тренирующийся в США, наивысших результатов в беге на 400 м с барьерами достиг в возрасте 24–27 лет, дважды (2001 и 2003) выиграв чемпионаты мира, а также завоевав золотую медаль на Играх Олимпиады в Афинах в 2004 г. После чемпионата мира 2007 г. Санчес практически покинул спорт высших достижений, однако в дальнейшем вопреки советам и прогнозам начал подготовку к Играм Олимпиады 2012 г., на которых в возрасте 35 лет сумел завоевать вторую золотую медаль. Это событие стало одной из сенсаций этих Игр. Подобных примеров достаточное количество в разных видах спорта.

Длительные перерывы в подготовке и соревновательной деятельности, естественно, наиболее часто встречаются у женщин, которые вынуждены прерывать активные занятия спортом в связи с беременностью и рождением ребенка. Практика современного спорта и результаты ряда научных исследований свидетельствуют о том, что длительный перерыв в занятиях спортом, существенные перестройки в организме женщин и естественная деадаптация не только не мешают спортсменкам вернуться к активной спортивной карьере, но и, возможно, являются одним из факторов, способных стимулировать дальнейший рост результатов.

Теоретические аспекты развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов



ЧАСТЬ
II

Глава 4. Концепции, принципы, средства и методы развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов

Глава 5. Современные представления о физических упражнениях в системе подготовки спортсменов

КОНЦЕПЦИИ, ПРИНЦИПЫ, СРЕДСТВА И МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Концептуальные подходы к физической подготовке спортсменов

Согласно традиционному и давно устоявшемуся концептуальному подходу, физическая подготовка как процесс развития различных двигательных качеств, является одним из видов подготовки спортсмена наряду с технической, тактической, психологической. С учётом этого проводились исследования в области скоростной, скоростно-силовой и силовой подготовки, гибкости, координации, ловкости, выносливости, формировались представления о факторах, определяющих уровень развития каждого из качеств и составляющих их компонентов, обосновывалась и реализовывалась методика их развития и контроля за её эффективностью и др. Аналогичные подходы использовались и по отношению к другим видам подготовки: технической, тактической, психологической. То есть на протяжении уже многих десятилетий в основе накопленных знаний и практического опыта лежат результаты аналитического метода, позволяющего тщательно изучить различные физические качества, охарактеризовать множество факторов их определяющих, связи между ними, механизмы проявления в тренировочной и соревновательной деятельности и др.

Реализация такой методологии по отношению как к физической, так и другим видам подготовки спортсмена, с одной стороны, обеспечивает высокую эффективность тренировочного процесса по отношению к каждому из видов, однако, с другой — не способствует их интеграции в целостную систему хорошо сбалансированных составляющих, обеспечивающих рациональную соревновательную деятельность.

Отсюда возник и ещё один вид подготовки, который в специальной литературе и практике представлен как интегральная подготовка — часть тренировочного процесса, направленная на объединение всех видов подготовленности спортсмена в целостность (интегральную подготовленность), обеспечивающую их объединение и реализацию в интересах высокоэффективной соревновательной деятельности.

Аналитический подход нашёл отражение и в составе средств и методов развития различных двигательных качеств и методик их использования, которое предполагает относительно последовательное использование упражнений общеподготовительного, вспомогательного, специально-подготовительного и соревновательного характера. Это обеспечивает по отношению к каждому из качеств создание фундамента структурного и функционального характера, а на его основе развитие того или иного качества в соответствии с требованиями конкретного вида соревнований. И, опять же, на заключительном этапе реализуется программа, направленная на объединение достигнутого уровня развития каждого из качеств в непротиворечивую и сбалансированную систему физической подготовленности, в полной мере отвечающую требованиям вида спорта, структуре и содержанию соревновательной деятельности.

Такой концептуальный подход к совершенствованию как различных сторон подготовленности, так и к развитию каждого из двигательных качеств соответствует требованиям важнейших специальных принципов спортивной подготовки, в частности, единства общей (базовой) и специальной подготовки, соответствия физической подготовки возрастным и половым особенностям спортсмена. Это особенно важно применительно к содержанию первой стадии многолетней подготовки спортсмена, в течение которой должно уделяться особое внимание на развитие гармоничной физической подготовленности, особенности сенситивных периодов, препубертатного, пубертатного и постпубертатного периодов полового развития. В результате тренировочный процесс подчиняется закономерностям возрастного развития и планомерного становления спортивного мастерства до оптимальной возрастной зоны каждого вида спорта, в которой спортсмены способны выйти на уровень высших достижений. Что же касается участия в соревнованиях и результативности выступлений в них, то при рационально построенной подготовке соревновательная деятельность должна носить вторичный характер, естественно вписываться в тренировочный процесс, не нарушая его ориентации на планомерное многолетнее совершенствование с целью максимально возможной реализации природных задатков спортсменов.

Методология, лежащая в основе такого подхода к развитию двигательных качеств и физической подготовки спортсменов и других сторон их подготовленности, в значительной мере предопределяет традиционную модель периодизации годичной подготовки на заключительном этапе первой стадии многолетней подготовки — этапе подготовки к высшим достижениям, приведшую к выдающимся выступлениям на Играх Олимпиад национальные команды её применявшие. Наиболее ярко эффективность такого подхода в прежние годы предопределялась успехами команд СССР, ГДР, Кубы, Болгарии, Румынии, а в настоящее время — Китая, Великобритании, Японии, Норвегии, в значительной мере США и ряда других стран. В основе успешных выступлений команд этих стран на олимпийской арене лежал подход планомерного построения подготовки к главным стартам года и отсутствие погони за результатами в других соревнованиях.

Однако в должной мере реализовывать требования рассматриваемой концепции в современном спорте, в подавляющем большинстве видов которого соревновательный календарь охватывает до 11–12 месяцев года, а организаторы соревнований всё делают для того, чтобы добиться в каждом соревновании высокой результативности и острейшей конкуренции, практически невозможно. Исключения касаются лишь спортсменов некоторых стран, в которых административный ресурс может влиять на подготовку атлетов в течение года, предшествовавшего Олимпийским играм.

Это привело к постепенному формированию концептуального подхода, позволяющего с успехом выступать в соревнованиях в большей части года. В отличие от первого концептуального подхода, построенного на относительно изолированных процессах развития двигательных качеств и

разных сторон подготовленности спортсменов с последующим их синтезом по мере приближения к главным соревнованиям, положен противоположный подход. Всё содержание тренировочного процесса изначально построено на интегративизме — совмещённом проявлении и развитии различных двигательных качеств, совершенствовании технико-тактического мастерства, психологической подготовленности.

Этот концептуальный подход преимущественно ориентирован на содержание этапов второй стадии многолетней подготовки, в течение которой спортивный результат и успехи в соревнованиях являются основными критериями эффективности подготовки. Для реализации этого подхода созданы не только внешние предпосылки в виде необходимости постоянного участия в многочисленных соревнованиях, но и внутренние, обусловленные достижениям максимального уровня адаптационных процессов, связанных со структурными и функциональными перестройками двигательного аппарата и систем энергообеспечения, в результате подготовки в первой стадии многолетнего совершенствования.

Поэтому во всех периодах второй стадии процесс подготовки, обеспечивающий дальнейший рост спортивных результатов, их удержание или замедление снижения, связан не с повышением мощности функциональных систем и увеличением объемов тренировочной работы и нагрузок, а с координацией и сбалансированностью различных сторон подготовленности, различных двигательных качеств и многочисленных компонентов, их обуславливающих, профилактикой явлений переутомления, перенапряжения функциональных систем и перетренированности. Это предполагает построение процесса развития двигательных качеств на основе использования интегрального метода, в тесной связи с требованиями принятой каждым спортсменом модели соревновательной деятельности. Существенное снижение тренировочных нагрузок, обычно со второго или третьего года этапа максимальной реализации индивидуальных возможностей, сопровождается существенным повышением внимания к нейрорегуляторным и психорегуляторным составляющим, обеспечивающим развитие и проявление двигательных качеств, эмоциональной и креативной составляющими тренировочного процесса.

Важно отметить, что для реализации такого подхода может быть использовано множество всякого рода технических средств, разработанных в сфере спорта высших достижений, многочисленных инновационных видах двигательной активности и оперативно осваиваемых спортивной промышленностью. Дополнение этими средствами арсенала традиционно применяющегося в спорте, является существенным резервом повышения эффективности процесса развития двигательных качеств, особенно в направлениях их соответствия требованиям специфики видов спорта и сбалансированной реализации в соревновательной деятельности.

Специфические принципы в системе физической подготовки спортсменов

Фундаментом теории спортивной подготовки, как и любой теории, являются специальные принципы — руководящие идеи, установочные положения, опирающиеся своим содержанием на специальные закономерности — устойчивые и повторяющиеся связи между природными задатками и возможностями достижения высокого уровня развития составляющих спортивного мастерства; между факторами воздействий на организм спортсмена и его ответными реакциями срочного, суммарного, кумулятивного, отставленного характера; между различными двигательными качествами и компо-

нентами различных сторон (технической, физической, тактической, психологической) и видов (общей, вспомогательной, специальной) подготовленности.

Особое значение принципы спортивной подготовки имеют при решении задач, связанных с развитием различных двигательных качеств. Это вполне естественно, так как средства и методы, тренировочные программы и объемы выполняемой работы, используемые в процессе физической подготовки, связаны с большими, часто предельными нагрузками, исключительно высокими требованиями к различным функциональным системам, многообразием и сложностью протекания процессов утомления, восстановления, реакций адаптации, с риском переутомления, перенапряжения функциональных систем, перетренированности и травматизма.

Многолетние исследования в области теории и методики подготовки спортсменов, спортивной морфологии, физиологии, биохимии, психологии, различных общенаучных дисциплин и подходов (теория адаптации, системный подход, теория функциональных систем и др.), наряду с достижениями передовой спортивной практики, привели к выявлению множества сложных и закономерных связей между средствами тренировочного воздействия и реакцией на них организма спортсмена. Обобщение этих закономерных связей в виде специальных принципов подготовки спортсменов и их реализация на практике является той основой, на которой только и возможно рациональное построение подготовки спортсменов, направленной на развитие скоростных и силовых качеств, ловкости и координации, гибкости, различных видов выносливости.

Принципы спортивной подготовки не нормируют жестко структуру многолетней или годичной подготовки, состав и соотношение средств развития двигательных качеств, связь физической подготовки с другими ее видами (физической, технико-тактической, психологической), динамику тренировочных и соревновательных нагрузок, построение программ занятий, микроциклов и мезоциклов и др. Они представляют собой лишь обобщенные положения и установки методологического характера, отражающие совокупность тех или иных закономерностей, объективно влияющих на становление мастерства спортсменов. Знание и понимание принципов делают деятельность тренера и других специалистов, задействованных в подготовке спортсмена, осмысленной и обоснованной, не допускающей решений, входящих в противоречие с объективно существующими закономерностями становления мастерства спортсменов, достижения ими максимально доступных индивидуальных результатов.

Нельзя не отметить, что обоснование, разработка, постоянное уточнение и углубление принципов спортивной подготовки являются неоспоримыми приоритетами восточноевропейской спортивной науки, исторически стремящейся к подведению под теорию и практику спортивной подготовки научного знания и обобщающих положений. Именно это стремление нашло отражение в разработке и обосновании специальных принципов спортивной подготовки во многих фундаментальных трудах, получивших широкое международное признание (Матвеев, 1964, 1977, 2010; Озолин, 1970; Harre, 1982, 1994; Платонов, 1984, 1997, 2015; Воробьев, 1987, 1989; Желязков, 1986; Желязков, Дашева, 2002, 2011). Несомненно, однако, что особая роль в разработке проблематики принципов спортивной подготовки принадлежит российскому специалисту Л. П. Матвееву, труды которого отличаются стремлением к глубокому анализу проблем, незаурядные аналитические и прогностические способности автора, его склонность к фундаментальным теоретическим обобщениям.

Рядом специалистов стран западного мира также уделено значительное внимание изучению и обоснованию принципов подготовки спортсменов. Однако по непонятным причинам вне поля их внимания оказались достижения восточноевропейской научной школы. Это, как и весьма поверхностное отношение к формированию теоретического знания, во многих случаях привело к смеше-

нию общедидактических принципов со специальными принципами спортивной подготовки, попыткам возведения частных закономерностей смежных областей знаний в число принципов спортивной подготовки, неумению отличить принципы от закономерностей, правил и установок, отсутствию взаимосвязи и взаимодействия между принципами, с одной стороны, содержанием и формами организации процесса подготовки, — с другой.

Ниже остановимся на некоторых важнейших принципах, базирующихся на прочной научной основе, прошедших проверку спортивной практикой и имеющих большое значение для рационального построения процесса развития двигательных качеств спортсменов.

Принцип максимализации и гармонизации

Закономерности спорта, выраженные в его соревновательном начале, нацеленности спортивной деятельности на достижение победы в соревнованиях, установление рекорда в острейшей конкуренции между участниками спортивных соревнований и др., выдвигают в качестве важнейшей особенности спортивной подготовки устремленность к высшим достижениям, что находит отражение в принципе максимализации, проявляющемся в неуклонном стремлении к улучшению спортивных результатов и уровня различных видов подготовленности, достижению предельно допустимых спортивных возможностей, прежде всего в уровне развития физических качеств. Реализация этого принципа наглядно проявляется уже в том, что именно в спорте высших достижений достигнуты рекордные показатели силы, быстроты, гибкости, ловкости, выносливости, возможностей обеспечивающих систем — дыхания, кровообращения, систем энергообеспечения и др.

Устремленностью к высшим достижениям в значительной мере предопределяются все отличительные черты спортивной подготовки: ее целевая направленность и задачи, состав средств и методов, объемы работы и величина нагрузок, структура различных образований тренировочного процесса (этапов многолетней подготовки, макроциклов, периодов и др.), система комплексного контроля и управления, соревновательная деятельность и т. д. Данный принцип реализуется в использовании наиболее эффективных средств и методов тренировки, постоянной интенсификации тренировочного процесса и соревновательной деятельности, оптимизации режима жизни, применении специальной системы питания, отдыха и восстановления и др.

Стремление к максимально доступным достижениям в уровне развития различных двигательных качеств не должно входить в противоречие с другой составляющей этого принципа — гармонизацией, проявляющейся в сбалансированности развития различных двигательных качеств, их органическом объединении с другими видами подготовленности, в первую очередь, с технической, в интересах достижения наивысших результатов в соревновательной деятельности. Как избыточный, так и недостаточный уровень развития того или иного двигательного качества или значимых для его проявления возможностей функциональных систем может отрицательно сказаться на эффективности подготовки и спортивных результатах. Например, избыточный уровень максимальной силы и объема мышечной массы может существенно ограничить уровень проявления скоростных способностей, отрицательно сказаться на амплитуде движений, выносливости спортсмена. Недостаточный уровень силы приведет к ограничению мощности движений, координационных способностей, связанных с ускорением и замедлением движений, сменой их направления. Стремление к избыточному увеличению мощности и емкости аэробной системы энергообеспечения неизбежно приведет к изменениям в структуре и функционировании БС-волокон, которые отрицательно скажутся на скоростно-силовых возможностях спортсмена.

Поэтому естественное для спортивной подготовки стремление к достижению предельно возможных результатов в уровне развития двигательных качеств должно сдерживаться необходимостью их гармоничного развития в интересах достижения наивысшего спортивного результата. И здесь решающее значение приобретает анализ требований к физической подготовке, вытекающих из специфики вида спорта и вида соревнований. По отношению к профильным качествам должен реализовываться принцип максимализации, по отношению к другим — гармонизации, т. е. развития до того уровня, который не ограничивает проявление наиболее значимых для конкретного вида спорта или вида соревнований физических качеств. Например, для спортсменов, специализирующихся в тяжелой атлетике естественным является максимально возможное развитие взрывной силы и соответствующих видов координационных способностей. Спортсмены, специализирующиеся в шоссейных велогонках, беге на длинные дистанции, марафонском беге, лыжных гонках, триатлоне стремятся к достижению наивысшего уровня специальной выносливости, максимальных или близких к ним возможностей аэробной системы энергообеспечения. Развитие остальных двигательных качеств должно обеспечиваться до уровня, не ограничивающего проявление профильных.

Таким образом, применительно к задачам физической подготовки принцип максимизации и гармонизации ориентирует на такие уровни развития различных двигательных качеств, которые обеспечивают их наивысший совокупный эффект в конкретном виде соревновательной деятельности в органической взаимосвязи как между собой, так и с другими сторонами подготовленности. Этот принцип может рассматриваться как важнейший, формирующий стратегию развития двигательных качеств в спорте высших достижений, принципиально отличающуюся от той, которая реализуется, когда ставится задача достижения наивысших показателей в развитии того или иного качества.

Принцип соответствия физической подготовки возрастным и половым особенностям спортсмена

В основе этого принципа лежит необходимость зависимости содержания физической подготовки от возрастных особенностей и пола занимающихся. Особенно велика роль этого принципа при построении той части многолетней подготовки, которая охватывает возрастной диапазон от 6—7 лет до завершения биологического созревания, которое, как правило, наступает у мужчин в возрасте 21 года, у женщин — 19 лет. Этот период охватывает первые четыре этапа многолетней подготовки — начальной, предварительной, базовой, специализированной базовой и подготовки к высшим достижениям, в течение которых спортсмены проходят сложный путь от начала занятий спортом до уровня высших достижений.

По времени процесс подготовки к высшим достижениям практически полностью накладывается на процесс интенсивного биологического созревания человека, в течение которого происходит рост тела, формирование скелета и внутренних органов, развитие нервной системы, половое развитие. Изменяются психомоторные возможности, что находит проявление в так называемых чувствительных периодах, в течение которых отмечается наибольший естественный прирост тех или иных двигательных качеств.

В случае, если тренировочный процесс строится с учетом закономерностей возрастного развития, то у спортсменов появляется реальная возможность к достаточно полной реализации природных задатков, достижению высокого уровня спортивных результатов. Если же эти закономерности нарушаются, то юные спортсмены, во-первых, не достигают доступного для них уровня спортивного

мастерства, а во-вторых, у них резко возрастает вероятность нарушения естественного хода возрастного развития, вероятность серьезных заболеваний и патологических процессов.

Особенно уязвимы в этом отношении спортсменки, тренировка которых, к сожалению, в большей части случаев строится по такому же принципу, как и тренировка спортсменов. Вместе с тем к настоящему времени накоплен большой массив научного знания, требующий различий в методике тренировки мужчин и женщин. Эти различия столь существенны, что без их учета не только трудно обеспечить высокоэффективный процесс физической подготовки спортсменок, но и можно серьезно нарушить их возрастное развитие, нанести ущерб здоровью. Различия охватывают телосложение, возможности и особенности функционирования важнейших функциональных систем, уровень двигательных качеств и особенности их развития; гормональный статус, гиперандрогению, женскую спортивную триаду и менструальный цикл; половую идентичность, особенности психики и поведенческие реакции.

Соблюдение этого принципа в отношении процесса развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменок особенно важно в связи с труднообъяснимой политикой МОК и многих МСФ, практически осуществляющих свою деятельность в этой области путём сведения мужчин и женщин в однородную группу с пренебрежением к принципиальным различиям между полами исторического, социального, биологического, медицинского и чисто психологического спортивного характера.

Принцип непрерывности тренировочных воздействий

Эффективное развитие двигательных качеств требует регулярных и непрерывных тренировочных воздействий с постоянно возрастающими требованиями к функциональным возможностям организма. Даже незначительные перерывы в процессе подготовки приводят к достаточно быстро развивающейся деадаптации в отношении различных двигательных качеств и компонентов, входящих в их структуру. Это выдвигает необходимость выделить непрерывность тренировочных воздействий в качестве одного из принципов спортивной подготовки. Данный принцип характеризуется следующими положениями:

- спортивная подготовка и физическая подготовка как ее составная часть строятся как непрерывный многолетний и круглогодичный процесс, все звенья которого взаимосвязаны, взаимообусловлены и подчинены задаче достижения заданного уровня развития двигательных качеств;
- воздействие нагрузки каждого последующего тренировочного занятия, микроцикла, мезоцикла, периода и т. д. наслаивается на результаты предыдущих, закрепляя и развивая их;
- работа и отдых в спортивной подготовке регламентируются таким образом, чтобы обеспечить оптимальное развитие двигательных качеств и способностей, не допускать развития переутомления и перетренированности, с одной стороны, и деадаптации — с другой.

Реализация принципа непрерывности предусматривает наложение более интенсивных и специфически направленных тренировочных средств на адаптивные следы предшествовавших нагрузок. Предыдущие нагрузки являются фундаментом для более эффективного и планомерного воздействия на организм спортсменов последующих нагрузок, стимулирующих дальнейшее развитие реакций долговременной адаптации. При этом важно последовательную смену нагрузок представлять как постепенный переход от преимущественного использования одних нагрузок к преимущественному использованию других, а также исходить из целесообразности преимущественного использования конкретных средств и методов на том этапе подготовки, на котором они объективно необходимы в соответствии с логикой становления спортивного мастерства.

Таким образом, принцип непрерывности не только не исключает, но и предполагает изменения в соотношении средств и методов различной направленности в соответствии с закономерностями

развития двигательных качеств, обеспечения их эффективного сочетания, а также взаимодействия с другими сторонами подготовленности — техникотактической, психологической. Такой подход вытекает из закономерностей построения многолетней подготовки и составляющих ее структурных элементов — этапов, макроциклов, периодов и др., а также находится в соответствии с принципами волнообразности и вариативности нагрузок.

На фоне параллельного становления всех сторон подготовленности на разных этапах многолетней и годичной подготовки осуществляется преимущественное развитие тех или иных качеств и способностей с концентрацией соответствующих средств тренировочного воздействия. Такой подход позволяет обеспечить разностороннюю подготовленность спортсмена и одновременно создает необходимые условия для эффективной адаптации в отношении становления ее отдельных составляющих (Платонов, 2013). При этом применительно к работе над развитием каждого физического качества выделяются структурные элементы различной продолжительности развивающего характера и структурные элементы поддерживающие, сохраняющие достигнутый уровень адаптации.

Принцип единства общей (базовой) и специальной подготовки

Естественно, что достижение высокого уровня физической подготовленности спортсмена требует использования широчайшего круга специально-подготовительных и соревновательных упражнений. Однако это ни в коей мере не уменьшает значимости общей (фундаментальной, базовой) подготовки и тренировочных средств общеподготовительного и вспомогательного характера.

На ранних этапах многолетнего совершенствования общая физическая подготовка связана с обеспечением всестороннего и полноценного физического развития детей и подростков, а у взрослых квалифицированных спортсменов она в основном используется для развития тех составляющих подготовленности, которые не могут в должной мере обеспечиваться за счет специфических средств конкретного вида спорта. Ее роль в практике подготовки квалифицированных спортсменов, в том числе и мирового уровня, не снижается, а арсенал тренировочных средств постоянно расширяется. Такой подход опирается на обширный научный материал, свидетельствующий о том, что биологические механизмы и закономерности адаптации в значительной мере универсальны, а возможности явления «переноса» тренировочных эффектов разных тренировочных упражнений достаточно велики (Энока, 1998; Матвеев, 1999; Kenney et al., 2021).

Вне зависимости от этапа многолетней подготовки общая и специальная подготовка органически взаимосвязаны и, по сути, представляют целостный процесс спортивной подготовки, содержание которого обусловлено спецификой вида спорта, индивидуальными особенностями спортсмена, этапом или периодом подготовки. Общеподготовительные упражнения в этом процессе прямо или косвенно создают необходимую основу для эффективной специальной подготовки, что и лежит в основе принципа единства общей и специальной подготовки.

Источником все еще встречающейся недооценки общей подготовки является неадекватное понимание ее содержания и связи с различными сторонами специальной подготовки. Например, если понимать общую физическую подготовку лишь как занятия не свойственными избранному виду спорта упражнениями и не учитывать наличия сложных связей между эффектами общеподготовительных и специально-подготовительных упражнений, то можно прийти к выводу о нецелесообразности такой подготовки, во всяком случае по отношению ко взрослым квалифицированным спортсменам. Но такое понимание противоречит сути принципа единства общей и специальной подготовки (Матвеев, 1999).

Принцип вариативности тренировочных нагрузок

Вариативность отображает исключительное многообразие задач, средств и методов, характерных для физической подготовки спортсменов, влияние на ее содержание специфики вида спорта, возраста и пола спортсмена, уровня их подготовленности, этапа многолетнего совершенствования, периода макроцикла, структуры мезоциклов и микроциклов, особенностей соревновательной деятельности.

Вариативность и направленность средств и методов физической подготовки в значительной мере определяются необходимостью обеспечения взаимосвязи между двигательными качествами и техническим мастерством спортсмена. Физическая подготовка должна не только создавать необходимый для становления эффективной техники и тактики уровень двигательных качеств, но и обеспечивать их развитие на широком спектре умений и навыков, характерных для конкретного вида спорта, органически увязывать физическую подготовленность с моторной памятью, обеспечивая тем самым создание основы для проявления уровня физических качеств в самых разнообразных двигательных действиях, характерных для соревновательной деятельности.

Ряд специалистов видят обеспечение этой взаимосвязи планированием тренировочных блоков разной направленности. Например, предлагается (Верхошанский, 2005; Иссурин, 2010) блок технической подготовки планировать за блоком специальной физической подготовки, после достижения высокого уровня развития двигательных качеств. Такой подход представляется ошибочным уже по той причине, что непонятно, как может быть рационально построен процесс развития специальных двигательных качеств в отрыве от процесса технического совершенствования. Так, Плиск и Стоун (Plisk, Stone, 2003) рекомендуют стратегию, согласно которой в различных блоках поочередно меняется направленность тренировки с использованием предельных нагрузок. Сначала планируется блок подготовки, направленный на развитие силы, а затем — скоростных качеств. Это весьма странная рекомендация, так как хорошо известно, что однонаправленная напряженная силовая подготовка, не поддержанная разнообразными упражнениями скоростного и координационного характера, способна серьезно подавить уровень скоростных возможностей спортсмена, разрушить взаимосвязи между силовыми, скоростными, координационными и техническими составляющими подготовленности.

Противоречие должно преодолеваться не путем последовательного становления различных сторон спортивного мастерства и развития тех или иных двигательных качеств, а на основе вариативности средств физического и технического совершенствования при органической взаимосвязи процессов развития физических качеств, становления и совершенствования двигательных навыков.

Чем шире круг специальных упражнений и двигательных действий, используемых спортсменом в процессе физической подготовки, и чем в большей мере он связан с техническим совершенствованием спортсмена, тем благоприятнее предпосылки для формирования новых форм двигательной деятельности и совершенствования освоенных ранее. Параллельность, а во многих случаях и совмещенность процессов физической и технической подготовки обеспечивает органичность взаимосвязи между спортивной техникой и двигательными качествами, повышает уровень реализации физической подготовленности в соревновательной деятельности.

Вполне естественно, что такой подход не только не исключает, но и предполагает увеличение доли средств определенной направленности в различных структурных образованиях тренировочного процесса с целью избирательной стимуляции адаптационных реакций, предопределяющих уровень развития определенного двигательного качества или становления конкретных составляющих технического мастерства. Однако такие проявления вариативности не должны переходить границ, за которыми разрываются закономерные связи между физической и технической подготовленностью.

Принцип волнообразности тренировочных нагрузок

Волнообразность нагрузок по величине и преимущественной направленности в разных структурных образованиях тренировочного процесса как важнейший принцип спортивной подготовки имеет особое значение при развитии различных видов скоростных и силовых качеств, гибкости, ловкости и координации, выносливости.

Волнообразность нагрузок является инструментом реализации множества закономерностей, определяющих эффективность физической подготовки в процессе многолетнего совершенствования, в макроциклах и их периодах, мезоциклах и микроциклах, в течение дня и каждого тренировочного занятия. В частности, руководство этим принципом позволяет регулировать процессы:

- относящиеся к реакции организма спортсмена на тренировочные упражнения и их серии, проявлению срочной адаптации, развитию процессов утомления и восстановления, которые определяют волнообразность нагрузок при выполнении программ отдельных занятий и микроциклов;
- относящиеся к суммарному и кумулятивному воздействию нагрузок серии микроциклов, взаимодействию нагрузок различной направленности, формированию отставленного тренировочного эффекта, которые лежат в основе волнообразности нагрузок в тренировочных мезоциклах;
- предопределяющие преобладание в развитии различных двигательных качеств и их составляющих, концентрацию в течение заданного времени объема тренировочных воздействий, необходимых для развития конкретного двигательного качества, что обеспечивает рациональное содержание физической подготовки в макроциклах;
- обеспечивающие на основе учета возрастных особенностей спортсменов плановость и органическую взаимосвязь множества процессов, направленных на развитие двигательных качеств и повышение возможностей регуляторных и исполнительных функциональных систем, что находит отражение в волнообразности нагрузок в процессе многолетнего совершенствования;
- обеспечивающие баланс между тренировочными нагрузками и внутрине тренировочными средствами стимуляции работоспособности и восстановительных реакций; между процессами адаптации, деадаптации и реадаптации; между тренировочными средствами и программами, направленными на развитие различных двигательных качеств, однако находящимися в отрицательном взаимодействии.

Следует отметить, что четко выраженная волнообразность нагрузок отмечается не на всех этапах многолетнего совершенствования, а только на тех из них, на которых используются высокие тренировочные нагрузки, связанные с глубоким утомлением, достаточно продолжительным восстановительным периодом, формированием отставленного тренировочного эффекта, риском переутомления. Естественно, что в этих условиях в разных структурных образованиях четко проявляется волнообразность в динамике величины нагрузок, их преимущественной направленности, а также во взаимодействии элементов структуры процесса подготовки, призванных стимулировать реакции адаптации с элементами, в которых решаются задачи отдыха и восстановления. Такие явления могут возникать, начиная с третьего этапа многолетней подготовки — этапа специализированной базовой подготовки — и в полной мере проявляться на этапах подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей. Что же касается первых двух этапов многолетнего совершенствования (начальной и предварительной базовой подготовки), то здесь волнообразность либо вообще не выражена, так как имеет место плановая комплексная техническая и физическая подготовка, не связанная с максимальными нагрузками, либо связана с незначительными колебаниями преимущественной направленности программ занятий или незначительным снижением нагрузки и изменением ее направленности перед соревнованиями.

Принцип единства взаимосвязи физической подготовки с внутренировочными факторами

С каждым годом остается все меньше резервов для повышения эффективности тренировочного процесса на основе использования традиционных тренировочных средств и методов. Это вполне естественно, так как результаты многочисленных и ширококомасштабных исследований в сфере теории и методики подготовки спортсменов и многих смежных дисциплин (кинезиологии, спортивной морфологии, физиологии, биохимии, спортивной медицины, психологии спорта и др.), внедрение их результатов в практику оставляют все меньше возможностей для роста спортивных результатов за счет средств и методов совершенствования технико-тактического мастерства, повышения уровня физической и психологической подготовленности спортсменов, а также эффективности построения различных структурных элементов тренировочного процесса.

В этих условиях эффективность спортивной подготовки и, в первую очередь, процесса развития различных двигательных качеств, в постоянно возрастающей степени определяется использованием потенциала так называемых внутренировочных факторов. В их числе различного рода тренажеры, специальные средства и диагностические комплексы, позволяющие объективизировать и повысить качество процесса развития двигательных качеств. Особенно велики возможности этого направления при развитии силовых качеств и координации, где под влиянием внутренировочных факторов произошло радикальное изменение содержания тренировочного процесса, увеличилась его разносторонность, избирательность воздействия, соответствие специфике видов спорта. Не меньшие резервы изысканы и в оптимизации специальных диет, соответствующих специфике вида спорта и преимущественной направленности тренировочного процесса. За счет рационального питания может быть увеличен суммарный объем тренировочной работы, интенсифицированы восстановительные и адаптационные реакции, повышена эффективность тренировки, направленной на развитие различных видов силовых качеств, выносливости. Неотъемлемой частью подготовки в ряде видов спорта стала тренировка в условиях среднегорья и высокогорья, искусственно создаваемой гипоксической среды. В подготовку спортсменов широко внедрены разного рода средства, стимулирующие работоспособность и восстановительные реакции.

Таким образом, традиционные средства и методы физической подготовки и различного рода внутренировочные средства представляют собой целостную систему воздействий, способствующих развитию двигательных качеств. Это влечет за собой необходимость выделения единства и взаимосвязи физической подготовки с нетренировочными факторами в самостоятельный принцип спортивной подготовки.

Принцип взаимосвязи физической подготовки с профилактикой перетренированности и травматизма

Процесс развития различных двигательных качеств связан с исключительно большими физическими нагрузками, не сопоставимыми с теми, которые имеют место в иных сферах человеческой деятельности, включая так называемые экстремальные. Воздействие этих нагрузок часто усугубляется сложными погодными и климатическими условиями (жара, холод, среднегорье, высокогорье), необходимостью преодоления временного стресса, вызываемого частными дальними перелетами, энергодефицитом, обусловленным стремлением к минимизации массы тела и др.

Очень часто эти нагрузки не соответствуют возрастным и половым особенностям занимающихся, уровню их подготовленности и функционального состояния. Дополнительным фактором риска является напряженная соревновательная деятельность, перфекционистские устремления спортсменов и тренеров, особенно опасные в детско-юношеском спорте.

Спортивные травмы, перетренированность и профессиональные заболевания существенно снижают эффективность тренировочной и соревновательной деятельности, во многих случаях ломают карьеру спортсменов, нередко приводят к уходу из спорта наиболее одаренных из них, а в отдельных случаях — к серьезным отклонениям в состоянии здоровья. Исследования этой проблемы убедительно свидетельствуют о том, что большая часть факторов риска и причин перетренированности, спортивного травматизма и заболеваний находится в сфере спортивной подготовки и является следствием нерационального построения тренировочного процесса, чрезмерных нагрузок, применения травмоопасных средств и методов подготовки, некачественного спортивного инвентаря и оборудования, использования допинга, неблагоприятной окружающей среды и др.

Таким образом, рационально построенный процесс развития двигательных качеств должен предусматривать постоянную работу по профилактике перетренированности, спортивного травматизма и заболеваний. Более того, назрела необходимость выделить профилактику травматизма и профессиональных заболеваний (за счет естественных методов и средств спортивной подготовки и окружающей среды) в качестве одного из специфических принципов спортивной подготовки. Реализация этого принципа должна пронизывать все содержание процесса развития двигательных качеств, начиная от рациональной разминки, подбора средств и методов, величины нагрузок и соотношения работы различной направленности, построения различных структурных элементов процесса подготовки и завершая использованием адекватных подготовке диет, средств восстановления и стимуляции работоспособности и реакций адаптации, безопасного инвентаря и спортивных объектов.

Общедидактические принципы, положения и правила специальной дидактики в системе физической подготовки спортсменов

В спорте широко используются также общедидактические принципы:

- **доступности** — обеспечивается организацией процесса обучения и его осуществлением в соответствии с уровнем подготовленности, возрастными и индивидуальными особенностями занимающихся. Классические правила реализации этого принципа (от простого к сложному, от известного к неизвестному и др.) дополняются необходимостью учета возраста и подготовленности занимающихся, их способности к усвоению нового знания. Предоставление доступного для усвоения материала должно сочетаться с его сложностью, требующей мобилизации познавательных способностей занимающихся — его мыслительной деятельности, органов чувств;
- **сознательности и активности** — состоит в необходимости развития у занимающихся потребности и интереса к овладению знаниями. Реализация принципа обеспечивается четким пониманием целей, задач и важности предполагаемой работы, осознанием особенностей, используемых средств и методов подготовки, логической связи между новым и ранее освоенным материалом, развитием творческого мышления и самостоятельности занимающихся, опирающихся на детальный анализ проблем обучения и подготовки, поиск альтернативных путей их решения;

- **наглядности** — опирается на реальные представления занимающихся о предмете обучения. Использование этого принципа в спортивной подготовке обеспечивается демонстрацией различного рода схем, примеров, моделей, облегчающих процесс восприятия, запоминания и воспроизведения предметов и явлений, подкреплением абстрактных положений конкретными фактами и примерами, акцентированием внимания на наиболее существенных и значимых свойствах предметов и явлений, что позволяет избежать рассеивания внимания, концентрации его на второстепенных деталях;
- **систематичности и последовательности** — последовательное усвоение занимающимися системы знаний в определенной области. Принцип проявляется в разделении изучаемого материала на логически завершенные части, освоении каждой части материала в органической взаимосвязи с другими частями, сочетании изучения нового материала с повторением ранее усвоенного, обобщением усвоенного знания, объединением его в систему;
- **прочности** — характеризует ту особенность обучения, в соответствии с которой овладение знаниями, умениями и навыками предполагает их всестороннее осмысление и обстоятельное усвоение и овладение. Принцип прочности требует основательного изучения и закрепления усвоенного мастерства. Реализация принципа обеспечивается рациональным построением процесса обучения, активностью и осмысленным отношением занимающихся к усвоению материала; логической взаимосвязью различных частей знания; отсутствием перегрузки процесса обучения, исключением из него разрозненных и второстепенных сведений, монотонного и однообразного материала; применением знаний, умений и навыков на практике.

В отечественной литературе как по общетеоретическим аспектам спортивной подготовки, так и вопросам подготовки спортсменов в разных видах спорта внимание акцентируется на общедидактических принципах и их использовании в практической деятельности. Однако, как справедливо отмечает Ю. К. Гавердовский (2007), очень немногие авторы осознают, что эти общие принципы представляют собой лишь основу для формирования специальных вариантов дидактики для каждой конкретной сферы деятельности, особенно такой специфичной, как спорт.

Хорошо известно, что развитие дидактических принципов осуществлялось преимущественно в связи с задачами образовательного обучения. В то же время в спорте основная часть обучения осуществляется на моторном уровне с широким использованием терминов и понятий физиологии, психологии, биомеханики, а обучение сложным двигательным действиям, развитие двигательных качеств, совершенствование тактики — во многом на иной основе, чем освоение образовательных дисциплин школьной или вузовской программы. Поэтому дидактические принципы требуют осмысления, конкретизации и переработки в связи с задачами современного спорта.

Одним из примеров удачной адаптации дидактических принципов к нуждам современного спорта являются разработанные Ю. К. Гавердовским (1991, 2007) специальные дидактические положения и правила, достаточно всесторонне отображающие общедидактические принципы, а также значимые для практики спорта закономерности. Хотя все эти положения и правила увязываются автором лишь с системой обучения спортивным упражнениям, однако они актуальны не только для процесса обучения, но и для всей системы подготовки, включая развитие двигательных качеств, совершенствование тактической и психической подготовленности, повышение возможностей различных органов и систем организма спортсмена и др. Ниже приводятся основные из этих положений и правил.

Целесообразность и практичность. Обучение должно носить целеполагающий характер. Необходимо соответствие всех основных компонентов обучения, особенно его методических и программных элементов, как ближним, так и, особенно, отдаленным целям подготовки. Высшей целью обучения каждому упражнению является методичное продвижение к технически наиболее совершенным сложным упражнениям, качество освоения которых определяет в будущем класс спортсмена. Работа над движением должна быть также практичной, прикладной. Необходимо отсеивать все бесперспективное, ясно отдавая себе отчет, в какой именно ситуации каждое новое упражнение, сознательно сделанное предметом работы, может быть полезным теперь или в дальнейшем.

Готовность. Тренер должен быть готов к работе над конкретным упражнением со спортсменом, обладая определенными профессиональными знаниями, умениями, навыками. В свою очередь, спортсмен должен быть в достаточной и необходимой готовности, чтобы в данной ситуации обучения рассчитывать на успех. Это относится как к его базовой готовности (квалификации, уровню подготовленности), так и к функциональному состоянию, способному заметно меняться в ходе одного занятия.

Управляемость и подконтрольность. Обучение должно быть построено как система с развитыми обратными связями между тренером и спортсменом, в противном случае оно носит неуправляемый, стихийный характер. Необходимым компонентом управления процессом обучения является текущий контроль. Даже в тех случаях, когда в работе над упражнением допускается элемент спонтанности, текущие результаты обучения должны оставаться подконтрольными как тренеру, так и спортсмену.

Позитивная мотивация. Успешное обучение, особенно сложным упражнениям, невозможно без должного психологического стимула к работе. Первичное побуждение к занятиям избранным видом физических упражнений определяется правильным отбором и ориентацией. В дальнейшем поддержание интереса к работе и сопутствующее воспитание учеников — важная задача тренера, особенно при подготовке взрослеющих спортсменов, в жизни которых неизбежно появляются мотивы поведения, которые могут препятствовать успешной подготовке.

Систематичность. Эффективный процесс усвоения нового материала возможен только при условии работы, носящей систематический, упорядоченный характер с рациональным чередованием работы и отдыха. Правильный режим работы позволяет строить процесс подготовки в строгом соответствии с закономерностями адаптации организма спортсмена к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Смысловая и перцептивная «наглядность». Подчеркивает важность не только зримого образа движения, но и всего концептуального образа, включающего в себя как смысловую, так и, особенно, сенсомоторную информацию о движении, «собираемую» в процессе обучения по всему перцептивному полю, задействованному в исполнении данного упражнения.

Планомерность и постепенность. Обучение сложному упражнению должно следовать некоторой стратегии, заблаговременный выбор которой предопределяется степенью готовности обучающегося в отношении избранной им цели. Тактика обучения выбирается оперативно, в ходе конкретной работы над движением. Программа обучения должна обеспечивать постепенное наращивание сложности и трудности заданий.

Динамизм и прогрессирующее. Процесс обучения, оцениваемый по его реальным результатам, должен активно продвигаться вперед, не допуская стагнации, застоя, которые часто возникают не только по причинам принципиально неверного выбора средств и методов обучения, но и ввиду их однообразия, когда ранее эффективные методы, приемы работы в применении к меняющейся ситуации обучения теряют свою силу, но по инерции продолжают использоваться тренером.

Это не только отдаляет конечный результат обучения, но и приводит к вредному заучиванию промежуточных учебных форм. Таким образом, правильно выстроенный процесс работы требует не только соответствия методологии обучения его текущим задачам, но и своевременной ротации методов, приемов, средств обучения.

Функциональная избыточность и надежность. Успешный процесс обучения движениям предполагает свободу варьирования их основных параметров, включая возможность уверенных действий в условиях повышенного напряжения, высокой или предельной мобилизации двигательных и психических ресурсов. Только при выполнении этого требования возможно достаточно гибкое управление движением, необходимое как условие поиска нужных форм двигательного действия. В связи с этим следует отметить необходимость создания у спортсмена запаса двигательных ресурсов, дающих «свободу маневра» в управлении двигательным действием. Данное положение действует также на стадии эксплуатации ранее освоенного движения на практике, поскольку исполнение упражнения должно оставаться достаточно надежным в условиях утомления и наличия разнообразных сбивающих факторов.

Прочность и пластичность. Связи, вырабатываемые как в процессе, так и в итоге обучения движению, должны в достаточной степени фиксироваться. Известно, что необходимым свойством сформированного двигательного навыка является автоматизация части действий. Вместе с тем чрезмерная степень автоматизации элементов навыка будет приводить к целому ряду его пороков: навык становится косным, плохо поддается коррекциям, развитию. Добиваясь достаточной прочности двигательного навыка, следует сохранять за ним и свойства необходимой пластичности, одно из средств достижения которой — вариативная тренировка. Прочность навыка следует отличать от его надежности, поскольку прочность есть характеристика степени сформированности центрально-нервного механизма двигательного навыка, а под надежностью следует понимать наличие функционального резерва для успешных двигательных действий.

Доступность и стимулирующая трудность. Предлагаемый для усвоения материал должен быть не столько легко доступным, сколько оптимально трудным. Упражнение должно быть достаточно легким, чтобы гарантировать свободную, непринужденную над ним работу, но одновременно достаточно трудным, чтобы бросать вызов способностям исполнителя, стимулируя его тем самым к полной мобилизации интеллектуальных, психических и физических возможностей.

Индивидуализированное обучение в коллективе. Взаимодействие спортсменов в коллективе важно не только в связи с воспитательными моментами, но и потому, что содействует полезному обмену информацией, важной для обучения, помогает организовать техническую взаимопомощь, применять групповые методы работы. Следует отметить также, что атмосфера соперничества, неизменно возникающая в коллективе спортсменов приблизительно одинаковой квалификации, положительно сказывается на их отношении к работе, способствует более эффективному ее выполнению, повышению работоспособности.

Формально-эвристическое единство. Как всякий конструктивный процесс, обучение движениям должно опираться на единство традиций и новаторства. С одной стороны, тренеру важно знать все, что было ранее известно об обучении данному движению и уметь выбирать из этой информации главное, с другой — в отношении всего общепринятого должен существовать здоровый скепсис, разумная критика, без которых невозможно обновление. В этом смысле между традициями и новаторством следует сохранять диалектический баланс, нарушение которого уводит в досадные крайности. Перевес традиций делает работу консервативной, закрытой для новых идей; перегиб же в сторону радикализма и неуместного новаторства приводит к утрате необходимых основ.

Научно-рациональное и интуитивно-эмпирическое единство. Методика обучения движениям в норме основывается на достоверных научных данных и в этом отношении должна быть рациональной. Практика показывает, что многие затруднения в учебно-тренировочной работе объясняются недостаточным профессионализмом тренеров, их научно-методической неосведомленностью. Однако научные данные, которыми мы располагаем (даже если они достоверны и правильно реализованы на практике), не могут охватить все явления, объективно имеющие место при обучении. Излишне педантичная, тем более догматическая трактовка основ и положений методики может дать результат гораздо меньший или даже принести вред в сравнении с интуитивной работой опытного тренера и думающего спортсмена. В связи с этим особо следует отметить существование закономерностей самоорганизации движения, которые не только плохо изучены, но и в принципе исключают тренерский диктат, неразумное вмешательство в те элементы движения, действия, которые в процессе тренировки формируются самостоятельно и по законам, не известным обучающему (Гавердовский, 2007).

Следует отметить, что для соблюдения описанных положений и правил (Гавердовский, 2007) необходим адекватный уровень развития различных двигательных качеств и многочисленных механизмов их проявления в многообразных условиях тренировочной и соревновательной деятельности. Без обеспечения соответствия уровня физической подготовленности требованиям разного рода положений и правил обучения движениям и двигательным действиям трудно рассчитывать на реализацию принципов дидактики.

Средства физической подготовки

Средствами, используемыми в процессе развития различных двигательных качеств, являются разнообразные физические упражнения, способствующие развитию двигательных качеств или разного рода способностей и локальных свойств, в совокупности обеспечивающих их уровень. Состав средств физической подготовки формируется в соответствии со структурой различных двигательных качеств, их ролью для эффективности подготовки и соревновательной деятельности конкретного вида спорта.

В зависимости от связи с двигательными качествами выделяются силовые и скоростные упражнения, упражнения, направленные на развитие ловкости, координации, гибкости и выносливости. По принадлежности к виду подготовки упражнения подразделяются на пять групп: общеподготовительные, специально-подготовительные, вспомогательные, соревновательные и восстановительные.

К **общеподготовительным** относятся упражнения, обеспечивающие всестороннее и гармоничное физическое развитие спортсмена. Эти упражнения могут соответствовать особенностям избранного вида спорта или находиться с ними в определенном противоречии, когда решаются задачи всестороннего физического развития.

Специально-подготовительные упражнения охватывают исключительно широкий круг средств, направленных на развитие специфических для конкретного вида спорта двигательных качеств и способствующих их проявлению возможностей различных функциональных систем организма. Значительная часть средств, носящих специально-подготовительный характер, строится на элементах соревновательной деятельности — разного рода движениях и двигательных действиях, приближенных к ним по форме, структуре, особенностям проявления и активности регуляторных и исполнительных систем организм.

Вспомогательные (полуспециальные) упражнения носят промежуточный характер между общеподготовительными и специально-подготовительными, обеспечивая преемственность и взаимосвязь между общей и специальной физической подготовкой.

Соревновательные упражнения предполагают деятельность и двигательные действия в полной мере соответствующие спортивной специализации и структуре соревновательной деятельности. Такие упражнения, особенно если они выполняются в условиях острой конкуренции, связаны с максимальными проявлениями двигательных качеств в соответствии со спецификой вида соревнований, служат мощным средством интегральной подготовки — обеспечению гармоничной взаимосвязи между различными физическими качествами, а физической подготовки с другими ее видами — технической, тактической, психологической.

Восстановительные упражнения представляют собой форму активного отдыха, стимулирующую восстановительные процессы после выполнения тренировочных программ с большими нагрузками.

В зависимости от специфики вида спорта и структуры соревновательной деятельности следует выделять упражнения, направленные на избирательное развитие двигательных качеств применительно к различным компонентам структуры соревновательной деятельности. Например, скоростные и силовые упражнения в плавании могут быть преимущественно связаны с повышением возможностей к выполнению старта, поворота или преодолению дистанционных участков. Силовые упражнения в спортивной гимнастике следует подразделять на упражнения, способствующие повышению силы в концентрическом, эксцентрическом, изометрическом и плиометрическом режимах работы мышц. Проявление силы в каждом из этих режимов органически связано с теми или иными техническими элементами, что должно учитываться при определении структуры и содержания специально-подготовительных упражнений силового характера.

Каждое из физических качеств отличается сложной структурой и представляет собой совокупность различных способностей и соответствующих проявлений в тренировочной и соревновательной деятельности. В связи с этим и упражнения могут подразделяться на различные группы, направленные, например, на развитие максимальной, взрывной и стартовой силы, динамической и статической гибкости, скорости старта, ускорения, дистанционной скорости, замедления и остановки, смены направления движения, общей, специальной, скоростной, силовой координационной и т. д. выносливости.

Возможности систем энергообеспечения имеют исключительно важное значение для уровня различных видов выносливости. Однако весьма существенна их роль и для демонстрации высокого уровня скоростных и силовых качеств, координационных способностей. Необходимость избирательного воздействия на различные системы энергообеспечения мышечной деятельности привела к систематизации средств на основе мобилизации потенциала анаэробных и аэробной систем. Согласно современным представлениям такие упражнения принято разделять на семь зон. Первые три зоны охватывают весь спектр упражнений, энергообеспечение которых осуществляется аэробной системой. Упражнения последующих двух зон, наряду с максимальной активизацией деятельности аэробной системы энергообеспечения, требуют и мобилизации возможностей анаэробной лактатной системы. И наконец, упражнения, включенные в последние две зоны, приводят к исключительной активизации возможностей соответственно лактатной и алактатной систем. Рассмотрим требования к упражнениям, относящимся к каждой из зон.

Зона 1. Упражнения аэробной направленности с невысокой интенсивностью: частота сердечных сокращений 50–60 % максимальной. Основная направленность — восстановительная.

Зона 2. Упражнения аэробной направленности с умеренной интенсивностью: частота сокращений сердца 60–75 % максимальной, лактат в крови до 2–3 ммоль·л⁻¹. Основная направленность – повышение и поддержание ранее достигнутого уровня возможностей аэробной системы энергообеспечения.

Зона 3. Упражнения аэробной направленности с высокой интенсивностью: частота сокращений сердца 75–90 % максимальной, концентрация лактата в крови на уровне порога анаэробного обмена 3–4 ммоль·л⁻¹. Основная направленность – повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения.

Зона 4. Упражнения смешанной аэробно-анаэробной направленности: частота сокращений сердца 90–100 % максимальной, концентрация лактата в крови 5–6 ммоль·л⁻¹. Основная направленность – повышение мощности аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения.

Зона 5. Упражнения смешанной анаэробно-аэробной направленности: частота сокращений сердца максимальная, концентрация лактата в крови 7–9 ммоль·л⁻¹.

Зона 6. Упражнения анаэробной направленности с максимальной активизацией анаэробной лактатной системы энергообеспечения: частота сокращений сердца максимальная, концентрация лактата в крови 10 ммоль·л⁻¹ и более. Основная направленность – повышение мощности аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения.

Зона 7. Упражнения спринтерского характера с максимальной активизацией возможностей алактатной анаэробной системы энергообеспечения. Упражнения кратковременные – до 15–20 с, интенсивность работы – 95–100 %.

Методы физической подготовки

Многофакторность каждого из двигательных качеств и способностей, определяющих их уровень, диктуют не только исключительное разнообразие средств физической подготовки спортсменов, но и широту методов и методических приемов их использования.

Одна из групп методов предполагает выполнение упражнений и двигательных действий в строго регламентированных условиях, что выражается в четких программах двигательных действий, порядке их выполнения, регламентированных характеристиках нагрузок (характер упражнений, их продолжительность, интенсивность работы, режим работы и отдыха, количество повторений). Этим обеспечивается выраженная направленность тренировочных воздействий, учет выполняемой работы и контроль за ее качеством.

К этой группе методов следует отнести непрерывный и интервальный методы. Непрерывный метод характеризуется однократным непрерывным выполнением тренировочной работы; интервальный – предусматривает выполнение упражнений с регламентированными паузами отдыха.

При использовании обоих методов упражнения могут выполняться как в равномерном, так и в переменном режимах. В зависимости от подбора упражнений и особенностей их применения тренировка может носить обобщенный (интегральный) и избирательный (преимущественный) характер. При обобщенном воздействии осуществляется параллельное (комплексное) совершенствование различных качеств, обуславливающих уровень подготовленности спортсмена, а при избирательном – преимущественное развитие отдельных качеств. При равномерном режиме использования любого из методов интенсивность работы является постоянной, при переменном – варьирующей. Интенсивность работы от упражнения к упражнению может возрастать (прогрессирующий вариант) или неоднократно изменяться (варьирующий вариант).

Непрерывный метод, применяемый в условиях равномерной работы, в основном используется для повышения аэробных возможностей, развития специальной выносливости к работе средней и большой длительности. В качестве примера можно привести греблю на дистанциях 5000 и 10 000 м с постоянной скоростью при частоте сердечных сокращений $145\text{--}160\text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$, бег на дистанциях 10 000 и 20 000 м при такой же частоте сердечных сокращений. Указанные упражнения будут способствовать повышению аэробной производительности спортсменов, развитию их выносливости к длительной работе, повышению ее экономичности.

Возможности непрерывного метода тренировки в условиях переменной работы значительно многообразнее. В зависимости от продолжительности частей упражнения, выполняемых с большей или меньшей интенсивностью, особенностей их сочетания, интенсивности работы при выполнении отдельных частей можно добиться преимущественного воздействия на организм спортсмена повышения различного вида скоростных способностей и выносливости, избирательной стимуляции адаптационных реакций, связанных с отдельными факторами, определяющими уровень физических качеств.

В случае применения варьирующего варианта переменной работы могут чередоваться части упражнения, выполняемые с различной интенсивностью или с различной интенсивностью и изменяющейся продолжительностью. Например, при пробегании на коньках дистанции 8000 м (20 кругов по 400 м) один круг пробегается с результатом 45 с, следующий свободно, с произвольной скоростью. Такая работа будет способствовать развитию специальной выносливости и различных компонентов аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения. Прогрессирующий вариант связан с повышением интенсивности работы по мере выполнения упражнения, а нисходящий — с ее снижением. Так, проплавание дистанции 500 м (например, первый стометровый отрезок, который проплывается за 64 с, а каждый последующий — на 2 с быстрее, т. е. за 62, 60, 58 и 56 с) является примером прогрессирующего варианта; пробегание на лыжах 20 км (4 круга по 5 км) с результатами соответственно 20, 21, 22 и 23 мин — пример нисходящего варианта.

Интервальный метод, предполагающий равномерное выполнение работы, широко применяется в практике спортивной тренировки. Выполнение серии упражнений одинаковой продолжительности с постоянной интенсивностью и строго регламентированными паузами является типичным для данного метода. В качестве примеров можно привести типичные серии, направленные на развитие специальной выносливости: 10 x 400 м — в беге и беге на коньках, 10 x 1000 м — в гребле и др. Примером варьирующего варианта могут служить серии для развития спринтерских качеств в беге: 3 x 60 м с максимальной скоростью, отдых — 3—5 мин; 30 м с хода с максимальной скоростью, медленный бег — 200 м. Примером прогрессирующего варианта являются комплексы, предполагающие последовательное прохождение отрезков возрастающей длины (пробегание серии 400 м + 800 м + 1200 м + 1600 м + 2000 м) либо стабильной длины при возрастающей скорости (6-кратное проплавание дистанции 200 м с результатами 2 мин 14 с, 2.12, 2.10, 2.08, 2.06, 2.04). Нисходящий вариант предполагает обратное сочетание: последовательное выполнение упражнений уменьшающейся длины или выполнение упражнений одной и той же продолжительности с последовательным уменьшением их интенсивности.

В одном комплексе могут также сочетаться прогрессирующий и нисходящий варианты. В качестве примера может быть представлен комплекс, широко применяемый для развития специальной выносливости в плавании на дистанцию 1500 м: 600 м, отдых 30—40 с; 400 м, отдых 20—30 с; 200 м, отдых 15 с; 100 м, отдых 10 с; 50 м, отдых 5 с; 50 м (скорость 85—90 % максимально доступной на соответствующем отрезке). В этом случае от одного повторения к другому планомерно возрастает скорость плавания и убывает протяженность отрезков.

Выполнение упражнений с использованием интервального метода может носить непрерывный характер (например, 10 x 800 м — в беге, 6 x 5 км — в лыжном спорте и др.) или серийный 6 x (4 x 50 м) — в плавании, 4 x (4 x 300–400 м) — в велосипедном спорте (трек) и т. п.

К другой группе практических методов принято относить игровой и соревновательный.

Игровой метод предусматривает выполнение двигательных действий в условиях игры, в пределах характерных для нее правил, арсенала технико-тактических приемов и ситуаций, проявлений скоростных, силовых и координационных способностей, выносливости.

Особенности игровой деятельности требуют от спортсменов быстроты реагирования, быстроты мышления, активности и мотивированности, что сказывается на повышенном уровне проявления различных физических качеств. Кроме этого игровой метод требует органической взаимосвязи с технико-тактическими действиями, является интенсивным средством интеграции различных двигательных качеств в систему, обеспечивающую эффективность игровых действий. Все это определяет уникальность игрового метода и его место в системе физической подготовки спортсменов.

Соревновательный метод предполагает специально организованную соревновательную деятельность, которая в данном случае выступает в качестве оптимального способа повышения результативности тренировочного процесса. Применение данного метода связано с исключительно высокими требованиями к физическим и психическим возможностям спортсмена, вызывает глубокие сдвиги в деятельности важнейших систем организма и тем самым стимулирует адаптационные процессы, обеспечивает интегральное совершенствование различных сторон подготовленности спортсмена.

При использовании соревновательного метода следует широко варьировать условия проведения соревнований с тем, чтобы максимально приблизить их к требованиям, в наибольшей мере способствующим решению поставленных задач.

В зависимости от задач, связанных с развитием двигательных качеств, соревнования могут проводиться в усложненных или облегченных условиях.

В качестве примеров **усложнения условий соревнований** можно привести следующие:

- проведение соревнования в среднегорье, в условиях жаркого климата, при плохих погодных условиях (сильный встречный ветер — в велосипедном спорте, «тяжелая» лыжня — в лыжном и др.);
- соревнования в спортивных играх на полях площадках меньшего размера, при большей численности игроков в команде соперников;
- проведение серии схваток (в борьбе) или боев (в боксе) с относительно небольшими паузами против нескольких соперников;
- соревнования в играх и единоборствах с «неудобными» противниками, применяющими непривычные технико-тактические схемы ведения борьбы;
- применение в процессе соревнований утяжелённых снарядов (в метании молота, толкании ядра), ограничения дыхательных циклов в циклических видах спорта.

Облегчение условий соревнований может быть обеспечено:

- планированием соревнований на дистанциях меньшей протяженности в циклических видах, уменьшением продолжительности боев, схваток — в единоборствах;
- упрощением соревновательной программы — в сложнокоординационных видах;
- использованием облегченных снарядов — в метаниях, уменьшением высоты сетки — в волейболе, массы мячей — в водном поло и футболе;
- применением «гандикапа», при котором более слабому участнику предоставляется определенное преимущество — он стартует несколько раньше — в циклических видах, получает преимущество в заброшенных шайбах или мячах — в спортивных играх и т. д.

Например, для усложнения условий, предъявляющих требования к ловкости и разным видам координационных способностей в спортивных играх, эффективным является проведение соревнований на уменьшенных площадках или увеличенным количеством игроков в команде соперников. Соревнования с утяжеленными снарядами могут способствовать повышению уровня взрывной силы, а уменьшение продолжительности боев в боксе, схваток в борьбе, использование облегченных снарядов в легкоатлетических метаниях — скоростных и скоростно-силовых возможностей.

Приведенные методы дополняются различными специфическими методами, отражающими особенности проявлений каждого из двигательных качеств. Например, особенности мышечной активности при различных проявлениях силы определяют выделение шести методов силовой подготовки:

- концентрического, основанного на выполнении двигательных действий с акцентом на преодолевающий характер работы, с одновременным напряжением и сокращением мышц;
- эксцентрического, опирающегося на движения с уступающим характером работы, сопротивлением внешнему воздействию, напряжением и растягиванием мышцы;
- изометрического, в основе которого напряжение мышц без изменения их длины;
- изокинетического, обеспечивающего заданную относительную нагрузку в любой части амплитуды движения;
- плиометрического, в основе которого быстрый переход от растягивания мышц к их сокращению, от эксцентрической работы к концентрической;
- баллистического, отличающегося интенсивным и высокоскоростным мышечным сокращением в начальной фазе движения, расслаблением мышц и использованием сил инерции — в конечной (Платонов, 2013).

На таком же основании выделяются методы развития гибкости:

- статического растягивания — основывается на удлинении расслабленных мышц и удержании их в растянутом положении;
- динамического растягивания — связан с использованием плавных, свободных и широкоамплитудных движений, выполняемых с относительно невысокой скоростью;
- баллистического растягивания — опирается на широкоамплитудные движения, выполняемые на основе начального импульса интенсивного мышечного сокращения с расслаблением и максимальной скоростью в конечной части доступной амплитуды движения;
- плиометрический — принудительное интенсивное растягивание мышц и соединительной ткани (эксцентрическая фаза) с последующим быстрым переходом к сокращению мышц (концентрическая фаза).

Методы, направленные на развитие ловкости, предполагают различные способы выполнения движений и двигательных действий в неожиданных ситуациях, требующих адекватных решений в условиях дефицита времени, ограниченного пространства, всякого рода внешних помех. Когда же стоит задача развития координации, то методы ориентированы на выполнение сложных в координационном отношении движений и действий в условиях наличия достаточной информации, отсутствия дефицита времени, наличия вспомогательных ориентиров, возможностей для анализа и т. д.

При развитии скоростных возможностей используются методы, направленные на развитие их различных видов — быстроты простой и сложной двигательных реакций, повышение эффективности ускорения, уровня дистанционной скорости, быстроты замедления и остановки, изменения направления движения. Аналогичная ситуация и с развитием выносливости, где, например, могут использоваться методы глобального, частичного или локального воздействия, методы, способствующие

повышению возможностей различных систем энергообеспечения и их составляющих (например, методы увеличения концентрации гликогена в мышечной ткани или увеличения способности к окислению триглицеридов), методы, стимулирующие устойчивость к преодолению ощущений компенсируемого и явного утомления и т. д.

Интегральный подход в физической подготовке и технические средства его реализации

Интегральный подход к физической подготовке спортсменов означает стремление к синтезу различных двигательных качеств и их составляющих в единую систему, органично связанную с технико-тактической и психологической подготовленностью и спецификой вида спорта и вида соревнований, избранных в качестве предмета специализации. Этот подход характерен для различных этапов многолетнего совершенствования и предусматривает органичное совмещение в тренировочных программах средств, способствующих объединению в целостность различных двигательных качеств и видов подготовленности с требованиями соревновательной деятельности. Особую роль интегральный подход играет в подготовке спортсменов во второй стадии многолетнего совершенствования, когда остро стоит задача объединения тренировочного процесса с участием в разного рода ответственных соревнованиях.

Успешность интегрального подхода определяется разнообразием упражнений, а также использованием различных технических средств, позволяющих объединить в двигательных действиях проявление различных двигательных качеств, технических и психоэмоциональных компонентов значимых для разносторонности физической подготовленности и соревновательной деятельности. Опыт традиционных видов спорта, множества постоянно развивающихся форм двигательной активности, деятельность по производству различного рода специального инвентаря и тренажёрного оборудования открывают широкие перспективы для реализации интегрального подхода в спортивной практике. Ниже приводятся основные технические средства, предопределяющие эффективность интегральной подготовки при развитии различных двигательных качеств (рис. 4.1–4.13).

Также представлены видеоматериалы с примерами использования высокоэффективного и общедоступного спортивного инвентаря при реализации интегрального подхода к физической подготовке спортсменов (см. видео [1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#), [9](#), [10](#), [11](#), [12](#), [13](#), [14](#), [15](#)).



РИСУНОК 4.1 – Балансировочная платформа полусфера босу (диаметр от 50 до 65 см)



РИСУНОК 4.2 – Набивной мяч (медбол, слембол): вес от 1 до 75 кг, диаметр от 10 до 40 см, с отскоком или без отскока



РИСУНОК 4.3 – Медбол с петлями (4, 6, 8 и 10 кг)



РИСУНОК 4.4 – Сэндбэг (от 10 до 40 кг)



РИСУНОК 4.5 – Болгарский мешок (от 5 до 30 кг)



РИСУНОК 4.6 – Силовые сани



РИСУНОК 4.7 – Шины (малая 10–15 кг, большая от 40 до 120 кг)



РИСУНОК 4.8 – Фитбол (диаметр 45, 55, 65, 75 и 85 см)



РИСУНОК 4.9 – Кувалда (от 5 до 30 кг)



РИСУНОК 4.10 – Канат (длина от 5 до 15 м, диаметр от 2,5 до 6 см, вес от 5 до 18 кг)

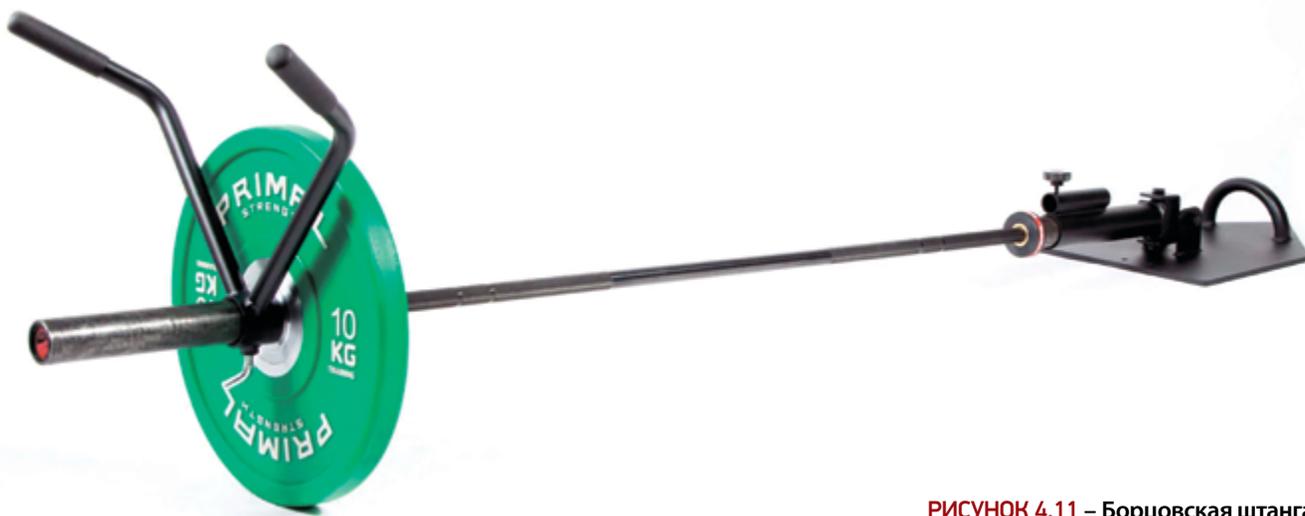


РИСУНОК 4.11 – Борцовская штанга



РИСУНОК 4.12 – Гири (от 2 кг до 32 и более кг)

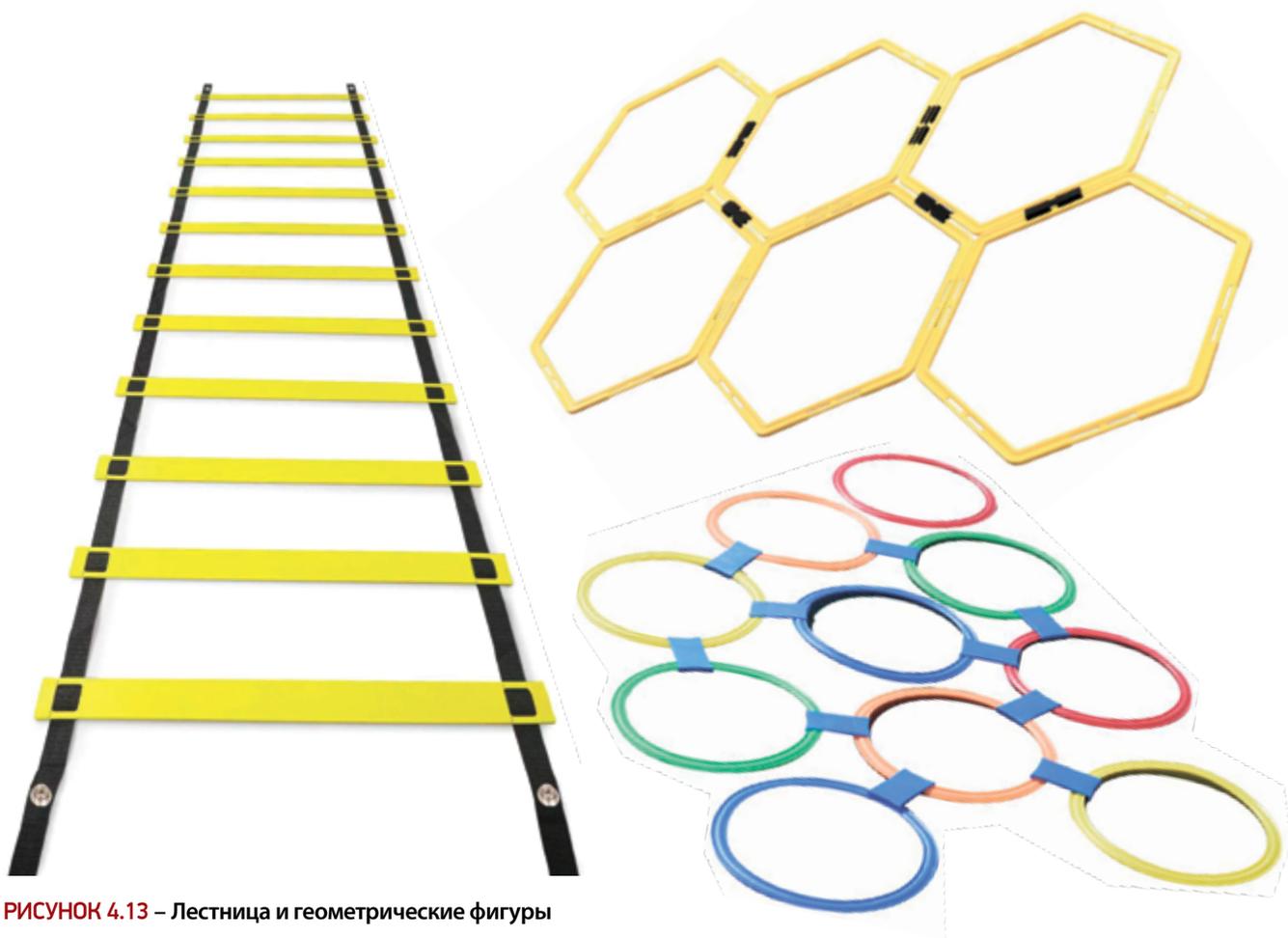


РИСУНОК 4.13 – Лестница и геометрические фигуры

-  **ВИДЕО 1** Комплекс упражнений с полусферой босу (координация, сила, ловкость)
-  **ВИДЕО 2** Комплекс упражнений с медболом (сила, координация)
-  **ВИДЕО 3** Комплекс упражнений для развития силы, координации и скорости (медбол с петлями)
-  **ВИДЕО 4** Комплекс упражнений с сэндбэгом (сила, координация)
-  **ВИДЕО 5** Комплекс упражнений с болгарским мешком для развития силы и координации
-  **ВИДЕО 6** Комплекс упражнений с санями (сила, скорость)
-  **ВИДЕО 7** Комплекс упражнений с малой покрышкой (сила, координация)
-  **ВИДЕО 8** Комплекс упражнений с большой покрышкой (сила, координация)
-  **ВИДЕО 9** Комплекс упражнений с фитболом (сила, координация)
-  **ВИДЕО 10** Комплекс упражнений с кувалдой (сила, скорость, координация)
-  **ВИДЕО 11** Комплекс упражнений с канатом (сила, координация)
-  **ВИДЕО 12** Комплекс упражнений с использованием штанги (сила, координация)
-  **ВИДЕО 13** Комплекс упражнений с гирей (сила, координация)
-  **ВИДЕО 14** Комплекс упражнений для развития скорости и координации с использованием простых средств (лестница и геометрические фигуры)
-  **ВИДЕО 15** Комплекс упражнений для развития скорости и координации с использованием простых средств (фишки и конусы)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Одной из важнейших тенденций современной системы спортивной подготовки на всех этапах многолетнего совершенствования и, особенно, на этапах начальной, предварительной базовой и специализированной базовой подготовки, является стремление к максимальному разнообразию применяемых тренировочных упражнений. Обусловлено это многими причинами, основными из которых является обеспечение разносторонностью двигательной подготовленности, необходимость повышения внимания к развитию различных видов координационных способностей и ловкости, созданию массива двигательной памяти как основы для эффективного развития двигательных качеств, технико-тактического мастерства, психологической подготовленности. Расширение круга тренировочных упражнений особо важно в системе детско-юношеского спорта, т.к. является действенным средством преодоления ранней специализации и форсированной подготовки спортсменов, профилактики переутомления и перенапряжения функциональных систем, психической усталости и потери интереса к занятиям спортом. Современные исследования и практика детско-юношеского спорта последних лет убедительно продемонстрировала, что ранняя специализация и сужение круга тренировочных средств, стремление к спортивным достижениям в детском и подростковом возрасте являются причинами не только нарушения основных закономерностей многолетнего спортивного совершенствования, но и потерей интереса к занятиям спортом значительной части юных спортсменов.

Нельзя не отметить, что в современном мире спорт и двигательная активность приобрели исключительную популярность, вовлекли в развитие этой сферы не только огромное количество энтузиастов спорта и здорового образа жизни, но и превратили её в важнейшее социальное явление политического и экономического характера, область деловой активности и специальной индустрии. Появилось большое количество новых видов спорта, масса своеобразных форм двигательной активности, снаряжения и специального оборудования, различных товаров, сопутствующих занятиям спортом и двигательной активности.

Это привело к появлению огромного количества средств спортивной подготовки, способных оказать радикальное влияние на разнообразие тренировочного процесса, повышение его эффек-

тивности эмоциональной насыщенности. Знакомство с ними, их обобщение и классификация способны существенно дополнить систему традиционных упражнений, исторически применявшихся в подготовке спортсменов.

Этим и обусловлено проявление особого интереса к составу средств спортивной подготовки как к существенному резерву повышения её эффективности. Внимания заслуживают следующие соображения:

- современная практика традиционных видов спорта в отношении состава средств подготовки отличается откровенным консерватизмом, отсутствием должного расширения и обновления тренировочных упражнений. В последние годы в мире возникли и развиваются многие новые виды спорта и двигательной активности, связанные с расширением объема движений и двигательных действий, использованием инновационных и принципиально новых специальных средств, снарядов и тренажеров. Изучение опыта, накопленного в этих видах и его распространение на традиционные виды спорта способно существенно повысить эффективность физической подготовки спортсменов;
- усложнение техники большинства традиционных видов спорта, появление оригинальных и рискованных элементов, обострение остроты спортивной борьбы требуют поиска новых и расширения существующих тренировочных средств, способных серьёзно расширить содержание и повысить качество физической подготовки и технического совершенствования спортсменов;
- расширение состава тренировочных упражнений, особенно отличающихся координационной сложностью, требующих обострённого внимания, анализа ощущений и чувств, активной мыслительной деятельности не только является важным резервом повышения эффективности подготовки, но и создания в её процессе положительного эмоционального фона, устранения однообразия и монотонности;
- расширение объёма и разнообразия физических упражнений, особенно повышенной координационной сложности, является существенным резервом расширения двигательной памяти, развития чувственной и мыслительной деятельности спортсменов, профилактики перенапряжения функциональных систем, перетренированности и травматизма, повышения результативности процессов не только физической, но и технико-тактической и психологической подготовки, продления спортивной карьеры.

Как известно, упражнения, используемые в системе спортивной подготовки, принято разделять на следующие группы: общеподготовительные, вспомогательные, специально-подготовительные и соревновательные. В настоящей главе основное внимание уделено двум видам физических упражнений – общеподготовительным (ОПУ) и вспомогательным (ВУ), т.е. тем основным средствам, которыми создаётся фундамент для полноценной социальной подготовки и эффективной соревновательной деятельности. Затронута также проблематика использования специально-подготовительных и соревновательных упражнений, т. е. тренировочных средств, характерных для разных видов спорта. Однако следует отметить, что чётко разделить общеподготовительные, специально-подготовительные и вспомогательные упражнения достаточно сложно, поскольку в одних случаях общеподготовительные упражнения могут рассматриваться как специально-подготовительные и соответствовать особенностям избранного вида спорта, включать отдельные элементы соревновательной деятельности (например, в комплексах специальной разминки для спортсменов), а вспомогательные – стать общеподготовительными (например, разновидности ходьбы и бега – как способы передвижений в комплексах общеподготовительных упражнений, выполненных в движении). Кроме того, выделенные средства могут логично переходить из одной

группы упражнений в другие на разных этапах многолетней спортивной подготовки. Например, упражнения специально-подготовительного характера, используемые на этапах предварительной и специальной базовой подготовки, становятся общеподготовительными у квалифицированных спортсменов.

В настоящее время известны новые системы, в которых двигательная активность приобретает иную смысловую окраску, меняется характер упражнений, методика их проведения, влияние на организм, а новые технологии и научные исследования открывают дополнительные возможности в подготовке спортсменов. В настоящее время идёт разработка высокотехнологического оборудования способного расширить состав средств спортивной подготовки. Спортсменам предлагают фехтование на световых мечах; плавание в водной сфере; зорбинг в воде, на суше, снегу и т. п. Эти, а так же другие подобные средства, относящиеся к различным видам двигательной активности в системе подготовки в традиционных видах спорта не используются. Однако знакомство с ними способно серьёзно расширить кругозор тренеров и спортсменов, способствовать их творчеству в поиске путей повышения эффективности тренировочного процесса, особенно в сфере развития координации и ловкости.

В данной главе дополнены существующие и представлены новые классификации общеподготовительных и вспомогательных упражнений как одного из основных тренировочных средств, что позволило логично представить их как определенную совокупность с разделением на группы и подгруппы согласно конкретным признакам. Такая классификация поможет правильно ориентироваться в огромном разнообразии двигательных действий и целенаправленно использовать наиболее эффективные из них в учебно-тренировочном процессе. Представлен также материал, в котором коротко рассмотрено значение и особенности применения специально-подготовительных и соревновательных упражнений, что позволит специалистам выбирать из огромного разнообразия физических упражнений те из них, которые по структуре и особенностям выполнения соответствуют требованиям соревновательной деятельности в конкретном виде спорта.

Классификации и характеристика общеподготовительных упражнений

В практике физического воспитания и спорта используется огромное количество упражнений, и если к тем, которые описаны в учебниках, добавить такие, которые придумывают тренеры и сами спортсмены, то разобраться и выбрать самые необходимые из них будет очень трудно. Поэтому возникновение новой системы физических упражнений вызывает необходимость классифицировать, т. е. разделять их по различным признакам.

В отношении общеподготовительных упражнений (ОПУ) классификации должны помочь правильно ориентироваться в разнообразии двигательных действий, определить и целенаправленно использовать нужное упражнение. Как уже говорилось, современная наука не располагает досконально разработанной классификацией ОПУ, в которой учитывались бы все (или хотя бы основные) признаки. Более того классификация должна отражать возможность появления новых форм движений в каждой выделенной группе или подгруппе. Исходя из того, что каждое из ОПУ имеет не один, а несколько признаков (свойств), создание единой классификации практически невозможно. В связи с этим, было предложено несколько классификаций, каждая из которых позволяет рассматривать двигательное действие с учетом разных признаков (рис. 5.1).



РИСУНОК 5.1 – Разновидности классификаций общеподготовительных упражнений

Классификация и характеристика ОПУ по анатомо-физиологическому признаку

Нераздельность понятий «форма» и «функция» позволили объединить в одну классификацию анатомические признаки элементарных движений отдельными частями тела или всем телом с физиологическими функциями, которые активизируются в процессе выполнения ОПУ. Эта классификация необходима для выбора упражнений с целью целенаправленного воздействия на определенные мышечные группы и суставы, органы и системы, формирование правильной осанки, нормализации массы тела и др. (рис. 5.2).

Классификация упражнений по анатомо-физиологическому принципу требует наличия знаний, накопленных специалистами, занимающимися проблемами анатомии, биомеханики, кинезиологии, физиологии.

Классификация ОПУ в зависимости от группы мышц и частей тела, которые принимают участие в движении.

Физические упражнения можно классифицировать в зависимости от того, какие мышечные группы, части тела или все тело учувствуют в выполнении упражнений. Согласно этому ОПУ разделяются на упражнения для мышц: рук и плечевого пояса, шеи и туловища, для ног и всего тела.

Классификация ОПУ в зависимости от размещения частей и звеньев тела в процессе выполнения движений

По расположению звеньев тела одно относительно другого движения можно выполнять одноименно, разноименно, одновременно, последовательно, поочередно и параллельно.

Одноименными движениями называют такие, которые совпадают по направлению выполнения со стороной конечности (руки или ноги). Например, круг правой рукой вправо или шаг левой ногой влево.

Разноименные движения — это движения, которые не совпадают по направлению выполнения со стороной конечности (руки или ноги). Например, круг правой рукой влево или шаг левой ногой вправо.

Одновременными движениями называют такие, которые выполняют конечностями одновременно (например, правая рука и правая нога вперед). При этом такие движения могут быть однонаправленными (например, руки вперед) и разнонаправленными (например, правая рука вперед, левая назад).

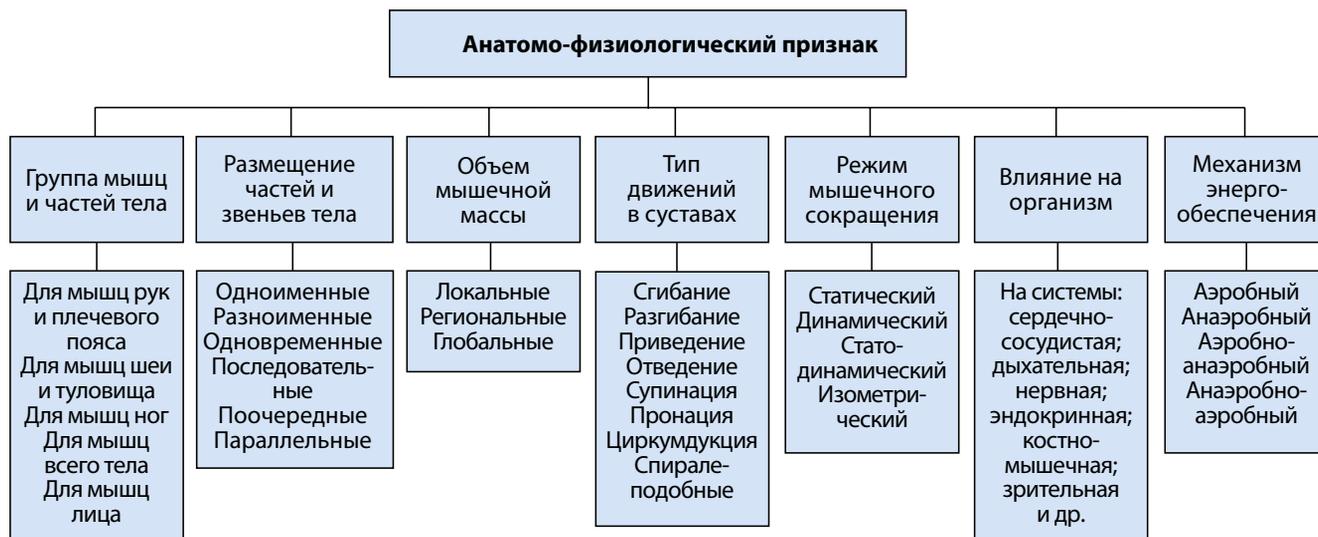


РИСУНОК 5.2 – Классификация ОПУ по анатомо-физиологическому признаку

Последовательные движения выполняют одно за другим с отставанием движения одной конечностью от другой на половину амплитуды (например, 1–2 – правая рука в сторону, 3–4 – левая рука в сторону, 5–6 – правая рука вверх, 7–8 – левая рука вверх).

Поочередные движения выполняют вначале одной конечностью, потом другой (например, 1–2 – круг правой рукой назад, 3–4 – круг левой рукой назад).

Параллельные движения выполняют двумя конечностями одновременно в одном направлении и в одной плоскости (например, круг двумя руками вверх в боковой плоскости из положения – руки внизу).

Классификация ОПУ в зависимости от объема активной мышечной массы, которая принимает участие в движении

Данная классификация выполнена на основе учета активности мышц (объема мышечной массы), которые задействованы в двигательном действии. Такие сведения необходимы тренеру для регуляции нагрузки, учета энергетической стоимости упражнений, их подбора для разных частей учебно-тренировочного занятия, правильного построения разминки и т. д. Согласно этому упражнения бывают:

- локальные (упражнения, в которых задействовано менее 30 % активной мышечной массы). Например, упражнения для мышц рук;
- региональные (от 30 до 50 %). Например, упражнения для мышц туловища;
- глобальные (более 50 % активной мышечной массы). Например, ОПУ для мышц рук и туловища.

Классификация ОПУ в зависимости от типа движений в суставах

Анатомическое строение суставов лимитирует выполнение произвольного или активного движения с определенной амплитудой и траекторией (Алтер, 2001; Платонов, 1995, 2015, 2020). Суставами туловища, которые обеспечивают его движение, являются суставы позвоночника, верхних конечностей (плечевого пояса, локтевые, запястья и пальцев рук) и суставы нижних конечностей (тазобедренные, коленные, стопы и пальцев ног) (Иваницкий, 2008).

Для каждого из суставов можно подобрать соответствующие ОПУ, которые иногда называют суставной гимнастикой. При этом движение той или иной части тела определяет форма суставов, которые образовались в процессе эволюции (Коц, 1998; Вилмор, 2003; Иваницкий, 2008 и др.). Согласно действующей анатомо-физиологической классификации суставы различают по числу и форме суставных поверхностей, а также их функциям.

По числу суставных поверхностей различают:

- простой сустав — имеет две суставные поверхности, например, межфаланговый сустав большого пальца;
- сложный сустав — имеет более двух суставных поверхностей, например, локтевой;
- комплексный сустав — содержит внутрисуставной хрящ (мениск либо диск), разделяющий сустав на две камеры, например, коленный сустав;
- комбинированный сустав — комбинация нескольких изолированных суставов, расположенных отдельно друг от друга, например, височно-нижнечелюстной сустав.

По функции и форме суставных поверхностей суставы бывают:

- Одноосные суставы: цилиндрический (например, атлантоосевой срединный); блоковидный (межфаланговые суставы пальцев); винтообразный сустав как разновидность блоковидного (плечелоктевой).
- Двухосные суставы: эллипсоидный (например, лучезапястный); мыщелковый (коленный); седловидный (запястно-пястный сустав I пальца).
- Многоосные суставы: шаровидный (плечевой); чашеобразный, как разновидность шаровидного (тазобедренный); плоский (межпозвоночные) (рис. 5.3).

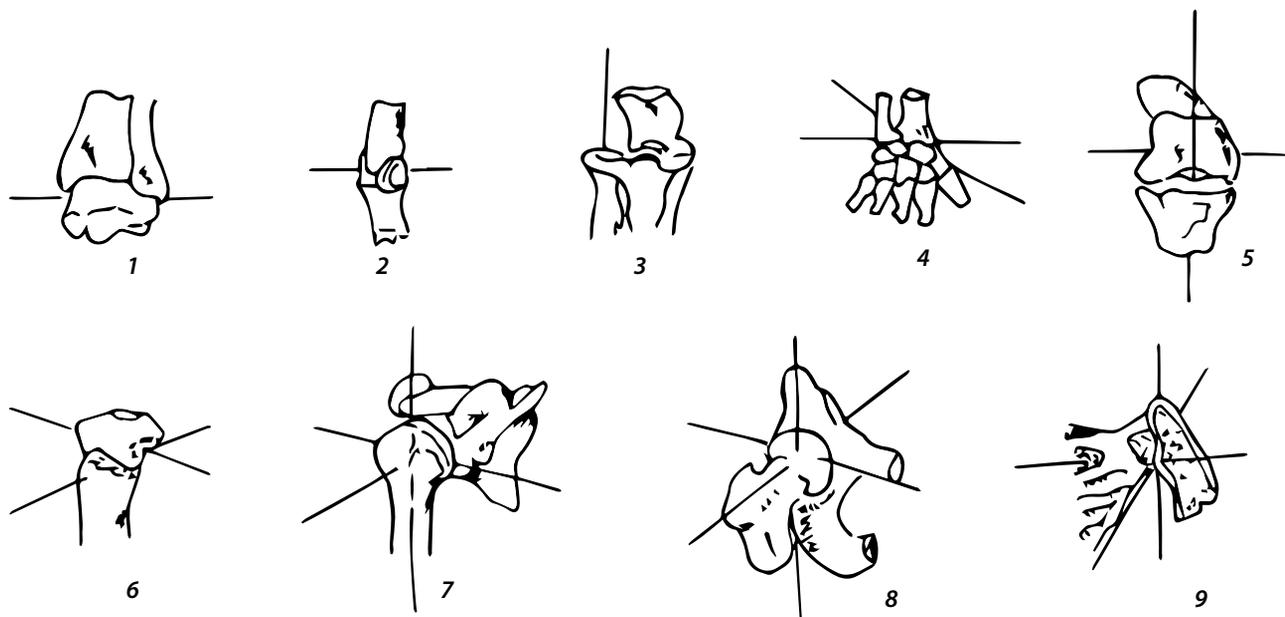


РИСУНОК 5.3 – Виды суставов по форме суставных поверхностей и функциям: 1–3 – одноосные суставы (блоковидный, цилиндрический), 4–6 – двухосные суставы (эллипсоидный, седловидный); 7–9 – многоосные суставы (шаровидный, чашеобразный, плоский)

В зависимости от вида суставов различают такие основные движения:

- сгибание — движение, при котором уменьшается угол между костями, которые образуют сустав;
- разгибание — движение, при котором угол между костями, образующими сустав, увеличивается;
- отведение — движение части тела от средней линии тела;
- приведение — движение, противоположное отведению;
- вращение (ротация) — движение части тела вокруг своей оси;
- циркумдукция — движение, при котором часть тела описывает круг;
- специальные движения: супинация — круговое движение предплечьем наружу; пронация — круговое движение предплечьем внутрь.

Кроме этого можно еще выделить спиралевидное движение, при котором часть тела или сегмент описывают несколько кругов, которые постепенно увеличиваются или уменьшаются.

В таблице 5.1 приведены нормы амплитуды некоторых (больших) суставов человека, а также возможные движения, которые осуществляются в данном суставе (Алтер, 2001; Доленко, 2005; Иваницкий, 2008).

Знание этих норм, а также границ безопасного выполнения двигательных действий в суставах позволит тренерам и самим спортсменам избежать возможных травм опорно-двигательного аппарата во время выполнения амплитудных движений, а также физических упражнений, связанных с принудительным растягиванием мышц. Тренерам по видам спорта полезно также знать, что величина амплитуды движений зависит не только от формы суставов, но также от расположения и эластичности мышц, количества и особенностей расположения связок, которые окружают сустав (Коц, 1988).

ТАБЛИЦА 5.1 – Нормы амплитуды подвижности в некоторых суставах человека

Название сустава	Вид сустава	Возможные движения	Норма амплитуды, град.
Плечевой	Шаровидный многоосный	Сгибание	180
		Разгибание	45
		Отведение	180
		Приведение	180
		Вращение	90
Локтевой	Блоковидный, одноосный	Сгибание	160
		Разгибание	10
		Супинация	70
		Пронация	90
Лучезапястный	Эллипсо-видный двухосный	Сгибание	90
		Разгибание	80
		Боковые движения кистью	50–70
Тазобедренный	Шаровидный многоосный	Сгибание	120
		Разгибание	15
		Отведение	45
		Приведение	30
		Вращение	35–45
Коленный	Блоковидный, многоосный	Сгибание	150
		Разгибание	15
Голеностопный	Блоковидный, одноосный	Сгибание	45
		Разгибание	20
		Супинация	30
		Пронация	20

Классификация ОПУ в зависимости от режима мышечного сокращения

Режим сокращений основных мышечных групп, которые участвуют в выполнении ОПУ, позволяет разделить их на статические, динамические, статодинамические и изометрические. Для статических упражнений характерны такие напряжения мышц, при которых не происходит изменение их длины и которое не сопровождается двигательными действиями. Например, удержание фиксированного

положения стойки на руках или равновесия на одной ноге. В отличие от них, динамические упражнения характеризуются перемещением тела или его частей в пространстве. К ним относятся все локомоции человека: бег, ходьба, прыжки, плавание и др. Во время динамической работы мышцы изменяют свою длину, что и вызывает перемещение. Динамические упражнения могут быть двух типов: преодолевающие сопротивление (например, вставание с приседа) и уступающие ему (опускание в присед).

Характерным признаком изометрических упражнений является отсутствие изменений длины мышечного волокна во время его напряжения. Поэтому с точки зрения биомеханики статические и изометрические упражнения не отличаются, поскольку в обоих случаях отсутствует какое-либо движение. Однако во время выполнения изометрических упражнений мышцы способны развивать максимально возможное напряжение, а сами упражнения служат для воспитания максимальных силовых способностей человека.

ОПУ в изометрическом режиме выполняются в условиях общего натуживания, когда голосовая щель закрывается и воздух не поступает в организм. Не стоит забывать, что в условиях отсутствия движения спортсмен должен за счет волевого усилия довести напряжение до максимально возможной величины. Эта величина зависит от тренированности и индивидуальных особенностей спортсмена.

Любые двигательные действия в большинстве случаев включают моменты как статического, так и динамического напряжения, т. е. фактически они происходят при смешанном (статодинамическом) режиме работы мышц. Совершенно очевидно, что в одних упражнениях будут преобладать статические усилия, в других, — динамические, а в-третьих, они могут присутствовать приблизительно в равных количествах. Все вышесказанное дает основание разделять ОПУ в зависимости от режима мышечного сокращения.

Классификация ОПУ в зависимости от влияния на организм

Вид, способ выполнения и методика проведения ОПУ по-разному влияют на разные органы и системы организма человека (сердечно-сосудистую, дыхательную, нервную, эндокринную, костно-мышечную и др.). Известно, что динамические упражнения, выполняемые с большой амплитудой, с пружинными движениями и включающие элементы напряжения и расслабления, способны понизить артериальное давление и в конечном итоге приведут к уменьшению частоты сердечных сокращений (Коц, 1998; Вилмор, 2003). В то же время ОПУ с преимущественным использованием силовых и статических компонентов, наоборот, повышают артериальное давление, увеличивают частоту пульса и замедляют их восстановление. Доказано, что ритмические и плавные движения, которые выполняются без пауз отдыха в исходном положении — широкая стойка ноги врозь, снижают, а в некоторых случаях даже устраняют приступы боли в сердце, способствуют снижению холестерина.

Систематическое выполнение ОПУ вызывает в организме человека такие положительные тренировочные эффекты, для которых характерны:

- 1) морфологические и функциональные изменения, имеющие место в состоянии покоя;
- 2) увеличение функциональных возможностей систем организма, которые обеспечивают выполнение тренировочной работы;
- 3) повышение эффективности деятельности органов и систем всего организма в целом.

Эффективность деятельности сопряжена с экономичностью работы всего организма в процессе тренировочной работы. Каждая из систем организма по-разному реагирует на выполнение ОПУ.

В **сердечно-сосудистой системе** возникают процессы адаптации, приводящие к увеличению размеров сердца, улучшению его кровоснабжения, снижению ЧСС, усилению центрального и периферического кровообращения, повышению сократительной способности миокарда и систолического или ударного объема крови.

Дыхательная система обеспечивает более совершенную легочную вентиляцию и постоянство содержания CO_2 в артериальной крови.

Очень часто спортсменам приходится выполнять нагрузку, используя задержку дыхания. При этом мышечная сила во время выдоха на 7 % больше, чем во время вдоха. Гипоксия может вызвать нарушение координации движений (Милюкова, 2010). Поэтому основная физиологическая задача выполнения дыхательных ОПУ заключается в развитии согласованности, слаженности в работе систем органов дыхания и кровообращения.

Дыхательные упражнения основаны на том, что спортсмен в определенных границах приобретает умение управлять своим дыханием: удлинять или укорачивать вдох и выдох, изменять паузы между ними, варьировать характер дыхательных движений, изменять их интенсивность и т. п.

В каждом виде спорта дыхание играет специфическую роль, используются разные способы повышения функции дыхания и соответственно выбираются наиболее подходящие ОПУ.

Нервная система. Систематическое выполнение упражнений стимулирует условно-рефлекторную деятельность, улучшает динамику нервных процессов — возбуждения и торможения, увеличивает их подвижность, уравновешенность и силу.

Эндокринная система отвечает на физическую нагрузку улучшением обмена веществ в тканях и органах, положительными гормональными изменениями, что, в свою очередь, активизирует деятельность внутренних органов, повышает реактивность организма, его способность поддерживать постоянство внутренней среды (температуру, кислотно-щелочной баланс и др.), способствует устойчивости к воздействию негативных факторов внешней среды, повышает деятельность вегетативных функций.

Костно-мышечная система. Известно, что физическая нагрузка улучшает общее состояние костей, суставов, мышц, развивает и помогает сохранить необходимую подвижность суставов, укрепляет мышечную систему, усиливает кровоснабжение в мышцах, суставах и связках, утолщает костную ткань.

Зрительная система. В спорте зрение помогает ориентироваться в местонахождении партнеров или соперников, распределять свои действия в пространстве, устранять допущенные ошибки. Большинство ошибок, неточностей и упущений, совершаемых спортсменом, происходит из-за неверной или недостаточной зрительной позиции, восприятия и принятого на их основе решения.

Бинокулярное, или стереоскопическое, зрение — это видение двумя глазами, которое обеспечивает четкое объемное восприятие предмета и позволяет оценить его местоположение в пространстве, взаимное перемещение объектов наблюдения, траекторию движения и представить себе дальнейший путь продолжения движения. Эта сложнейшая функция зрения помогает футболисту определить по траектории полета мяча в пространстве куда нужно поставить ногу для остановки или удара по мячу; хоккеисту — расположить клюшку в той точке траектории летящей шайбы, чтобы точно отразить ее; баскетболисту, который смотрит на кольцо, увидеть проход своего партнера под щит; теннисисту, который сосредоточился на полете мяча, заметить перемещения противника и др. В спорте преобладающее значение имеют периферическое зрение и точность глазомера (глубинное зрение).

В каждом виде спорта имеются свои специфические требования к функции зрения. В игровых видах спорта важны: динамическая острота зрения (способность видеть и распознавать движущиеся предметы, объекты), глубинное зрение (восприятие трехмерного пространства, оценка относительной удаленности видимых предметов по отношению друг к другу), точность глазомера (способность человека точно определять и сравнивать без специальных измерительных приборов пространственные величины), периферическое (восприятие части пространства, которое видно неподвижным взглядом за пределами самого центра взгляда) и бинокулярное зрение. Умение видеть поле за счет бокового (периферического) зрения в сочетании с технической подготовленностью является основой тактического мастерства в игровых видах спорта.

В видах спорта, где важно прицеливание (стрельба), особое значение имеет определение ведущего глаза. Умение увидеть, проанализировать и быстро ответить на действия противника важны в спортивных единоборствах. Поэтому различные ОПУ для совершенствования зрительных восприятий очень важны в системе подготовки спортсменов.

Классификация ОПУ в зависимости от механизма энергообеспечения

В мышечных волокнах во время выполнения нагрузки происходят сложные биохимические процессы с участием кислорода (аэробный обмен) или без него (анаэробный обмен).

Классификация и характеристика ОПУ в зависимости от формы и способа выполнения движений

Основными характеристиками физических упражнений, которые определяют их назначение, служат содержание и форма движений.

Содержание упражнения определяется теми двигательными действиями, из которых оно состоит, а также основными процессами (физиологическими, психическими, биохимическими и др.), которые происходят в организме во время его выполнения. Особенность содержания упражнения определяет его форму. Форма и способ выполнения служат визуальным критерием для оценивания движения, для которого задаются определенные параметры: направление, траектория, амплитуда, скорость и т. п.

Классификация ОПУ в зависимости от формы выполнения движений

Форма упражнения представляет собой его внутреннюю и внешнюю структуру, организацию, согласованность и субординацию (Матвеев, 1991).

Внутренняя структура физических упражнений определяется взаимосвязью между разными процессами функционирования организма человека, которые включаются во время выполнения упражнения.

Внешняя структура упражнения — это та видимая сторона, которая характеризуется соотношением пространственных, временных и силовых (динамических) параметров движения. Например, к внешней структуре ОПУ можно отнести направление движения отдельных звеньев тела, амплитуду и траекторию тела или его частей, вид движения, его сложность и т. д.

Согласно формы движений ОПУ можно разделить на потягивания, наклоны, повороты, круговые движения, приседания, выпады, прыжки, маховые движения, а также передвижения (рис. 5.4).

Потягивания. Эти упражнения чрезвычайно важны, с них начинается любой комплекс физических упражнений. Благодаря сокращению и растягиванию мышц спины, передней и задней поверх-



РИСУНОК 5.4 – Классификация ОПУ в зависимости от формы и способа выполнения движений

ности туловища, пояса верхних конечностей и шеи происходит формирование правильной осанки и коррекция ее нарушений, организм быстрее восстанавливается после нагрузки, улучшается подвижность позвоночника и плечевых суставов. Увеличение подвижности грудной клетки в момент потягивания позволяет совершенствовать функцию дыхания, увеличить потребление кислорода, улучшить вентиляцию легких. Активная работа мышц спины в момент потягивания приводит к усилению кровообращения, а мышц шеи – препятствует появлению юношеского остеохондроза, которым страдают многие спортсмены. Однако тренерам и самим спортсменам важно знать, что стимулирующий эффект упражнений в потягивании зависит прежде всего от правильности их выполнения и места как в комплексах ОПУ, так и всего учебно-тренировочного занятия (рис. 5.5).

Особенности потягиваний объясняют причину их выполнения в начале и в конце комплексов ОПУ или разминки, поскольку они выполняют роль своеобразной подготовки к предстоящей работе (Попов, 2000).

Наклоны. Это сгибания туловища или головы в различных направлениях, с разной амплитудой, которые выполняются из всевозможных исходных положений. Наклоны составляют значительную часть комплексов ОПУ, а кроме того они входят в состав таких движений, как равновесия, повороты, прыжки и др. Наклоны головы способствуют развитию функции равновесия и вестибулярной устойчивости, а также являются профилактическими упражнениями при остеохондрозе шейного отдела позвоночника.

Наклоны классифицируют:

- по направлению (вперед, назад, в стороны, а также с использованием промежуточных положений);



РИСУНОК 5.5 – Упражнения в потягивании

- по амплитуде или глубине выполнения (на 45 град. или полунаклоны, на 90 град. или горизонтальные, на 135 град. и ниже, глубокие наклоны);
- по исходному положению (и. п.), в котором они выполняются (стоя на двух или одной ноге, в выпаде, на коленях или одном колене, сидя или лежа).

Сложность выполнения наклонов определяется направлением, амплитудой и способами сохранения устойчивого положения тела. Самыми сложными считаются наклоны назад, поскольку они требуют достаточной гибкости, вестибулярной устойчивости и координации.

Наклоны туловища укрепляют мышцы брюшного пресса и спины, улучшают подвижность позвоночника, растягивают мышцы передней (при наклонах назад) или задней (при наклонах вперед) поверхности бедра. Изменение положения рук во время наклонов может усложнять выполнение упражнения (например, руки вверх) или уменьшать нагрузку (руки на пояс).

Наклоны в стороны — кроме вышеперечисленного влияния, — также способствуют профилактике искривлений позвоночника в сагитальной плоскости (сколиотическая осанка или сколиоз), которые достаточно часто встречается у представителей видов спорта с асимметричной (односторонней) нагрузкой. Выполнение наклонов в стороны с разными положениями рук или с использованием различных предметов и отягощений позволяет регулировать нагрузку согласно заданиям комплексов ОПУ.

Повороты. К поворотам относятся вращательные движения вокруг вертикальной оси, которые могут выполняться туловищем или всем телом. Повороты туловища развивают подвижность позвоночника и тазобедренных суставов, улучшают осанку, улучшают деятельность желудочно-кишечного тракта, способствуют ликвидации застойных явлений в органах малого таза. Соединение поворотов с наклонами позволяет изобретать множество новых и интересных упражнений, способных разнообразить любое учебно-тренировочное занятие.

Круговые движения. Выполняются туловищем, головой и конечностями. Круговое движение можно описать целой конечностью или отдельным ее сегментом (например, круговое движение в лучезапястном суставе). Эти движения нужны спортсменам для повышения подвижности суставов, а многократное их выполнение — необходимое условие нормального функционирования суставов. Поэтому спортсмены используют в разминке большое количество разнообразных круговых движений (вращений) в различных суставах.

Приседания. Выполнение приседаний связано с использованием активной работы мышц ног поступательного характера, которая происходит под действием силы тяжести. Приседания могут выполняться на половину амплитуды движения (полуприседания) и на полную амплитуду (собственно приседания), а также на всей стопе или на носках (полупальцах).

Во время выполнения приседаний происходит активное сокращение мышц — разгибателей бедра в тазобедренном и коленном суставе, изменяется угол наклона таза, регулируется напряжение прямых мышц живота, увеличивается подвижность суставов нижних конечностей, улучшается функциональное состояние систем кровообращения и дыхания. Приседания способствуют профилактике плоскостопия и варикозного расширения вен, что очень важно в некоторых видах спорта (тяжелая атлетика, гиревой спорт, спортивная гимнастика и др.).

Различные приседания кроме того служат средством развития равновесия и вестибулярной устойчивости (например, на ограниченной, повышенной или неустойчивой опоре, с частично или полностью выключенным зрительным анализатором); ловкости и координации (например, с использованием различных предметов); силовых и скоростно-силовых качеств (например, с отягощениями, резиновыми амортизаторами, с партнером) и т. д.

Выпады. Группа упражнений под названием «выпады» широко используется спортсменами во время разминки, выполнения основных двигательных действий вида спорта комплексов ОПУ для укрепления и растягивания мышц нижних конечностей. Выпады выполняются вперед, назад и в стороны, с предметами или без них, в парах или с отягощениями, могут быть обычными или глубокими, с использованием пружинных движений или без них. Для профилактики и коррекции нарушений осанки выпады полезно выполнять вместе с наклонами (например, при правостороннем сколиозе — выпад вправо с наклоном в правую сторону, а при сутулости и круглой спине — выпад вперед с наклоном назад). Выполнение ОПУ в выпадах с предметами способствует более эффективному их действию на организм.

Прыжки. Это одна из самых многочисленных групп ОПУ. Прыжки можно выполнять на месте и с продвижением, на двух или одной ноге, со сменой ног, с поворотами, с использованием разных предметов, отягощений, в парах, тройках или группой и т. д. Прыжки способствуют повышению интенсивности учебно-тренировочных занятий, развитию выносливости, динамической силы мышц ног, положительно воздействуют на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, являются профилактическим средством развития плоскостопия (Попов, 2000).

В процессе выполнения прыжков важно обратить внимание на правильное приземление, поскольку отсутствие амортизации и мягкого постепенного перехода с носка на пятку может вызвать значительное ударное воздействие на суставы и позвоночник. Кроме собственно прыжков спортсмены часто выполняют различные соскоки, прыжки в глубину или на возвышение, с использованием традиционных или инновационных снарядов и предметов (скакалки, координационной лестницы, сферы босу и т. п.). Использование инновационных средств для выполнения и совершенствования прыжков предполагает включение в тренировку таких изобретений как джамперы, кангу джамп (бокинги), трюковые самокаты и другое.

После выполнения прыжков в комплексах ОПУ рекомендуется перейти на ходьбу на месте, выполнить несколько упражнений для нормализации дыхания.

Маховые движения. Маховые движения подразделяются на взмахи и махи, которые могут выполняться всем телом (целостные) или изолированными частями тела (руками и ногами). Взмахи выполняются за счет толчка, который является начальным импульсом движения. Характер взмаха зависит от его величины, чем он резче, тем быстрее и интенсивнее выполняется сам взмах.

Различают дугообразные и круговые махи, и взмахи. Несколько последовательных дугообразных махов называют маятникообразными, в то время как последовательные круговые махи могут образовывать «восьмерки». Примером первых движений могут быть размахивания ногой вперед-назад (часто встречаются в разминке спортсменов), вторых — последовательные круговые движения руками наружу (подготовка к выполнению соревновательных упражнений у теннисистов, пловцов, гимнастов и др.). Махи и взмахи выполняются в разных плоскостях, направлениях, с разной амплитудой. При этом амплитуда этих движений зависит от степени подвижности суставов и задач самого упражнения. Махи и взмахи способствуют развитию динамической силы, подвижности суставов и координации движений спортсменов (Попов, 2000).

Передвижения. Способов выполнения передвижений огромное количество, их использование на учебно-тренировочных занятиях позволяет тренеру упорядочить и разместить спортсменов согласно задачам занятия, дозировать нагрузку и ее интенсивность. Передвигаться можно разными способами, среди которых есть традиционные (разновидности ходьбы, бега, прыжков, в полуприседе и в приседе, в упорах, на коленях и т. д.), и нетрадиционные (перекаты, кувырки, передвижения в седе, в парах, тройках, группой, с предметами, на предметах и др.).

Усложнение видов передвижений аналогично способам повышения нагрузки и регулируется путем изменения темпа, скорости, продолжительности упражнений, изменением наклона поверхности, на которой выполняются передвижения, использованием отягощений, предметов, оборудования и др.

Особое значение имеют формы и способы перемещений в разных видах спорта, где для каждого из них свойственны несколько иные разновидности ходьбы и бега. Так, например, баскетболисты выполняют обычные, приставные и скрестные шаги и бег со сменой ритма, темпа, скорости, с неожиданными остановками и прыжками на одной и двух ногах, с поворотами, передвижения спиной вперед и боком. В волейболе спортсмены часто используют приставные и скрестные шаги и бег, выставляя вперед полусогнутую ногу, шаги в положении пригибаясь, ускорения в беге, а также бег с прыжками и подскоками. Футболисты посвящают отработке передвижений достаточно времени, совершенствуя разновидности бега с прыжками, остановками, поворотами, обманными движениями, выполненными в разных направлениях и со сменой способов перемещений. Совершенствованию различных видов передвижений уделяется достаточное количество времени в бадминтоне, настольном и большом теннисе, где спортсмены выполняют в быстром темпе обычный, широкий, полушаг, выпадами, скрестный, перекатный, приставной шаг и бег, а также их комбинации с прыжками, подскоками, поворотами. Все разновидности передвижений используются в спортивных играх для изменения и. п., принятия правильной позы для дальнейших действий, приближения к мячу, выполнения обманных движений, подготовки для эффективного удара, нападения и т. д. Спортсмены-единоборцы передвигаются так называемым подшагом (короткий и резкий скользящий шаг ближайшей к нужному направлению ногой с переносом на нее массы тела), выпадами, скользящими и короткими шагами и бегом. Боксерам свойственны такие виды шагов, которые позволяют как можно лучше удерживать равновесие, атаковать или избегать ударов соперника. К ним относятся: обычный, одноименный, разноименный, семенящий, скачковый (челночный), приставной, шафл (маленькие шаги), подшаг и др., которые комбинируются с постоянными скачками на двух ногах. Фехтовальщики чаще всего используют широкие шаги выпадами, скрестные и приставные шаги вперед и назад, которые необходимы для приближения или удаления от соперника, нанесения или уклонения от укола, выполнения обманного движения. Особенный статус занимает изучение разновидностей ходьбы и бега в художественной гимнастике, где им посвящается целый раздел подготовки, называемый «Элементы свободной пластики». В технико-эстетических (сложнокоординационных) видах спорта разновидности шагов и бега необходимы для перехода от одних сложных элементов к другим, короткого отдыха между каскадными трюками, как требование правил соревнований к композиционному решению и др.

Классификация ОПУ в зависимости от направления выполнения движений

Упражнения можно также классифицировать по признаку направления движения, которое может быть выполнено:

- вправо или влево (например, передвижения, наклоны, повороты);
- вверх или вниз (например, поднятие или опускание рук, ног);
- вперед или назад (например, шаги, прыжки, выпады);
- внутрь или наружу (например, дуги или круги руками).

Как правило, направление определяется по началу двигательного действия, а направление движений руками и ногами — относительно туловища, независимо от того, какое оно занимает положение в пространстве. Это замечание важно для правильного терминологического описания и

понимания предложенных упражнений. Кроме основного направления выполнения упражнений используются также и промежуточные положения, например, руки вперед—книзу, вперед—кверху, вперед—наружу, в стороны—кверху, в стороны—внутрь и т. д.).

Классификация ОПУ в зависимости от характера выполнения движений

Каждое движение может выполняться силой, махом, рывком, напряженно или расслабленно, резко или плавно, с ускорением или замедлением, с пружинными движениями или без них. Характер выполнения прежде всего определяется задачами комплекса, видом спорта, индивидуальными особенностями и подготовленностью спортсменов. Например, для спортсменок присущий более плавный, а для спортсменов — резкий и напряженный характер выполнения упражнений. Одно и то же ОПУ можно выполнить в разном характере, что позволяет развивать координацию, способствует творческому подходу и разнообразию учебно-тренировочных занятий.

Классификация ОПУ в зависимости от амплитуды выполнения движений

Эффективность и характер влияния на организм каждого отдельно взятого упражнения зависит от амплитуды (большой, средней или малой) его выполнения. Совершенно очевидно, что для развития подвижности суставов спортсмену необходимо выполнять упражнение с максимально возможной для него амплитудой, которая зависит от его индивидуальных возможностей и уровня подготовленности. Большое значение при этом имеет характер разминки, а также часть учебно-тренировочного занятия, на котором выполняются ОПУ с большой или максимально возможной амплитудой. Поэтому в начале занятия, когда организм спортсмена еще недостаточно разогретый, лучше использовать упражнения с малой или средней амплитудой (Захаров, 1994; Алтер, 2001; Доленко, 2005; Бражник, 2009 и др.).

Классификация ОПУ в зависимости от вида выполнения движений

Самые сложные двигательные действия, которые выполняет спортсмен, состоят из двух или более самых простых, которые имеют вид поступательных и вращательных движений. Они и определяют всю палитру разнообразных движений в суставах, которые можно классифицировать на поступательные, вращательные, маятникообразные, спиралеобразные и смешанные (Захаров, 1994; Гавердовский, 2002).

Поступательное движение — это перемещение тела или его частей, при котором все точки этого тела передвигаются вдоль условной оси.

Вращательное движение — это движение тела или его частей, во время которого все его точки вращаются вокруг условной оси. Примером могут служить вращательные движения туловищем или головой вправо и влево, а также повороты направо и налево.

Маятникообразные, спиралеобразные и смешанные движения — это одновременные поступательные и вращательные перемещения всех точек тела или его частей, которые выполняются по движению маятника, по спирали или объединяют несколько видов движений в одном двигательном действии.

Классификация ОПУ в зависимости от структуры движений

В зависимости от структуры упражнения можно классифицировать на циклические, ациклические и комбинированные или смешанные движения.

К **циклическим ОПУ** относятся такие, в которых одни и те же движения, части, фазы и элементы стереотипно повторяются в определенной последовательности. После каждого цикла движений

все части тела возвращаются в и. п. Наилучшим примером циклических упражнений могут служить бег, езда на велосипеде, плавание, гребля и др. Вместе с тем существует множество ОПУ, в которых цикл одинаковых движений повторяется и каждый новый цикл начинается с того же самого и. п. (например, серия круговых вращений руками вперед или назад).

Ациклические ОПУ — это упражнения, в которых стереотипно не повторяются отдельные части, фазы или элементы. То есть данное ОПУ состоит из отдельных, не похожих одно на другое, двигательных действий, которые выполняются в определенной последовательности (например, гимнастическое упражнение, в котором не встречаются одинаковые элементы).

Комбинированные ОПУ — это упражнения, в которых, например, одна часть может включать циклические движения (разбег), а другая — ациклические (например, опорный прыжок).

Классификация ОПУ в зависимости от сложности движений

Сложность упражнения определяется тем, какая часть тела или части тела принимают участие в выполнении двигательных действий, объединенных в одном упражнении (Гавердовский, 2002; Худолый, 2008). В зависимости от этого различают: изолированные или элементарные, простые, комплексные и сложные движения.

Изолированными или элементарными называют движения, которые выполняются одной частью тела при условной фиксации других. Как правило, такие движения не требуют сложной координации и могут использоваться в учебно-тренировочном занятии для развития силы определенной мышечной группы.

Соединение двух или нескольких изолированных движений образует **простое** двигательное действие, которое выполняется в двух или более суставах одной части тела.

Комплексное движение — это одновременное движение в нескольких суставах двух или более частей тела. Выполнение этого движения требует достаточно хорошей координации и часто — специального обучения.

В **сложных движениях** действие выполняется не только в разных суставах и разными частями тела, но и на фоне перемещения общего центра масс тела в пространстве.

Классификация и характеристика ОПУ в зависимости от избирательного воздействия на развития двигательных качеств

Развитие двигательных качеств, а также освоение связанных с ними двигательных навыков является одной из первостепенных задач учебно-тренировочного занятия. В классификации, представленной на рис. 5.6, был сделан акцент на том, что любое ОПУ может быть использовано для развития двигательных качеств, которые являются приоритетными для данного вида спорта или отстающими у конкретного спортсмена.

Известно, что двигательные качества не существуют изолировано, а развитие одного из них вызывает качественные изменения других, поэтому соответствующий выбор ОПУ будет определять их приоритетность и эффективность. Так, например, развитие силовых способностей будет сопровождаться развитием специальной выносливости, а развитие быстроты — совершенствованием координационных способностей. Поэтому, подбирая ОПУ для развития той или иной способности, правильнее говорить про избирательное ее развитие или совершенствование.

Рассмотрим более детально составляющие представленной классификации.



РИСУНОК 5.6 – Классификация ОПУ в зависимости от преимущественного развития физических и двигательных способностей спортсмена

Классификация ОПУ в зависимости от избирательного развития силовых качеств

Для развития собственно силовых качеств используют ОПУ, в которых необходимо преодолеть сопротивление или противостоять ему. В качестве сопротивления можно использовать: отягощение весом собственного тела или его частей, сопротивление партнера, самосопротивление, вес предмета (гриф от штанги, штанга, гири, гантели, набивные мячи, болгарские мешки и др.), сопротивление предметов, которые растягиваются (резина, эспандер, надувные камеры, различные амортизаторы и т. п.), смешанные сопротивления.

Скоростно-силовые качества. К этим качествам следует отнести:

- скоростную силу, для которой присущи неограниченное проявление напряжения мышц и значительная быстрота выполнения движений, которая не достигает граничной величины;
- взрывную силу, которая характеризует способность человека достигать максимальных проявлений силы в очень короткий (максимально возможный) отрезок времени.

Для развития скоростно-силовых качеств используют метод динамических усилий, который подразумевает выполнение ОПУ максимальное количество раз за определенное время (развивается скоростная сила) или выполнение упражнений за минимально возможное время (для развития взрывной силы).

Силовая выносливость. Для развития этого качества используют силовые ОПУ, которые выполняют с максимально возможной дозировкой (метод «до отказа»). В зависимости от задач тренировки можно развивать общую силовую выносливость, используя ОПУ для всего тела, или специальную силовую выносливость (для отдельной части тела, мышечной группы).

Большое значение для развития различных проявлений силовых и других двигательных качеств имеют комплексы ОПУ, в которых имеет место совмещенное их развитие, например, силы и гибкости, силы и координации и др.

Классификация ОПУ в зависимости от избирательного развития гибкости и подвижности суставов

В спорте очень важны проявления двух видов гибкости: активной и пассивной. Напомним, что активная гибкость характеризуется способностью человека достигать максимально возможной амплитуды движений за счет мышечного напряжения, в то время как пассивная гибкость проявляется за счет приложения внешних сил (действия партнера, отягощения). Проявления гибкости у спортсменов очень различны и зависят от: 1) строения и формы сустава; 2) длины и эластичности мышц, связок, сухожилий; 3) функционального состояния нервных центров, которые регулируют тонус мышц; 4) температуры внешней среды (низкая температура снижает проявление гибкости); 5) суточной периодичности выполнения упражнений, тренировки (утром гибкость ниже, чем днем и вечером);

6) степени утомления организма (пассивная гибкость при этом улучшается, активная, наоборот, ухудшается); 7) генетических факторов, наследственности, пола и возраста.

Тренерам нужно помнить, что развитие гибкости не должно быть самоцелью, а ОПУ для гибкости следует чередовать с упражнениями для воспитания силовых способностей. Иначе чрезмерная подвижность в суставах (гипермобильность) может служить фактором риска нарушений опорно-двигательного аппарата. С другой стороны, учебно-тренировочные занятия с использованием только силовых упражнений могут привести к ограничению подвижности суставов, что негативно отразится на технике выполнения спортивных движений, приведет к ухудшению координации и может вызвать травмы и нарушения опорно-двигательного аппарата. Тут очень важно найти золотую середину, не исключить индивидуальный подход к спортсменам и учесть требования вида спорта. В некоторых видах спорта (художественная, спортивная и эстетическая гимнастика, спортивная акробатика, фигурное катание, артистическое плавание и др.) требования к развитию гибкости очень высоки. Однако какие бы требования не предъявлялись к гибкости спортсменов, важно знать, что:

- статические растягивания, включенные в разогрев, не способствуют подготовке двигательного аппарата спортсмена и ухудшают технику выполнения основных движений;
- динамические упражнения более эффективны для разогрева, в то время как статические лучше использовать в конце тренировки;
- пассивные упражнения следует выполнять в том случае, когда эластичность мышц-антагонистов ограничивает проявление гибкости; активные — когда уровень гибкости ограничивается слабостью мышц, выполняющих движение;
- статические упражнения на гибкость, выполненные в конце учебно-тренировочного занятия, способствуют расслаблению мышц, обеспечивают значительный регенеративный эффект, на длительное время дают возможность выполнять движения с максимальным диапазоном, стимулируют приток крови к рабочим мышцам (Алтер, 2001; Доленко, 2005; Бражник, 2009).

Развитие активной гибкости улучшает пассивную и облегчает расслабление мышц-антагонистов. Однако большая разница между активной и пассивной гибкостью выступает одним из главных факторов риска травм и нарушений опорно-двигательного аппарата (Алтер, 2001; Доленко, 2005).

Средствами развития гибкости у спортсменов являются ОПУ, в которых использованы: 1) повторные пружинные движения с постепенным увеличением амплитуды; 2) задержка в положении максимальной амплитуды; 3) расслабления мышц в положении максимальной амплитуды; 4) маховые движения с постепенным увеличением амплитуды; 5) плавные движения с большой амплитудой; 6) стретчинг; 7) изометрические напряжения мышц в положении максимального растяжения.

Перед выполнением ОПУ для развития гибкости необходимо выполнить полноценную разминку. Комплексы упражнений для развития подвижности разных суставов могут выполняться индивидуально, с партнером, с использованием различных предметов, отягощений и оборудования.

Классификация ОПУ в зависимости от избирательного развития выносливости

Известно, что для развития общей выносливости лучше использовать циклические упражнения, длительность которых можно постепенно увеличивать. Однако возникшая в последние десятилетия тенденция создания инновационных видов упражнений привела к образованию новых видов фитнеса, в которых обязательным условием является повышение аэробных возможностей организма. Поэтому внедрение в систему тренировочных занятий вместе с традиционными и модернизированными ОПУ серий циклических движений, состоящих из разных видов бега, прыжков, танцевальных связок, как раз и позволило повышать аэробные возможности организма, способствуя развитию

общей выносливости. Это объясняет причину использования различных видов фитнеса в качестве общей разминки, специальной физической подготовки, а также в переходный период годового цикла представителями разных видов спорта (особенно игровых видов спорта, спортивных единоборств, легкой атлетики и др.).

Общая выносливость служит основой для воспитания многих видов выносливости, среди которых можно назвать силовую, скоростную, координационную и даже композиционную (Художественная..., 2003). Такой широкий спектр видов выносливости объясняется специфичностью мышечной работы в разных видах спорта. Поэтому выносливость относительно определенного вида деятельности условно называют специальной. Для развития специальной выносливости используют такие ОПУ, которые по характеру мышечных усилий, структуре движений и форме отвечают основным действиям спортсмена и выполняются: 1) на фоне утомления; 2) поточным способом (без интервалов отдыха) или с минимальными интервалами, заполненными активной работой; 3) с постепенным увеличением длительности или дозировки выполнения; 4) с постепенным увеличением интенсивности выполнения.

Классификация ОПУ в зависимости от избирательного развития скоростных качеств

Спортсменам приходится часто выполнять различные движения, где скорость имеет очень большое значение. Вместе с тем имеются виды спорта, где важно не максимальное, а оптимальное проявление быстроты.

Основными средствами развития различных проявлений скоростных качеств являются ОПУ, которые требуют:

- быстрых двигательных реакций на различные раздражители (световой, звуковой или неизвестный сигнал, на движущийся объект или предмет, реакция выбора действия в неизвестной ситуации и т. п.);
- высокой скорости выполнения одного двигательного действия или задания (старт, ловля или отбив мяча, брошенного соперником);
- частоты выполнения движений (двойные прыжки на скакалке).

Для развития скоростных качеств используют ОПУ, выполненные в облегченных или усложненных условиях, «за лидером», под метроном, с быстрым подсчетом, игровые или соревновательные задания.

Классификация ОПУ в зависимости от избирательного развития ловкости

Ловкость представляет собой суммарное проявление координации движений, быстроты, гибкости, чувства ритма и темпа, умения своевременно напрягать и расслаблять мышцы, способности выполнять движения в изменяющихся ситуациях (Лях, 2006).

Среди факторов, которые обуславливают ловкость, следует выделить:

- способность сознательно воспринимать и контролировать движения, устанавливать необходимую последовательность и способ выполнения двигательных заданий;
- двигательную память. Любое новое движение всегда осваивается на основе уже существующих предыдущих двигательных действий, которые сбереглись в памяти. Систематические тренировки позволяют постоянно увеличивать запас новых движений, а приобретенный двигательный опыт является координационной основой, на котором происходит формирование новых двигательных действий. Поэтому чем большим запасом двигательных умений и навыков владеет спортсмен, чем выше его двигательная эрудиция, тем легче ему усваивать новые движения;

- совершенную внутримышечную и межмышечную координацию, которые позволяют успешно управлять основными параметрами движений;
- адаптационные возможности разных анализаторных систем, которые отвечают специфическим особенностям конкретного вида спорта.

Наибольшие возможности для развития ловкости можно найти в комбинированных ОПУ, выполненных в изменяющихся условиях, с использованием различных традиционных и инновационных предметов, снарядов, оборудования, а также игр и игровых заданий.

Для развития ловкости используют такие методические приемы выполнения упражнений: в непривычных или изменяющихся условиях; с расслаблением отдельных частей тела или всего тела; на согласование движений разными частями тела; в зеркальном изображении; на точность воспроизведения, дифференцирования и оценивания пространственных, силовых и временных параметров движения; на равновесие и вестибулярную устойчивость; с традиционными и инновационными предметами; подвижные игры, игровые задания, эстафеты; на согласование движений с темпом и ритмом музыки.

Классификация ОПУ в зависимости от избирательного развития координационных способностей

Координационные способности являются составной частью ловкости, однако их важность для занятий спортом диктует необходимость более детального рассмотрения. Авторы выделяют такие, относительно самостоятельные виды координационных способностей (Платонов, Булатова, 1995; Лях, 2006; Сергиенко, 2012; Платонов, 2015, 2020 и др.): способность оценивать и регулировать динамические и пространственно-временные параметры движений; способность сохранять устойчивое равновесие; способность воспринимать и усваивать ритм; способность произвольно расслаблять мышцы; способность согласовывать движения в двигательном действии. В целостном двигательном действии эти способности проявляются во взаимодействии. Однако в отдельных ситуациях одни из них могут играть ведущую, а другие — вспомогательную роль.

Способность оценивать и регулировать динамические и пространственно-временные параметры движений базируются в основном на точности и тонкости двигательных чувств, которые объединяются вместе со слуховыми, двигательными и тактильными. Способность к ориентированию в пространстве позволяет точно определить положение тела, своевременно изменить его, двигаться в нужном направлении или по определенной траектории.

Способность оценивать и регулировать временные параметры движений связана с точным его выполнением во времени, в соответствии с установленным темпом, скоростью и ритмической структурой (Лях, 2006).

Способность к воспроизведению, оцениванию и дифференцированию динамических параметров движений дает возможность выполнять движение с определенными усилиями, своевременно напрягая и расслабляя мышцы.

Способность человека сохранять устойчивую позу в статических и динамических условиях (равновесие). Для улучшения способности управлять равновесием рекомендуется совершенствовать функции анализаторной системы, формировать двигательные умения и навыки регуляции позы тела, а также выполнять упражнения на подвижной, узкой, повышенной опоре, в условиях нарушения зрительной ориентации, утомления, стрессовых ситуациях (Marciniak, 1998; Болобан, 1991, 2013).

Проявления равновесия в спорте очень разнообразны: в одних случаях необходимо сохранять устойчивость в статических положениях (стойка на руках, равновесие на одной ноге); в других, — во

время движения (упражнения на бревне в спортивной гимнастике). Выделяют еще третью форму равновесия – балансирование предметами и на предметах (мячом на ладони, теннисного мяча на ракетке, удержание равновесия на раме велосипеда). Для развития функции равновесия используют различные ОПУ, в основе которых лежит необходимость сохранения устойчивого положения тела в разных его проявлениях.

Способность к произвольному мышечному расслаблению. В оптимальном согласовании работы напряженных и расслабленных мышц проявляется межмышечная координация, которая свидетельствует про уровень развития способности к произвольному напряжению и расслаблению мышц, т. е. экономичности выполняемой работы. Активное расслабление – это сознательное волевое усилие, необходимое для максимального снижения мышечного тонуса. Такая способность, которая зависит от индивидуальных особенностей нервной системы спортсмена, нужна не только для рационального и эффективного выполнения движений, но и для сохранения его здоровья. В процессе регулярных учебно-тренировочных занятий каждый спортсмен может овладеть ОПУ на расслабление, независимо от возраста и уровня подготовленности.

Способность согласовывать движения разными частями тела в целостном двигательном действии. Сложность воспитания этой способности состоит в постепенном усложнении двигательных заданий, которые стоят перед спортсменом. То есть вначале нужно выполнить движения одной частью тела, затем несколькими, потом симметричные, асимметричные, однонаправленные и разнонаправленные движения, а потом освоить целостные ОПУ со сменой темпа, ритма и направления.

Способность воспринимать и усваивать ритм. Чувство ритма состоит в точном воспроизведении направления, скорости, ускорения, частоты движения, чередовании фаз напряжения и расслабления. Чувство ритма, так же, как и другие координационные способности, зависит от специфики двигательной деятельности спортсмена (Лях, 2006). Для развития чувства ритма используют ОПУ, выполненные под музыку, ритмичные постукивания, хлопки и др., а также движения со сменой темпа, быстроты, длительности отдельных фаз выполнения.

Комплексы ОПУ для развития координации должны включать серии упражнений, в которых предусмотрено: совершенствование способности оценивать, воспроизводить и дифференцировать основные параметры движений; воспитание умений выполнять точные удары, броски и ловлю предметов, с элементами жонглирования; развитие статического и динамического равновесия, а также вестибулярной устойчивости; развитие умения балансировать предметами и на предметах; расслабление разных мышечных групп; формирование способности согласовывать двигательные действия.

Классификация и характеристика ОПУ в зависимости от методики их проведения

Методика проведения ОПУ свидетельствует о квалификации и умениях тренера совершенствовать свои учебно-тренировочные занятия, проводить их рационально и нетрадиционно, добиваться поставленных задач (Попов, 2000). На рисунке 5.7 показана классификация упражнений, которая включает основные методические положения проведения ОПУ, которые можно разнообразить путем изменения исходного положения, способа организации или размещения группы, методов и форм проведения, использования традиционных и нетрадиционных предметов, снарядов и оборудования, а также среды проведения и способов подсчета. В связи с этим можно один и тот комплекс ОПУ представить совершенно в ином варианте и решить при этом другие педагогические задачи.

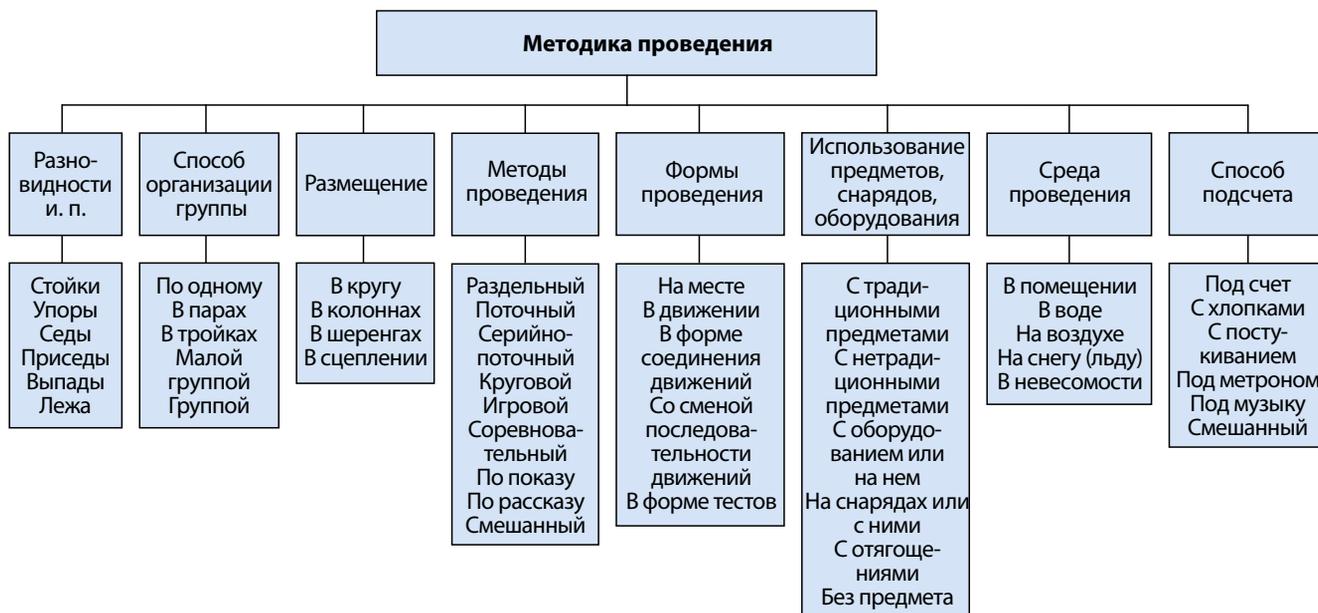


РИСУНОК 5.7 – Классификация ОПУ в зависимости от методики их проведения

Вместе с тем такая классификация предполагает возможность появления новых методов и форм выполнения упражнений, что подчеркивает ее многофункциональность. Остановимся подробнее на составляющих этой классификации.

Классификация ОПУ в зависимости от разновидностей исходных положений

Упражнение может начинаться из разных исходных положений (и. п.) и заканчиваться в те же самые или совершенно другие конечные положения (Попов, 2000). Изменяя и. п., можно существенно изменить физиологическую нагрузку на организм, например:

- увеличить или уменьшить нагрузку. Так, упражнение «сгибание и разгибание рук в упоре лежа (отжимание)», выполненное в и. п. упор лежа, имеет существенно бо́льшую нагрузку, чем в и. п. упор на коленях;
- усложнить или упростить его выполнение. Координационная сложность кувырка вперед из и. п. упор присев намного меньше, чем из и. п. упор стоя;
- целенаправленно воздействовать на определенные части тела или сместить нагрузку на другие работающие мышцы. Например, поднятие туловища в сед, выполненное в и. п. лежа на спине согнув ноги, руки на бедрах влияет на работу одних мышц, а в и. п. лежа на спине на возвышении, ноги закреплены, руки за головой — других.

Кроме того, выбирая и изменяя и. п. в каждом ОПУ, можно:

- изолировать отдельные части тела, которые не должны принимать участие в данном упражнении;
- изменить форму или величину опорной поверхности, на которой выполняется упражнение;
- варьировать величину плеча силы тяжести определенной части тела.

Самым распространенным и. п. для выполнения упражнений является основная стойка (о. с.) или стойка ноги врозь, а также их разновидности. Вертикальное положение — это естественное по-

ложение тела человека, которое он приобрел в процессе эволюции, оно же является рабочей позой для большинства движений, в том числе ОПУ. Кроме того, ОПУ выполняются из и. п. упоры, седы, приседы, выпады и положения лежа (на спине, животе, боку) и др.

Классификация ОПУ в зависимости от способа организации группы

Для проведения ОПУ спортсменов можно организовать так, чтобы они размещались по одному, в парах, тройках или группой. Такие упражнения способствует овладению навыками совместной деятельности, необходимым запасом прикладных упражнений (переноска партнера, груза, метания и ловля предметов и т. д.), а также обучению и совершенствованию отдельных элементов техники спортивных упражнений.

Одно и то же упражнение можно выполнить индивидуально или с партнером, но при этом добиться совершенно разного эффекта (Попов, 2000). Например, когда упражнение выполняется индивидуально, спортсмен сам может дозировать нагрузку, распределять свои движения во времени и пространстве, регулировать мышечное напряжение, его темп и ритм. Когда же упражнение выполняется в парах, тройках, четверках или группой, партнеры могут взаимно изменять сопротивление и скорость, увеличивать амплитуду, вводить обманные движения. При этом существует различные варианты сотрудничества (взаимодействия) между партнерами:

- оба (все) партнера выполняют одно и то же движение (не отличающееся по характеру, форме, скорости и т. д.) одноименными частями тела;
- оба (все) партнеры выполняют одно и то же движение в зеркальном отображении;
- один из партнеров выполняет движение, а другой (другие) помогает или поддерживает его;
- один из партнеров выполняет движение, а другой (другие) оказывает сопротивление;
- партнеры во время выполнения движения оказывают взаимное сопротивление;
- один из партнеров выполняет пассивное движение во время активной помощи другого (других) партнеров;
- партнеры используют один или несколько предметов для взаимодействия.

Остановимся на некоторых методических положениях выполнения упражнений в зависимости от способа организации группы:

1) партнеры должны подбираться с учетом роста, массы тела, телосложения, силы и других показателей физического развития и подготовленности;

2) объяснение и показ упражнений нужно проводить так, чтобы все участники стояли лицом к тренеру;

3) для лучшего восприятия упражнений, спортсменам в парах и малых группах желательно присваивать номера (№1, №2, №3 и т. д.), поясняя роль каждого из них;

4) для удобства объяснения упражнений и с учетом расположения спортсменов, названия сторон (правая, левая) и направлений (вперед, назад) желательно заменять ориентирами (к окну, к дверям, к выходу и т. д.).

Классификация ОПУ в зависимости от размещения группы

Для рационального размещения спортсменов тренеру необходимо владеть основными приемами построений, перестроений, перемещений и размыканий, т. е. строевыми упражнениями.

Выбор способа размещения группы зависит от содержания комплекса и может быть: в шеренге (шеренгах), в колонне (колоннах), на определенном расстоянии один от другого, вплотную или со сцеплением (Гимнастика ..., 1987, 1990; Журавин, 2002). Перед началом проведения ОПУ необходи-

мо проверить правильность выбора дистанции и интервала между спортсменами, так как несоблюдение этого правила может усложнить контроль за проведением упражнений, нарушить правильную технику выполнения, привести к различным травмам.

Чаще всего комплексы ОПУ проводятся в разомкнутых шеренгах или колоннах по три-пять спортсменов (Попов, 2000). Вместе с тем тренеру следует использовать и другие формы размещения спортсменов, тогда привычные упражнения могут восприниматься совсем по-другому. Например, размещение в кругу является одним из самых распространенных у юных спортсменов, они могут видеть друг друга, упражнения становятся коллективными действиями, развивается синхронность взаимодействий, вводится элемент соперничества.

При этом размещение в кругу может также выполняться разными способами: лицом к центру круга; спиной к центру круга; боком к центру круга, в двух кругах (один в середине другого), а занимающиеся размещаются лицом, спиной или боком к центру круга; в двух кругах (один в середине другого), а занимающиеся размещаются лицом или боком в парах; в двух или больше кругах, которые размещаются в разных точках зала.

Можно использовать размещение группы в сомкнутых шеренгах или кругах, особенно тогда, когда необходимо воспитать у спортсменов точность, согласованность движений, умение синхронизировать коллективные действия. В сомкнутом строю спортсмены могут выполнять ОПУ в сцеплении, которые бывают:

- в шеренге или в кругу: держась за руки, за локти, под руки, руки на пояс, положив руки на плечи рядом стоящего партнера, за руки рядом стоящего партнера или через одного партнера; в стойке на одной ноге, удерживая партнера, стоящего рядом, за ногу и т. п.
- в колонне: руки на плечи или на пояс партнера, стоящего впереди; в стойке на одной ноге, согнутую другую удерживает партнер, стоящий впереди или сзади;
- в шеренге или колонне с помощью разных предметов (скакалки, гимнастической палки, обручей и др.).

Независимо от способа размещения занимающихся, важно определить местонахождение тренера, которому необходимо контролировать каждого участника, следить за дисциплиной и правильностью выполнения ОПУ.

Классификация ОПУ в зависимости от методов проведения

ОПУ проводятся разными методами, среди которых можно выделить: отдельный, поточный, серийно-поточный, круговой, игровой, соревновательный, а также наглядный (по показу), словесный (по рассказу), практический, смешанный и другие (Гимнастика ..., 1987, 1990; Журавин, 2002; Сосина, 2013, 2017; Попов, 2000).

Отдельный метод чаще всего используется во время обучения сложным по координации упражнениям, с детьми, а также со спортсменами, имеющими недостаточный уровень физической и технической подготовленности. Особенностью этого метода является наличие пауз между отдельными упражнениями комплекса (для лучшего освоения и запоминания упражнений) и относительно постоянное место занимающихся. Его главная цель — образовательная, которая достигается решением таких задач: 1) овладение основами техники упражнений, 2) обучение правильной терминологии и проверка степени ее освоения, 3) формирование навыков проведения ОПУ.

Для отдельного метода проведения желательно подбирать такие упражнения, чтобы переходы между ними были логичными, т. е. конечное положение предыдущего упражнения было таким же или похожим на и. п. следующего.

Для **поточного метода** проведения ОПУ характерно выполнение упражнений непрерывно, без пауз отдыха, когда движения следуют одно за другим. Такой способ проведения позволяет выполнять упражнения в любом размещении группы (в шеренгах, колоннах, кругу, в сомкнутом или разомкнутом строю и др.). Чаще всего такой метод выполнения упражнений используется во время разминки, развития двигательных качеств, совершенствования функциональных возможностей организма и двигательной памяти спортсмена, повышения интенсивности учебно-тренировочного занятия. Однако его использование требует достаточно хорошей подготовленности как тренера, так и самих спортсменов. Для проведения комплекса ОПУ поточным методом следует использовать подобные исходные и конечные положения расположенных рядом упражнений. Это необходимо для того, чтобы избежать пауз, связанных со сменой и. п. Лучше всего, чтобы упражнения были известными, хорошо освоенными, не сложными по координации, поскольку этот метод не предусматривает пауз для объяснения правильной техники выполнения и исправления ошибок.

Серийно-поточный метод — это один из вариантов комплексного использования отдельного и поточного методов проведения комплексов ОПУ. Он предусматривает разделение упражнений в комплексе на отдельные серии, между которыми возможны паузы для отдыха или смены и. п. Этот метод имеет определенное преимущество перед поточным, поскольку у тренера есть возможность между сериями указать на ошибки, нацелить на задания следующей серии, изменить и. п. Серии ОПУ в комплексах подбираются по разным признакам: по подобию и. п.; по преимущественному развитию двигательных качеств; по признаку формирования двигательного навыка; по анатомо-физиологическому признаку; в зависимости от используемых предметов и др.

Круговой метод очень часто используется в работе со спортсменами, особенно для повышения уровня их физической подготовленности, общей или специальной выносливости. Это организационно-методическая форма проведения учебно-тренировочных занятий (чаще их части), которая включает ряд отдельных методов (например, повторный, метод строго регламентированного упражнения). В его основе лежит серийное выполнение специальных, последовательно выполняемых комплексов ОПУ с интервалами отдыха или без них. Эффективность данного метода состоит в том, что он позволяет значительно увеличить интенсивность учебно-тренировочного занятия, что в свою очередь приводит к повышению работоспособности, функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, а, кроме того, воспитанию самостоятельности и ответственности занимающихся.

Как уже упоминалось ранее, ОПУ имеют ациклический характер и выполняются преимущественно в анаэробно-аэробном режиме. В то же время круговой метод позволяет искусственно объединить ациклические упражнения в серии непрерывно повторяющихся движений, и таким образом придать им характер циклической работы.

Выполнение ОПУ круговым методом подразумевает разделение двигательных заданий на «станции», которые могут располагаться по кругу или квадрату, прямоугольнику, эллипсу. Количество «станций» зависит от количества спортсменов, которые разделены по отделениям (в каждом не больше 2–4 занимающихся), однако не рекомендуется включать в работу больше 8–10 «станций». Занимающиеся в отделениях выполняют одно и то же упражнение, которое не должно быть очень сложным и требовать страховки или помощи. Главным принципом выбора упражнений является обеспечение разностороннего влияния на организм, поэтому упражнения на каждой станции должны воздействовать на определенную группу мышц (локального или регионального воздействия), а все станции, вместе взятые, обеспечивать сбалансированное гармоничное развитие всех органов и систем организма спортсмена.

Круговой метод проведения учебно-тренировочных занятий может решать разные задачи, которые и будут определять выбор упражнений, их дозировку, интенсивность и темп выполнения, способ перехода от станции к станции и т. д.

Игровой метод — один из интереснейших методов проведения ОПУ, который включает выполнение упражнений в виде игр, игровых заданий, имитации, эстафет, полос препятствий и др. Характерным признаком этого метода является сюжетная организация двигательной деятельности спортсменов, которая определяет содержание и способы их взаимодействия. Практически любое упражнение можно выполнить игровым методом, главное, чтобы оно соответствовало принятым или заранее обусловленным правилам.

Для детей игра — это основная форма деятельности, которая развивает опыт существования, формирует жизненно необходимые навыки, воспитывает волю и характер. Вместе с тем и взрослые спортсмены с удовольствием воспринимают игровую форму проведения занятий, когда это соответствует их возрасту, возможностям и позволяет решать двигательные задачи. Однако вместе с целым рядом положительных эффектов этого метода, у него имеется и недостаток — сложность контролировать величину и интенсивность нагрузки на организм.

Игровой метод проведения учебно-тренировочных занятий включает ОПУ и различные игровые задания (например, выполнение упражнений с завязанными глазами, упражнения на активизацию внимания, с хлопками и т. п.), сюжетные игры, эстафеты, импровизацию и др. Каждый из перечисленных способов имеет свои характерные особенности и позволяет развивать разные способности и функции спортсмена. Например, для развития функции равновесия и вестибулярной устойчивости, а также умения ориентироваться в пространстве полезны ОПУ с закрытыми или завязанными глазами, что объясняется значительной активизацией слухового, тактильного и двигательного анализаторов в условиях ограничения или отсутствия зрительного контроля. Доказано, что игры в темноте способствуют эффективному развитию органов чувств, а рост показателей устойчивости тела в условиях ограниченного зрения на 10–15 % выше, чем во время тренировочных занятий с открытыми глазами.

Отдельно следует отметить игровые задания с использованием ОПУ на активизацию внимания, проведение которых позволяет использовать различные методические приемы и средства, например:

- хлопки руками, использование которых развивает внимание, чувство ритма, согласованность двигательных действий, заменяет подсчет;
- дополнительные задания используются для более качественного выполнения ОПУ, целенаправленного развития двигательных качеств;
- решение заданий, в которых спортсмены должны сами найти способ решения двигательной задачи без предварительного показа упражнения;
- фиксация отдельных положений упражнения. Такие задания способствуют развитию равновесия, гибкости, статической силы и выносливости;
- темп и ритм. Выполнения одного и того же упражнения в разном темпе, со сменой скорости позволяет развивать чувство ритма, как одного из важных компонентов правильной техники спортивного упражнения;
- голосовое сопровождение упражнения позволяет лучше запоминать упражнение, акцентирует внимание на самых существенных моментах и фазах двигательного действия, знакомит с правильной терминологией;
- постепенное увеличение амплитуды движения улучшает подвижность суставов и позволяет лучше усвоить правильную технику упражнения;

- музыкальное сопровождение. Выполнение ОПУ на одну мелодию, на разные мелодии, импровизация на музыкальную тему развивает музыкальный слух, фантазию, умение согласовывать свои движения с музыкой;
- «запрещенное движение» — известная игра, в которой заранее оговаривается запрещенная поза, вместо которой спортсмены должны выполнить другое движение или принять о. с. Этот методический прием способствует сосредоточению, активизирует внимание, повышает дисциплину;
- смена мест в шеренгах или колоннах на определенный счет или сигнал.

Такие задания развивают чувство ритма, увеличивают нагрузку, усложняют уже известное упражнение, активизируют внимание и устраняют монотонность.

Сюжетные игры. Этот методический прием чаще всего используется на начальных этапах подготовки, когда детям предлагается выполнить естественные движения с имитацией двигательных действий животных, птиц, героев из книг или фильмов, бытовых и трудовых операций и т. д. Во многих видах спорта с технико-эстетической направленностью (сложнокоординационных) этот методический прием широко используется для постановки соревновательных композиций, создания образа, развития творческой фантазии, воображения, креативности и т. п. С этой же целью в занятиях используют также имитационные игры.

Эстафеты относятся к подвижным играм, в которых спортсмены ведут борьбу за свою команду, не вступая в прямой контакт с соперниками. Особенностью эстафет является наличие элементов соревновательной борьбы между командами. Участникам эстафет приходится действовать быстро, экономично, проявлять находчивость и сообразительность. Выполнение ОПУ с максимальной скоростью, точностью, сохранением правильной техники, соблюдением правил — все это приближает эстафеты к спортивным соревнованиям. Уникальная возможность использования эстафет практически в каждом виде спорта, для любого уровня подготовленности и возраста спортсменов, объясняется их характерными особенностями, к которым относят:

- возможность изменять их содержание, включая задания любой сложности: от самых простых движений до сложных и комбинированных двигательных действий;
- произвольная установка правил проведения эстафет, определение победителей и условийощрения;
- различные варианты проведения в зависимости от условий (величина зала, площадки, наличие предметов и оборудования, количества участников и т. д.);
- возможность усложнять задания для приобретения новых двигательных навыков, развития двигательных и морально-волевых качеств.

Особенно ценными считаются эстафеты, в которых прикладные двигательные навыки (ходьба, бег, переноска грузов или предметов, лазание, прыжки и соскоки, упражнения в равновесии и др.) сочетаются с элементами вида спорта. Огромное преимущество эстафет состоит в том, что при достаточно большой нагрузке они позволяют устранить монотонность и однообразие учебно-тренировочных занятий. Однако в условиях эстафет, так же, как и в других способах проведения игрового метода, сложно контролировать нагрузку, поскольку участники эстафеты будут стараться проявить свои максимальные возможности для победы над соперником.

Полосы препятствий — это еще один способ использования игрового метода проведения учебно-тренировочного занятия, который позволяет развивать двигательные качества, повышать функциональные возможности организма, воспитывать смелость и решительность, приобретать множество необходимых двигательных навыков. В процессе преодоления препятствий спортсменам приходится выполнять самые разнообразные упражнения: удержание равновесия, прыжки и

перепрыгивания, соскоки и приземления, бег и перешагивание, залезание и перелезание, поднимание и переноска грузов и т. п. Выполнение двигательных заданий, входящих в полосу препятствий, требует соблюдения целого ряда методических указаний:

- 1) переход к следующему препятствию (станции) необходимо выполнять всем участникам одновременно по сигналу тренера;
- 2) все задания, включенные в полосу препятствий, следует предварительно опробовать;
- 3) все двигательные действия должны быть безопасными, не требующими дополнительной страховки или помощи;
- 4) упражнения следует подбирать в зависимости от возраста и уровня подготовленности спортсменов, а также с учетом комплексного влияния на организм.

Интересным вариантом данного метода можно назвать объединение нескольких способов проведения (комплексный метод). Например, преодоление полос препятствий двумя командами (эстафета), или проведение эстафеты с закрытыми глазами и т. п.

Соревновательный метод. Суть этого метода состоит во внедрении в процесс выполнения упражнений элементов соревновательной деятельности, соперничества с обязательным соблюдением правил, способом подсчета очков или баллов и определением победителей. ОПУ, которые проводятся в форме соревнований, могут иметь индивидуальную («кто больше сделает отжиманий?») или коллективную (какая команда большее количество раз закинет мяч в кольцо?) направленность. Кроме того, часто используются целевые установки: «кто лучше?», «то точнее?», «кто быстрее?» и др. Соревновательный метод проведения ОПУ используется для того, чтобы: 1) определить максимально возможный результат, на который способны спортсмены; 2) проконтролировать и повысить уровень двигательной подготовленности спортсменов; 3) проверить наличие сформированных волевых качеств; 4) способствовать улучшению психологического климата в команде.

Каждое соревнование служит цели обучения и воспитания, поэтому, определяя победителей, нужно учитывать:

- качественные характеристики (качество и точность выполнения задания);
- количественные показатели (сколько раз, на сколько метров или сантиметров, сколько очков или баллов);
- организованность участников и дисциплину в команде;
- соблюдение установленных правил соревнований.

Среди методов обучения и проведения ОПУ выделяют наглядный, словесный, практический и смешанный. Выбор метода зависит от задач занятия, условий проведения, уровня осведомленности группы и возраста спортсменов.

Метод по показу, или наглядный, применяется чаще всего на этапе отбора и начальной подготовки, что связано с преобладанием у детей первой сигнальной системы. Учитывая тот факт, что дети воспринимают визуальный образ и стараются повторить (скопировать) увиденное, показ упражнений должен быть безукоризненным, отвечать всем требованиям правильной техники, включая выразительность и точность движений. При этом тренер или старший спортсмен могут показывать ОПУ в ту же сторону, в которую его выполняют спортсмены, при условии, что он стоит спиной к ним, или в зеркальном изображении (но другой рукой, ногой, в другую сторону), если он находится лицом к занимающимся.

В тренажерных залах часто используется метод проведения упражнений с использованием видеопрограмм. Этот способ позволяет тренеру сохранить силы, больше времени уделить исправлению ошибок, однако он недостаточно эмоциональный, однообразный и быстро надоедает спортсменам.

Метод по рассказу (словесный) преимущественно используется для спортсменов более старшего возраста, имеющих определенную подготовленность, знания и умения. Характерной особенностью его является объяснение всего упражнения или его частей без наглядного его представления. Преимущество этого метода состоит в том, что спортсмены должны переосмысливать сказанное и преобразовывать услышанное в двигательное действие согласно знаниям и опыту.

Практический метод подразумевает практическое выполнение показанного и объясненного упражнения, его опробование, изучение по частям (расчлененный метод), соединение частей в единое двигательное действие (целостный метод), совершенствование упражнения.

Чаще всего в спортивной практике используют смешанный метод обучения и проведения ОПУ, в котором в разных соотношениях могут сочетаться вышеперечисленные методы.

Существуют и другие методы обучения, выполнения и информирования группы про характер, направление, количество повторений ОПУ. Например, жестикуляция, которая применяется в игровых видах спорта, спортивных единоборствах, спортивной аэробике и других.

Классификация ОПУ в зависимости от формы проведения

Формы проведения комплексов ОПУ бывают: на месте, в движении, в форме сочетания движений, изменения последовательности движений и в форме тестов.

Чаще всего комплексы ОПУ проводятся стоя **на месте** в одном из выбранных построений группы (в шеренге или шеренгах, колонне или колоннах, в кругу и др.) без смены или со сменой места выполнения упражнений. Эта форма проведения упражнений может использоваться при обучении новым или координационно сложным движениям, а также с недостаточно хорошо подготовленными спортсменами.

Форма проведения комплексов ОПУ **в движении** позволяет существенно повысить нагрузку, используется для концентрации внимания, развития двигательных качеств, создания положительного эмоционального фона на учебно-тренировочных занятиях. Во время проведения ОПУ используются различные способы передвижений, что дает возможность увеличить количество упражнений и их разнообразие. Обычно группа спортсменов, которая выполняет ОПУ в движении, передвигается по кругу или периметру площадки, в колонне по одному или по двое. Подбирая упражнения для этой формы проведения, необходимо попробовать, удобно ли их выполнять в движении, и с каким способом передвижений они лучше всего сочетаются. Например, на каждый шаг можно выполнить пружинный наклон туловища, а на каждый подскок — круговое движение руками. Освоив упражнения в движении, можно изменять темп и ритм их выполнения, способы передвижения, движения разными частями тела, включать музыкальное сопровождение (Сосина, 2017).

Форма сочетания движений — прекрасный способ для улучшения координации, двигательной памяти, повышения двигательной эрудиции, умения фантазировать и комбинировать известные ОПУ. Например, перед спортсменами после изучения равновесия ставится задача: соединить равновесие с различными движениями руками или ногами, прыжками или наклонами. Сочетать можно не только отдельные движения (например, наклон с разнохарактерной работой руками), но два или несколько упражнений, составляя комбинацию на 8, 16, 32 и более счетов. При этом очень важно, чтобы спортсмены учитывали логичность построения, удобство выполнения и использовали нетрадиционный подход к традиционным ОПУ.

В форме изменения последовательности движений. Характерной особенностью этой формы является изменение последовательности уже выученного упражнения. Например, перед спортсменами ставится задание — выполнить упражнение «наоборот», не со счета 1, а с последнего

счета, или поменять местами движения в комбинации, сохраняя логику ее построения. Такие задания способствуют развитию умения переключаться от одних движений к другим в соответствии с поставленными задачами или изменяющимися условиями, позволяет воспитывать гибкий двигательный навык, развивать двигательную память и координацию.

В форме тестов или контрольных упражнений. Тесты и контрольные упражнения — это чаще всего физические упражнения, с помощью которых контролируются возможности человека в данный период времени.

Тест — это задание стандартной формы, которое позволяет определить актуальные или потенциальные способности человека.

Контрольное упражнение — это стандартизированное по форме, содержанию и условиям выполнения двигательное действие, используемое для определения физического состояния занимающихся. Отличие между тестами и контрольными упражнениями в том, что первые должны пройти специальную метрологическую экспертизу, которая позволит им называться «тестами» (Сергиенко, 2010).

Для того, чтобы выбрать необходимые ОПУ, которые могут быть использованы как тесты или контрольные упражнения, следует обратить внимание на приведенные ниже положения.

1. Для получения объективной оценки физического состояния спортсменов тесты или контрольные упражнения должны показывать одинаковый результат в разных условиях проведения (например, утром или вечером, на стадионе или в зале, в жаркую или холодную погоду и т. д.).

2. Каждое упражнение или тест должны быть измеряемы в каких-либо объективных показателях (метрах, сантиметрах, килограммах, количествах раз, балах и т. д.).

3. Для проведения тестирования следует подумать о простоте измерения и способах фиксации результата.

4. Тесты и контрольные упражнения должны быть доступными, удобными и понятными для спортсменов, учитывать их возрастные и половые особенности.

5. Для оценивания полученных результатов желательно сравнивать их со стандартными показателями (среднестатистические, табличные данные).

Контрольные упражнения и тесты позволяют оценивать уровень развития отдельных двигательных качеств спортсменов; определять уровень технической подготовленности спортсмена, сравнивать подготовленность отдельных спортсменов; выполнять отбор в команду для участия в соревнованиях; контролировать динамику показателей в процессе учебно-тренировочных занятий, периода, этапа, цикла многолетней спортивной подготовки и др.

Для того, чтобы эффективно провести тестирование, важно не только грамотно подобрать тесты и контрольные упражнения, но и разработать схему проведения исследования, методику оценивания полученных результатов, подготовить протоколы для записи показателей, ознакомить с задачами и упражнениями спортсменов, приготовить места проведения, оборудование и инвентарь.

Классификация ОПУ в зависимости от разновидностей предметов, инвентаря и оборудования

Упражнения без предмета — это первая ступенька (или первый уровень сложности) для освоения огромным количеством двигательных действий, которое позволяет спортсменам хорошо ориентироваться в возможностях ОПУ, понимать их особенности и способы использования.

Упражнения с предметами являются одним из важнейших средств развития координационных способностей, ручной (мануальной) ловкости, а также силовых качеств. С их помощью совер-

шенствуется умение управлять своими движениями в сложных и изменяющихся условиях внешней среды, развиваются двигательный, тактильный, слуховой, зрительный и кожный анализаторы, приобретает двигательный опыт. Предметы, с которыми можно выполнять ОПУ, имеют разный вес, фактуру, форму и способ использования, что и определяет характер и особенности техники выполнения двигательных действий (Попов, 2000; Сосина, 2013, 2017).

Различные предметы в комплексах ОПУ можно использовать как средства: развития отдельных двигательных качеств; отягощения (набивной мяч, гантели, резиновый амортизатор); воспитания точности движений (теннисные мячи, булавы, обручи); формирования правильной осанки и коррекции ее нарушений (гимнастические палки, фитболы); повышения эмоциональности занятий, устранения монотонности; создания разностороннего двигательного опыта; нетрадиционного подхода к уже известным и освоенным ранее упражнениям.

Учитывая все вышесказанное, все предметы, с которыми можно проводить комплексы ОПУ, условно подразделяются на традиционные и нетрадиционные. К традиционным относятся гимнастические палки, скакалки, обручи, мячи разного размера, набивные мячи, гантели, резиновые амортизаторы, булавы. К нетрадиционным предметам можно отнести любой инвентарь и подручные средства (пластиковые бутылки, ракетки для тенниса или бадминтона, надувной шарик в чехле и т. д.), которые можно использовать в процессе учебно-тренировочных занятий. К ним относятся такие:

- заменяющие известные гимнастические предметы (серсо — кольцо или маленький обруч, пластиковая бутылка с водой вместо гантелей);
- предметы быта (скалка для раскатывания теста или зонт вместо гимнастической палки);
- в которых соединены свойства двух предметов (резиновый амортизатор, привязанный к гимнастической палке);
- в которых соединены свойства предмета и снаряда (скакалка, прикрепленная к гимнастической стенке) (Сосина, 2013, 2017).

Для проведения ОПУ можно кроме того использовать различное оборудование и снаряды, при этом упражнения выполнять как с оборудованием (со стулом, с гимнастическим матом или скамейкой, с канатом), так и на нем (на скамейке, на гимнастической стенке и др.).

Классификация ОПУ в зависимости от среды проведения

Известно, что спортсменам часто приходится тренироваться и выступать в разных условиях, в том числе и в разной среде (например, в воде, под водой, в условиях среднегорья или высокогорья, в невесомости и др.). Действие силы гравитации может то уменьшаться (погружение в воду), то увеличиваться (подъем высоко в горы). Качество управления двигательными действиями в разной среде будет зависеть от того, как человек будет воспринимать гравитационное поле Земли с помощью органов чувств. Поэтому любое учебно-тренировочное занятие, направленное на улучшение приспособительных реакций спортсмена к изменяющимся условиям внешней среды, должно учитывать особенности восприятия и отображения гравитационного поля сенсорными системами.

ОПУ в помещениях проводят в условиях спортивных залов, комнат, коридоров, закрытых стадионов и др.

Для упражнений **в воде** характерно полное или частичное отсутствие твердой опоры. Водная среда имеет ряд особенностей, которые оказывают уникальное действие на организм человека, среди них главными выступают: выталкивание, сопротивление, гидростатическое давление и темпе-

ратурный режим. Выталкивание имеет свойство ослаблять действие гравитационного поля Земли, уменьшая массу тела, снимать нагрузку с опорно-двигательного аппарата, в том числе с позвоночника. В связи с тем что в воде масса тела уменьшается приблизительно на 30 %, спортсменам намного легче выполнять физические упражнения в воде, чем на суше. Снижение массы тела в воде уменьшает риск получения травмы даже при выполнении сложных движений. В то же время выполнение упражнений, направленных на преодоление силы выталкивания в воде, улучшают мышечный тонус (Janosrova, 2002; Платонов, 2012).

Сопротивление воды во время перемещений тела в 12 раз выше сопротивления воздуха, и соответственно требует значительно больших усилий чем на суше. Именно преодоление сопротивления воды увеличивает нагрузку, повышает выносливость и улучшает координацию движений.

Гидростатическое давление способствует улучшению деятельности сердечно-сосудистой системы, активизирует циркуляцию крови в организме, снижает риск застойных явлений и образование тромбов в нижних конечностях. Гидростатическое давление имеет кроме того массажный эффект, а ОПУ в воде способны снимать стресс и имеют психорегулирующий эффект.

Нельзя не упомянуть про температурный раздражитель, который влияет на рефлекторную зону человеческого тела (кожные покровы) и способствует оттоку лимфы, усилению кровообращения, улучшению обменных процессов.

На открытом пространстве (на воздухе). Комплексы ОПУ, которые проводятся на открытом пространстве, имеют несколько положительных эффектов: тренировочный, закаляющий, повышающий стойкость организма к простудным заболеваниям. Упражнения, которые выполняются в разное время года, позволяют повысить резервные возможности организма, стойкость к неблагоприятным влияниям внешней среды, снять нервно-психическое напряжение. Выбор упражнений, игр, игровых заданий, эстафет, полос препятствий для проведения на открытом воздухе зависит от условий самого пространства (стадион, двор, парк, лесная поляна и др.), использования природного ландшафта, наличия оборудования и инвентаря.

На снегу (льду). ОПУ на снегу или льду — прекрасное средство для развития силовых качеств, общей и специальной выносливости, координации и равновесия не только у представителей зимних видов спорта. Использовать снежный (ледяной) покров можно во время выполнения разных ОПУ: на месте и в продвижении, различных игр и эстафет, упражнений с традиционными и нетрадиционными предметами (снежками, клюшками, санками и др.).

Очень важно перед выполнением ОПУ на снегу или льду научить спортсменов безопасному падению, что поможет избежать травм опорно-двигательного аппарата. После этого следует приступать к обучению простым упражнениям: стойки на двух ногах, с переносом тяжести тела с одной ноги на другую, стойки на одной ноге, ноги врозь, то же с различными движениями руками, разные способы передвижений и т. д., постепенно усложняя их.

В невесомости. В настоящее время тренировка в состоянии невесомости используется не только при подготовке для полетов в космос, но также для обучения и совершенствования основных технических приемов в некоторых видах спорта. Примером такой тренировки может быть использование аэродинамической трубы в подготовке акробатов, сноубордистов, парашютистов, а также во фристайле и экстремальных видах спорта.

Кроме того, во время тренировочных занятий можно использовать другие свойства внешней среды. Например, в спорте часто проводят тренировки **на песке** для совершенствования функции равновесия, выносливости, укрепления мышц нижних конечностей и др.

Классификация ОПУ в зависимости от способа подсчета

ОПУ можно проводить, используя разные способы подсчета: непосредственно под счет, с хлопками, постукиванием ладонью или каким-либо предметом о твердую поверхность, под метроном, музыку и другие. Используют также смешанные способы подсчета (счет и хлопки, хлопки и музыкальное сопровождение, постукивание и счет и др.).

Под счет. ОПУ должны строиться с учетом определенного количества двигательных действий и количества повторений. Количество счетов, на которые выполняется упражнение, равняется 2, 4, 8, 16, 32 и более, но увеличение количества счетов в комбинации должно делиться на 32. Это связано с особенностью построения музыкального сопровождения, однако в том случае, когда упражнение выполняется без музыки, правило построения сохраняется. Подсчет помогает четкому, организованному и правильному выполнению упражнения, воспитывает ритмичность и согласованность действий. Спортсменам полезно давать задание в самостоятельном подсчете упражнения, это помогает осознанному выполнению, лучшему запоминанию, а также способствует развитию дыхательной мускулатуры, умению согласовывать свои движения с работой дыхательных мышц.

С хлопками. Иногда вместо подсчета используют хлопки, что позволяет четко акцентировать необходимые части упражнения, лучше усвоить его ритмический рисунок. Варианты сопровождения ОПУ хлопками могут быть разными и зависят от умений и квалификации тренера, подготовленности группы спортсменов и вида их деятельности. Например, в артистическом плавании способ подсчета с помощью хлопков является достаточно распространенным и часто используется во время занятий на суше. К вариантам сопровождения ОПУ хлопками можно отнести: хлопок на акцентированную часть упражнения, пауза — на не акцентированную («менее важную»); хлопок на каждый счет упражнения; хлопок на акцентированную часть упражнения, счет — на не акцентированную; хлопок на акцентированную часть упражнения, удар ладонью — на не акцентированную, или наоборот; хлопки только на акцентированные части упражнения.

Под метроном. Метроном — это прибор, который отмечает короткие промежутки времени с помощью равномерных ударов. Метроном чаще всего используется музыкантами как точный ориентир темпа музыкального произведения. Однако в спорте он нашел свое применение для воспитания ритмичности, умения различать ритмический рисунок музыкального сопровождения и согласовывать свои движения с ритмом музыки.

С музыкальным сопровождением. Проведение ОПУ под музыку — один из действенных способов повышения эмоциональности занятий. Кроме того, музыка способствует отображению заданного характера движений, ритма, темпа, амплитуды, необходимого напряжения мышц и своевременного их расслабления, ускоряет процесс освоения техники упражнений и способствует лучшему их запоминанию. Для выполнения ОПУ лучше всего подбирать музыку с простым музыкальным размером (2/4, 3/4, 4/4), однако она должна быть понятной, удобной для исполнения, способствовать образованию положительных эмоций, развитию эстетического вкуса и отвечать возрастным особенностям спортсменов. Известно, что правильно подобранная музыка помогает выполнить значительно больший объем физической работы и быстрее восстановится после нее.

Музыкальное сопровождение выполняет такие функции: создание правильного представления про характер движения (плавно — резко, напряженно — расслабленно, динамично — спокойно и т. д.); усвоение временных параметров движения (быстро, медленно); овладение техникой двигательного действия; более быстрое запоминание движения; облегчение работы тренера, освобождение

дение его от необходимости подсчета; создание условий для более эффективного управления учебно-тренировочным процессом (Сосина, 2017).

Смешанный способ подсчета. Когда тренер в совершенстве владеет всеми способами подсчета, он может использовать их в различных сочетаниях.

Поэтому очень часто во время проведения ОПУ используются такие варианты способов подсчета: музыкальное сопровождение и хлопки, музыкальное сопровождение и подсчет, постукивание и подсчет, метроном и подсчет и др. Смешанный способ подсчета позволяет сделать занятия более разнообразными и эмоциональными, а спортсменам — правильнее запомнить и качественнее выполнить двигательное действие.

Методика составления и выполнения комплексов общеподготовительных упражнений

Учитывая то, что ОПУ — это прежде всего многофункциональные упражнения, и в то же время они имеют свойство избирательного воздействия на отдельные органы и системы, мышцы и мышечные группы, двигательные или морально-волевые качества, их можно использовать для разностороннего влияния на организм или для решения конкретной педагогической задачи. Поэтому для каждого комплекса тренировочных упражнений определяются главные задания, которые обуславливают выбор средств и методику их проведения (Попов, 2000; Журавин, 2002; Теория ..., 2014; Сосина, 2017).

Тренер подобно конструктору выбирает из огромного количества возможных движений те, которые необходимы для решения поставленной задачи, и компоует их рациональным способом, для того, чтобы качественно и в самое короткое время реализовать задуманное. Отправным пунктом для конструирования упражнений являются анатомически возможные движения в суставах (сгибание и разгибание, отведение и приведение, повороты и вращения).

Движения отдельными частями тела ограничены, однако их соединения практически неисчислимы. Например, из четырех движений руками (вперед, в стороны, вверх и вниз) можно составить 24 разных упражнения, из пяти движений — 120 упражнений, из шести — 720, семи — 5040, восьми — 40320 различных упражнений. Во время конструирования упражнений тренер прежде всего должен определить:

- 1) из какого и. п. будет выполняться упражнение;
- 2) какое по сложности будет движение (изолированное, простое, соединенное, сложное);
- 3) какой характер будет иметь движение (напряженный, расслабленный и др.);
- 4) какую форму будет иметь движение (наклоны, выпады, приседания и т. д.).

Даже самое тщательно составленное упражнение, а тем более комплекс ОПУ при систематическом их использовании со временем перестает эффективно влиять на организм в связи с приспособительными реакциями. Поэтому тренер должен уметь усложнять и разнообразить упражнения, чтобы достигать желаемого эффекта. При этом совершенно не обязательно кардинально изменять упражнения или заменять комплекс. Достаточно найти варианты повышения сложности знакомых и любимых спортсменами упражнений (Сосина, 2017).

Способы повышения сложности и разнообразия упражнений, входящих в комплекс:

1. Увеличение количества частей тела, принимающих участие в упражнении;
2. Повышение скорости выполнения;
3. Включение незнакомых движений в знакомое упражнение;

4. Включение дополнительных движений (руками, ногами, головой или поворотов, приседаний, махов);
5. Объединение двух-трех простых упражнений в одно, более сложное;
6. Усложнение или изменение ритмической структуры упражнения (смена мест расположения быстрых и медленных движений и т. д.);
7. Изменение и. п. или конечного положения;
8. Увеличение амплитуды, включение пружинных движений;
9. Соединение элементарных движений руками, ногами, туловищем с ходьбой, танцевальными шагами, прыжками, равновесием, выполнение упражнений в движении);
10. Полное или частичное выключение зрительного контроля;
11. Выполнение упражнения на ограниченной, повышенной или неустойчивой опоре;
12. Включение в работу предметов, отягощений, инвентаря, снарядов;
13. Выполнение упражнения в парах, тройках, группой, с использованием сопротивления партнера;
14. Выполнение упражнения в другой среде;
15. Выполнение упражнения под музыку, метроном, с песней, хлопками;
16. Выполнение упражнения на время, на оценку, на количество повторений;
17. С фиксацией отдельных положений упражнения;
18. Выполнение в зеркальном изображении, с другой руки, ноги;
19. Выполнение упражнений после нагрузки на вестибулярный аппарат;
20. Выполнение упражнения в непривычных пространственных границах (на большей или меньшей площадке, спиной к основному направлению и др.);
21. Выполнение выученных упражнений поточным способом или круговым методом;
22. Включение сбивающих факторов.

Прежде чем приступить к выбору упражнений для комплекса ОПУ, желательно определить его целевое назначение. Комплекс ОПУ может быть использован для:

- общей или специальной разминки;
- комплексного или целенаправленного развития определенных двигательных качеств;
- формирования правильной осанки или коррекции ее нарушений, вызванных асимметричной или специфической нагрузкой вида спорта;
- восстановления различных функций организма;
- обучения конкретным двигательным действиям;
- совершенствования техники выполнения спортивных движений.

Далее, на что должен обратить внимание тренер, — это контингент спортсменов, их возраст, уровень подготовленности, мотивация и др. Немаловажное значение имеют также условия проведения ОПУ, наличие предметов, инвентаря и оборудования, достаточная площадь помещения (зала, площадки, стадиона), погодные условия, форма одежды и др.

Что касается последовательности включения упражнений в комплекс, тут существуют разные подходы, среди которых можно выделить:

- сверху—вниз. Нагрузка на мышечно-связочный аппарат должна постепенно охватывать мышцы шеи, рук, плечевого пояса, туловища, тазового пояса, ног;
- снизу—вверх. Нагрузка, наоборот, начинается с мышц нижних конечностей и постепенно «поднимаясь вверх» охватывает верхние части тела;
- работа по типу серий: «руки», «ноги», «туловище», каждая серия повторяется 3—5 раз, изменяется направленность воздействия упражнений;

- нагрузка на определенную мышечную группу путем выполнения серий сходных упражнений, подобранных по анатомическому признаку;
- строгое соблюдение схемы выполнения ОПУ с конкретным перечнем подобранных упражнений.

Такое разнообразие подходов свидетельствует, с одной стороны, про исключительно широкие возможности упражнений, а с другой, — про недостаточную изученность данного вопроса. Следует сказать, что строго установленных канонов и правил подбора упражнений и составления комплексов ОПУ не существует и, скорее всего, никогда не будет существовать, что связано с условиями проведения, решаемыми задачами, появлением инновационных средств. Таким образом каждый тренер должен ориентироваться на собственный опыт, знания, интуицию и реакцию своих спортсменов.

Однако существуют общие методические рекомендации по методике выбора упражнений и составления комплексов ОПУ разного назначения (Попов, 2000; Журавин, 2002; Сосина, 2017).

1. Содержание упражнений должно соответствовать назначению комплекса и решать поставленные задачи.

2. Упражнения должны оказывать всестороннее воздействие на организм спортсмена и отвечать его возрасту и уровню подготовленности.

3. Упражнения должны обеспечивать целенаправленное развитие двигательных качеств, способствовать формированию правильной осанки, а также овладению умением управлять своими движениями в пространстве, во времени и по степени мышечных усилий.

4. Последовательность включения упражнений в комплексе должна соответствовать принципу постепенности: от простого — к сложному, от легкого — к тяжелому, от известного к неизвестному. Поэтому лучше начинать с несложных упражнений локального действия и постепенно включать в комплекс более сложные упражнения, в которых задействованы большие группы мышц.

5. Учитывая важность чередования нагрузки и отдыха, целесообразно последовательно включать в работу разные мышечные группы и части тела, что обеспечивает эффективность мышечных усилий и создает оптимальные условия для отдыха.

6. Вместе с упражнениями силового характера в комплексе ОПУ должны обязательно присутствовать упражнения на гибкость. При этом, если ставится задача преимущественного развития силовых качеств, вначале выполняются задания на растягивание, после которых следует работа силового характера. И, наоборот, если первоочередным заданием является развитие подвижности суставов, начинать комплекс лучше с упражнений для развития силовых качеств, завершая его упражнениями на гибкость. Эффективными в обоих случаях являются упражнения, в которых одновременно происходит развитие силовых способностей и гибкости (например, упражнения для развития активной гибкости).

7. Все упражнения, которые включены в комплекс, должны обязательно выполняться симметрично, в обе стороны с одинаковой дозировкой.

Еще один методический совет, касающийся размещения спортсменов и тренера во время проведения комплексов ОПУ. Кроме традиционных способов размещения (в шеренге или в шеренгах, в колонне или колоннах, в кругу и т. д.) существуют и нетрадиционные способы построения, которые вносят элемент новизны и эмоциональности в проведение учебно-тренировочных занятий, а кроме того позволяют учесть особенности и размеры помещения и необходимость индивидуального контроля за спортсменами.

Классификация и характеристика вспомогательных упражнений

К вспомогательным (или полуспециальным) упражнениям относятся двигательные действия, которые создают специальный фундамент для последующего совершенствования в избранном виде спортивной деятельности. Однако, как уже говорилось, тренировочные средства, которые объединяют общеподготовительные, вспомогательные, специальноподготовительные и соревновательные упражнения нельзя четко разделить, поскольку часто они могут решать разные задачи, которые зависят от вида спортивной специализации (например, специально-подготовительные упражнения в легкой атлетике будут вспомогательными в боксе), уровня подготовленности спортсменов (соревновательные упражнения на этапе предварительной базовой подготовки могут быть специально-подготовительными у квалифицированных спортсменов), а также этапа и периода подготовки (например, специально-подготовительные упражнения, применяемые в подготовительном периоде, могут быть вспомогательными или общеподготовительными в переходном периоде годичного цикла).

Упражнения вспомогательного характера составляют очень большую группу тренировочных средств и включают: разновидности ходьбы, бега и других видов передвижений, прыжки, висы и упоры, лазание, перелезание и переползание, преодоление препятствий, метания и ловлю, поднятие и переноску груза, упражнения в равновесии, падения, акробатические упражнения, преодоление препятствий, жонглирование, подвижные игры. По сути своей эти упражнения можно отнести к группе прикладных упражнений, которые применяются в системе физического воспитания для обучения прикладным умениям и навыкам и совершенствования двигательных качеств, необходимых в профессиональной деятельности. В данной книге эти упражнения рассматриваются как вспомогательные (полуспециальные) средства в системе спортивной подготовки.

Необходимость овладения вспомогательными упражнениями (ВУ) никогда не утратит своей актуальности, возможно только изменятся условия и формы их проведения, или сами средства будут обновляться. Особенность ВУ состоит в том, что обучение движениям и совершенствование приобретенных умений может происходить в условиях естественной среды (в парке, в лесу, на площадке, на берегу озера и т. д.) с использованием простых приспособлений и природного ландшафта.

Значение ВУ трудно переоценить, поскольку:

- они являются средством всесторонней физической подготовки, а их выполнение сопряжено с активизацией различных функций и систем организма спортсменов;
- во время их обучения спортсмены овладевают основными двигательными навыками, необходимыми при занятиях спортом и в повседневной жизни;
- они используются как средство специальной физической подготовки, целенаправленного развития двигательных качеств, которые необходимы спортсменам для качественного выполнения соревновательных упражнений;
- специально подобранные ВУ способствуют изучению техники избранного вида спорта;
- отдельные ВУ позволяют корректировать недостатки физического развития спортсменов, связанные с нерациональной, несбалансированной или асимметричной нагрузкой, которая присуща некоторым видам спорта.

Вспомогательные упражнения могут составлять часть учебно-тренировочного занятия (разминка, зарядка, заминка, специальная физическая подготовка и др.) или использоваться во время активного отдыха (в период летних сборов, после серии ответственных соревнований, в переходный период макроцикла и др.).

Процесс интеграции разных видов двигательной активности, разработка и распространение новых форм движений, появление экстремальных видов спорта вызвали необходимость изменения и дополнения существующей классификации физических упражнений, которые в данной книге будут рассматриваться как вспомогательные относительно разных видов спорта.

Ходьба, бег и другие виды передвижений

Ходьба — это естественный, жизненно необходимый для человека навык, который на первый взгляд может показаться простым и обычным движением, однако на самом деле — это координационно сложный и в значительной степени автоматизированный двигательный акт, обеспечивающий линейное поступательное перемещение тела. Процесс ходьбы изучают разные науки: биомеханика, военное дело, балетное и театральное искусство и педагогика. Особое место занимает биомеханика ходьбы в спортивной науке, где совершенствование способов выполнения различных локомоций представляет интерес с точки зрения улучшения спортивного результата.

Во время ходьбы в работу включаются мышцы всего тела, активизируется деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, процессы напряжения мышц чередуются с их расслаблением, что, в свою очередь, создает наилучшие условия для кровообращения. Во время ходьбы возможно регулировать физиологическую нагрузку на организм, изменяя: темп, частоту и длину шагов, ритм, преодолеваемое расстояние, величину удерживаемого груза или отягощения, высоту подъема ноги, способы прохождения разных препятствий, угол наклона трассы, вид грунтового покрытия, разновидность самой ходьбы (Журавин, 2002 и др.). Упражнения в ходьбе решают такие задачи:

- 1) воспитание дисциплины, овладение навыком коллективного и организованного передвижения;
- 2) общий разогрев организма;
- 3) развитие и укрепление органов дыхания и кровообращения;
- 4) развитие мышц всего тела, особенно мышц нижних конечностей;
- 5) ориентация в пространстве и во времени;
- 6) овладение навыком точного и быстрого реагирования;
- 7) развитие координации и согласованности движений разными частями тела;
- 8) развитие чувства равновесия и баланса;
- 9) нормализация функций и восстановление организма после нагрузки (Гимнастика..., 1987, 1990; Сосина, 2017).

В качестве ВУ используют обычный или походный, строевой, гимнастический (с носка), на носках, на пятках, скрестный (вперед, назад, в сторону) шаг, на внутренней и внешней стороне стопы, согнувшись (с опорой руками о колени), пригибаясь, в полуприседе, в приседе, выпадами, приставными и переменными шагами (вперед, назад, в сторону), с высоким подниманием бедра (высокий шаг), пружинный, острый, мягкий шаг, широкий и др. (рис. 5.8).

Для того, чтобы человек мог успешно передвигаться, ему необходимо иметь хорошо развитое чувство равновесия. Наиболее устойчивый вид передвижений — это обычная ходьба. Во время обучения технике ходьбы следует обратить внимание на постановку стоп, которые располагаются слегка наружу; правильную осанку; сведение до минимума вертикальных и боковых колебаний туловища; свободное движение руками и экономичность выполнения всего упражнения. Совершенствовать технику ходьбы нужно в постепенно усложняющихся условиях, например: со сменой длины шага, темпа, направления, с поворотами, на повышенной, неустойчивой или наклонной опоре, с сохранением равновесия, с дополнительными движениями, с переноской груза, с наклонами и приседаниями и т. д. (Сосина, 2013, 2017).

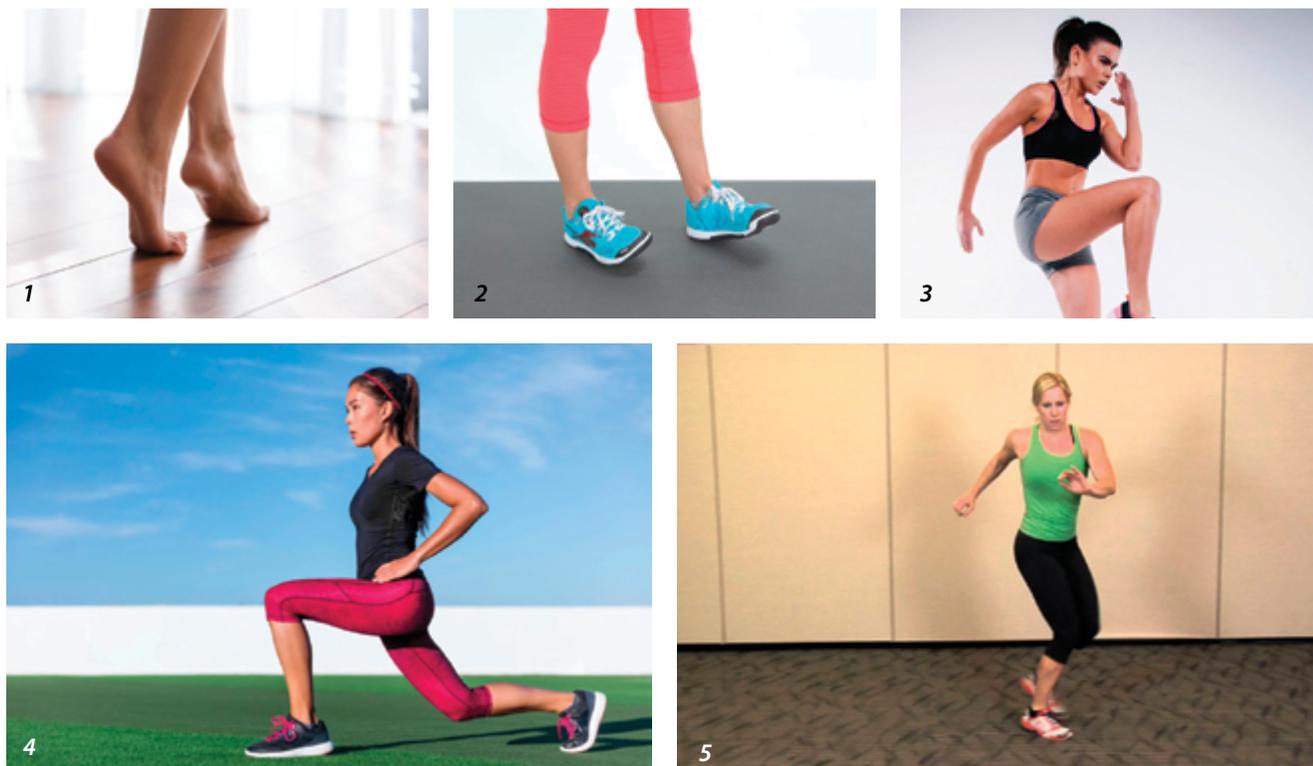


РИСУНОК 5.8 – Разновидности ходьбы: 1 – на носках; 2 – на пятках; 3 – высокий шаг; 4 – выпадами; 5 – скрестный

Бег — это более динамичный вид передвижений, соответственно его действие на организм выражено более сильно. Во время бега в работу включаются большие группы мышц, что при достаточной длительности выполнения упражнения способствует развитию аэробной выносливости.

Беговые упражнения могут решать такие задачи:

- 1) общее укрепление организма, развитие органов дыхания и кровообращения;
- 2) общий разогрев;
- 3) развитие быстроты, выносливости, координации;
- 4) повышение эмоционального состояния и устранения монотонии учебно-тренировочных занятий;
- 5) быстрое преодоление расстояний.

К разновидностям бега относят: обычный, с высоким подниманием бедра (высокий бег), со сгибанием ног назад, с подниманием прямых ног вперед или назад, бег скрестными шагами (вперед, назад, в сторону), бег с поворотами, с дополнительными движениями, с остановками, с подбрасыванием и ловлей различных предметов, с перестроениями, с прыжками, с преодолением препятствий, с чередованием ходьбы и бега, бег трусцой и др. Среди ВУ наибольшее прикладное значение имеет бег по разной ландшафтной местности: по грунтовой дороге, песку, глубокому снегу, горам, во воде и т. д., а также с преодолением различных препятствий: заборов, поваленных деревьев, канав, ям, холмов и др. Для того, чтобы научиться регулировать длину шага во время бега можно использовать бег по разметкам или на координационной лестнице.

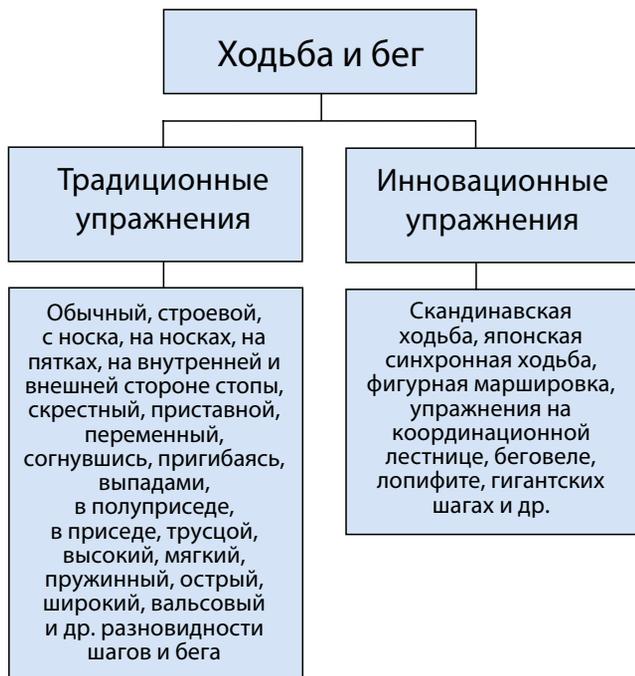


РИСУНОК 5.9 – Разновидности вспомогательных упражнений в ходьбе и беге

исхождение и принадлежность, сколько тот эффект, который достигается во время занятий. Благодаря использованию палок, во время ходьбы существенно активизируется работа мышц верхней части тела, уменьшается нагрузка на коленные суставы и позвоночник, улучшается координация. Скандинавская ходьба и ее разновидности используется в подготовке спортсменов (лыжников, конькобежцев, легкоатлетов и др.) как ВУ, особенно в переходном периоде тренировочного процесса.

В Японии за последнее время стало популярным массовое увлечение — **синхронная ходьба**. Суть этих упражнений состоит в том, что группа людей демонстрирует синхронное выполнение различных фигур построений и перестроений, выполняя при этом отдельные элементы из танцев или военной маршировки.

Этот вид двигательной активности нашел свое применение в видах спорта, где умение выполнять большое количество разнообразных перестроений, синхронизировать свои действия в группе, выполнять движения в едином темпе, ритме и направлении обусловлено правилами соревнований.

Фигурная маршировка — это поточное выполнение разных видов перестроений во время движения, с помощью которых можно создавать разные узоры (Ковальчук, 2019).

Кроме традиционных упражнений в ходьбе и беге, большинство из которых широко используются во время проведения учебно-тренировочных занятий в разных видах спорта, в последние годы появились инновационные упражнения, которые еще не нашли такого широкого применения, однако заслуживают внимания со стороны тренеров и спортсменов, поскольку позволяют целенаправленно развивать необходимые качества, осваивать элементы техники, устранять монотонную и однообразную работу, повышать психоэмоциональное состояние спортсменов (рис. 5.9).

Рассмотрим отдельные инновационные упражнения и коротко охарактеризуем их.

Скандинавская ходьба — это вид ходьбы со специально разработанными палками, его еще называют «финской» или «северной» (рис. 5.10).

Некоторые авторы считают этот вид ходьбы разновидностью фитнеса, другие — спортивной ходьбы. Однако не так важно ее про-



РИСУНОК 5.10 – Скандинавская ходьба



РИСУНОК 5.11 – Виды построений спортсменов: 1 – артистическое плавание, 2 – спортивные бальные танцы, 3 – фигурное катание

Любое передвижение может выполняться по разным направлениям: вперед, назад, в сторону, по диагоналям, а также иметь разные формы: круг, восьмерку, эллипс, змейку, спираль и др. Фигурная маршировка нашла свое применение в технико-эстетических видах спорта, особенно там, где соревнуются команды: в групповых упражнениях художественной и эстетической гимнастики, синхронном фигурном катании, соревнованиях формейшн (групповые упражнения в спортивных бальных танцах), артистическом плавании, выступлениях пар и групп в спортивной акробатике, в спортивной аэробике и др.) В этих видах спорта предполагается начисление дополнительных баллов за оригинальные виды построений, перестроений и перемещений спортсменов (рис. 5.11).

Переползания, лазание и перелезания

К естественным способам передвижения для преодоления сравнительно небольших расстояний, можно отнести упражнения в переползании, лазании и перелезании. Эти упражнения классифицируют по способу выполнения и признакам сложности. Они выполняются: в смешанных висах и упорах; в простых висах и упорах; с остановками; с грузом или партнером на плечах; групповое лазание и перелезание. Известны также такие способы переползания: в упоре на коленях, на коленях и предплечьях, на боку (с опорой на предплечье и пятку), по-пластунски (с опорой на одну руку и разноименную ногу). Перелезание чаще всего выполняется в висе, например, с одного каната или шеста на другой, с верхней стороны



РИСУНОК 5.12 – Разновидности вспомогательных упражнений в лазании и перелезании

шестах, столбах, гимнастических скамейках, установленных горизонтальном, вертикальном или наклонном положении, а также на других препятствиях (рис. 5.13).

В лазании и перелезании ВУ необходимы спортсменам не только для формирования необходимых прикладных навыков, но и для развития силовых способностей, выносливости, координации, воспитания смелости и уверенности в своих силах. Чаще всего такие ВУ применяются в учебно-тренировочном процессе с борцами разного стиля, с которыми вначале изучаются способы переползания по одному, а затем с партнером, который помогает или оказывает сопротивление. В подготовке спортсменов, особенно связанных с экстремальными условиями деятельности (скалолазание, альпинизм и др.), эти упражнения имеют особое значение, где они скорее будут относиться к группе специально-подготовительных.

на нижнюю на наклонной или горизонтальной лестнице (рис. 5.12).

Лазание и перелезание в смешанных висах и упорах выполняется с помощью рук и ног, при этом нагрузка на мышцы плечевого пояса существенно уменьшается, однако пропорционально увеличивается нагрузка на мышцы ног и туловища. Во время выполнения ВУ в простых висах и упорах (например, на гимнастической стенке лицом к ней, по наклонной лестнице, по канату или шесту, через препятствие с одновременными или поочередными перехватами руками) в работу включаются только руки или только ноги. Лазание с остановками (чаще всего на завязанном канате) позволяет остановиться на определенной высоте, а в случае необходимости освободить одну или две руки.

Самый сложный способ лазания и перелезания — это групповой, он требует надежного оборудования и отличной подготовки всех занимающихся. Проводятся эти ВУ на лестницах (веревочная, гимнастическая, многофункциональная), трапах,



РИСУНОК 5.13 – Упражнения в лазании (1) и перелезании (2)

Прыжки

Различают маленькие прыжки (подскоки), простые прыжки (на одной, двух ногах), на месте и с продвижением, прыжки в длину и высоту, с разбега или с места, высоко-далекие прыжки, в «окно» (между двумя натянутыми веревками или ограничителями), через планку, с трамплина, с высоты, через короткую или длинную скакалку, опорные прыжки, через партнера, прыжки на батуте и др. В разных видах спорта прыжки имеют разное предназначение и могут выполняться как:

- 1) основной элемент соревновательной деятельности. Например, в легкой атлетике – прыжки в длину, высоту, с шестом, тройной прыжок;
- 2) средство общей или специальной физической подготовки. Например, прыжки на скакалке в боксе, борьбе, спортивной гимнастике);
- 3) один из компонентов технической и тактической подготовки (в игровых видах спорта);
- 4) упражнение, которое оценивают судьи с позиции технического и эстетического исполнения в соревновательной программе (художественная, спортивная гимнастика, спортивная акробатика, фигурное катание);
- 5) элемент, который включен в соревновательное упражнение и должен соответствовать степени сложности для данной квалификации спортсменов, уровня их подготовленности, возраста и требований правил соревнований (соскок со снаряда в спортивной гимнастике, с нижнего партнера в спортивной акробатике или спортивном рок-н-ролле).

Прыжки, которые используют в учебно-тренировочном процессе спортсмены как ВУ, можно условно разделить на традиционные и инновационные упражнения (рис. 5.14).

Начинать обучение прыжков следует с самых простых, постепенно увеличивая высоту, длину, изменяя и. п. и конечное положение, способ выполнения, добавляя движения руками, повороты, элементы акробатики, предметы и отягощения, ограничивая площадь приземления и отталкивания. Отдельным разделом изучаются разновидности соскоков с разных возвышений, гимнастических и других снарядов, оборудования.

Упражнения со скакалкой. Характеризуя разновидности прыжков, хотелось остановиться на использовании скакалки не только как традиционного, но и инновационного средства в подготовке спортсменов.

Первые трюки со скакалкой показывали в Китае во время новогодних праздников. Прыгали через обычную веревку и в Древнем Египте, Греции, Риме, о чем свидетельствуют найденные фрески и гравюры. Уже в XIX в. лондонские боксеры и жокеи успешно выполняли прыжки на скакалке до полного изнеможения для наращивания мышечной массы.

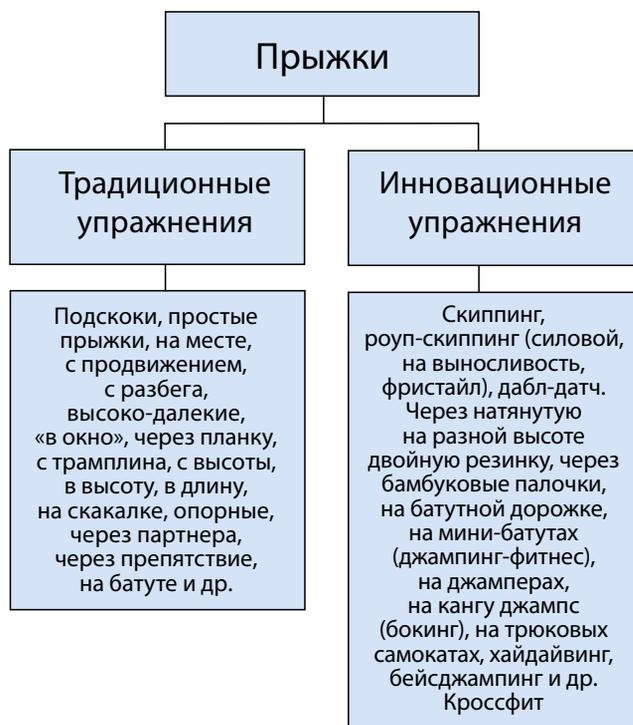


РИСУНОК 5.14 – Разновидности вспомогательных упражнений в прыжках

Во многих видах спорта использование этого предмета имеет несомненную пользу для достижения успеха в избранном виде деятельности. Апогея совершенства во владении скакалкой достигли представительницы художественной гимнастики, причем как в индивидуальном исполнении, так и в групповых упражнениях.

Батут. Одним из вспомогательных снарядов, который позволяет овладеть сложными прыжками в спорте является батут. Благодаря эластичной поверхности батута нагрузка на опорно-двигательный аппарат спортсмена уменьшается более чем на 80 % по сравнению с прыжками на твердой поверхности. Батутная сетка, увеличивая высоту вылета, способствует более длительному нахождению спортсмена в воздухе, что позволяет выполнять различные повороты, акробатические элементы, фиксировать нужные позы и безопасно приземляться после них.

Батут считается еще одним гимнастическим снарядом в спортивной гимнастике, широко используется в тренировке акробатов, прыгунов в воду, сноубордистов, паркуристов, спортсменов во фристайле, акробатическом рок-н-ролле, черлидинге, а также в фигурном катании, артистическом плавании, горных лыжах. В каждом виде спорта использование батута для выполнения ВУ и специально-подготовительных упражнений имеет четко обусловленные задачи, которые можно сформулировать как:

- 1) обучение новым технически сложным элементам в условиях относительной безопасности;
- 2) формирование правильной динамической осанки во время выполнения прыжков;
- 3) совершенствование вестибулярного аппарата и развитие вестибулярной устойчивости;
- 4) снижение нагрузки на опорно-двигательный аппарат;
- 5) формирование навыка правильного и безопасного приземления;
- 6) обучение различным способам отталкивания от опоры;
- 7) совершенствование координации, ориентации в пространстве.

Аналогами батута может быть батутная дорожка, служащая для выполнения серии прыжков с продвижением, и мини-батуты. Последние не вполне подходят для обучения и совершенствования сложных прыжков или акробатических элементов, а, скорее, используются для развития выносливости, укрепления коленных и голеностопных суставов, профилактики плоскостопия, тренировки вестибулярного анализатора, развития координации и баланса.

Скиппинг. В начале 1970-х годов американский футболист Ричард Кендалл придумал скиппинг, который вскоре стал не только модным увлечением молодежи, но и инновационным видом спорта. Последователи этого течения (роуп-скиппинг) придумали огромное количество трюков со скакалкой, которое захватило многие страны мира.

Современный скиппинг представленными такими дисциплинами, по которым проводятся соревнования:

- скоростной скиппинг. Судьями оценивается наибольшее количество прыжков за 30 и 60 с;
- силовой скиппинг (наибольшее количество тройных прыжков подряд);
- скиппинг на выносливость (наибольшее количество прыжков за 180 с);
- фристайл (комбинация различных по сложности прыжков под музыку за 45–75 с);
- дабл-датч – самый популярный вид, в котором команда спортсменов выполняет прыжки, элементы акробатики и уличных танцев через две длинные скакалки, которые вращают поочередно двое участников).

Использование инновационных средств для выполнения и совершенствования прыжков предполагает включение в учебно-тренировочный процесс таких изобретений как джамперы, кангу джампс (бокинги), трюковые самокаты и другие.

Бокинг — пружинные ходули («джамперы»), которые действуют по принципу работы коленей кенгуру, они позволяют развивать скорость до 40 км в час и подпрыгивать на высоту до 2 м. Их называют «специальным тренажером для бега и прыжков», а сам вид экстрима — «бокинг».

Кангу джампс (англ. kangoo jumps — прыжки кенгуру) — специальные ботинки с пружинами на подошве, благодаря которым можно выполнять длинные и широкие прыжки, нейтрализовать удары о твердую поверхность во время приземления, защитить позвоночник, коленные и голеностопные суставы от травмирования во время приземления).

Эти инновационные средства могут быть использованы тренерами в игровых и циклических видах спорта на выносливость как альтернатива давно известным и несколько устаревшим упражнениям, особенно в переходный период годового цикла.

Висы и упоры

Это различные статические положения тела (горизонтальные, вертикальные, наклонные) и перемещения человека относительно разных снарядов, приспособлений, оборудования (рис. 5.15).

Рациональное выполнение этих ВУ способствует развитию практически всех двигательных качеств, формирует навыки владения своим телом в необычных условиях опоры.

Различные двигательные действия в висах и упорах с перемещением одной части тела, нескольких частей или всего тела с одного положения в другое с разной скоростью и характером мышечных усилий обеспечивают спортсменов жизненно необходимыми умениями и навыками, обогащают их двигательный опыт в основной и смежных видах деятельности (Сосина, 2010).

К висам относятся упражнения, в которых плечи спортсмена находятся ниже точек хвата, к упорам, наоборот, — выше точек хвата. К **простым висам** относят: вис, вис согнувшись, прогнувшись, на двух руках или ногах, ноги врозь, на одной руке и ноге, на согнутых руках, вис сзади и др. К **смешанным висам** относят такие, у которых имеется дополнительная опора другой частью тела (вис стоя, стоя согнувшись, стоя прогнувшись, стоя сзади, лежа, лежа сзади, вис присев, вис завесом и др. К **простым упорам** относятся: упор, упор на предплечьях, на руках, на одной руке, на руках согнувшись, упор сзади, углом и др.; к **смешанным** — упор стоя на коленях (на колене), упор присев, упор лежа, сзади и др. (Журавин, 2002).

Висы и упоры могут быть статические, динамические или силовые упражнения (переходы из одного положения в другое с помощью мышечных усилий). Изучая эти упражнения, очень важно обратить внимание на завершающую фазу движения, которым является соскок или спрыгивание со снаряда. Способов выполнения соскоков очень много, а выбор



РИСУНОК 5.15 – Разновидности вспомогательных упражнений в висах и упорах



РИСУНОК 5.16 – Уличный воркаут

соответствующего из них будет зависеть от высоты снаряда, подготовленности спортсмена, сложности самого упражнения.

Среди инновационных упражнений в висах и упорах можно выделить: уличный воркаут, петли TRX, функциональные петли (lifeline), подвесные пружины и ремни (Go flo), а также воздушную йогу, йогу в гамаке, упражнения на пилоне и др.

Воркаут (уличный воркаут). Это новый вид двигательной активности, в основе которого лежат в совершенстве выполненные висы и упоры, подтягивания и отжимания, переходы из одного виса или упора в другой, удержание статических положений на тренировочном оборудовании (турники, брусья, шесты, рукоходы, лестницы и др.), которое находится в парках, скверах, школьных площадках, дворах, спортивных площадках (рис. 5.16).

Главная задача тренировок — это работа с собственным весом, развитие силовых способностей и выносливости. Следует признать, что ВУ воркаута, являясь очень эффективными, могут с успехом использоваться в видах спорта, где важны проявления силы, силовой выносливости, умения удерживать статические положения в висах и упорах, а также выполнять медленные переходы из одного положения в другое за счет мышечных усилий (спортивная гимнастика и акробатика, альпинизм и скалолазание и др.).

Петли TRX. Это компактное, многофункциональное и достаточно простое для употребления оборудование, которое позволяет спортсмену выполнять ВУ в висах и упорах, находясь наполовину в подвешенном состоянии. Петли TRX могут существенно упростить или наоборот усложнить выполнение упражнения, увеличить или уменьшить нагрузку, что достигается благодаря изменению и. п., длины петель, углу их наклона, а также использования разных способов опоры.

Кроме петель TRX для выполнения ВУ используют и другие инновационные тренировочные системы: например, Go flo — пружинные или подвесные ремни и lifeline — функциональные петли, которые могут применяться в разных видах спорта для развития силовых качеств мышц плечевого пояса, спины, ног и брюшного пресса.

Преимущество использования подвесных систем состоит в том, что:

- нет нужды использовать дополнительные отягощения, кроме веса собственного тела;
- эффективно развивается умение балансировать, удерживать устойчивое положение тела в условиях неустойчивого равновесия;
- целенаправленно развиваются силовые способности разных мышечных групп;
- разгружается позвоночник;
- оптимизируется нагрузка, изменяется степень сложности упражнений;
- благодаря подвешенному состоянию спортсмена ВУ можно использовать в качестве реабилитационных, а также после травм опорно-двигательного аппарата;
- формируется правильная осанка и корректируются ее нарушения.

Суммируя сказанное, можно отметить, что ВУ в висах и упорах устраняют монотонность и негативные последствия больших тренировочных нагрузок, повышают эмоциональность учебно-тренировочных занятий, являются доступным и универсальным средством развития двигательных качеств и совершенствования техники выполнения упражнений избранного вида спорта, а также коррекции и профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата и активного отдыха спортсменов.

Равновесие

Необходимым условием сохранения равновесия в разных положениях тела или во время передвижения является размещение общего центра масс тела (ОЦМТ) над площадью опоры. При этом чем больше площадь опоры и ниже ОЦМТ, тем устойчивей будет равновесие. Равновесие может быть статическим (в позе) или динамическим (во время движения). Удержание равновесия происходит рефлекторно за счет согласованной работы различных функций и систем организма (Болобан, 1991, 2013).

В некоторых видах спорта к функции равновесия предъявляются чрезвычайно высокие требования (спортивная и художественная гимнастика, спортивная акробатика, прыжки на лыжах с трамплина, тяжелая атлетика, скалолазание и др.), в других – равновесие не играет существенную роль для достижения успеха.

В тренировочном процессе спортсменам часто приходится сохранять неподвижное положение тела в исходном (стартовая поза), промежуточном (удержание партнера в стойке на руках в спортивной акробатике) или конечном положении (удержание штанги для фиксации позы). Особенно сложными в спорте считаются равновесия на ограниченной площади опоры (бревно в спортивной гимнастике) или там, где условия сохранения равновесия определяются действиями нескольких партнеров (системой тел), например, сложные пирамиды в парно-групповой акробатике или черлидинге.

Кроме статического и динамического равновесия различают еще один вид, который называют «балансированием», под которым принято понимать умение человека быстро восстанавливать утраченное равновесие за счет мышечных усилий, т. е. балансировать (Лях, 2006; Сосіна, 2017). Балансировать можно предметом (например, мячом в художественной гимнастике или в футболе, баскетболе), на предмете (на набивном мяче, велосипеде, гимнастическом бревне) и с партнером (в спортивной акробатике, черлидинге, фигурном катании). Классификация традиционных и инновационных ВУ в равновесии показана на рис. 5.17.

Как известно, хорошо развитое чувство равновесия не у того человека, который никогда не теряет равновесие, а у того, который умеет быстро восстановить его (Лях, 2006; Зациорский, 2019). В связи с этим различают два способа совершенствования функции равновесия. Первый

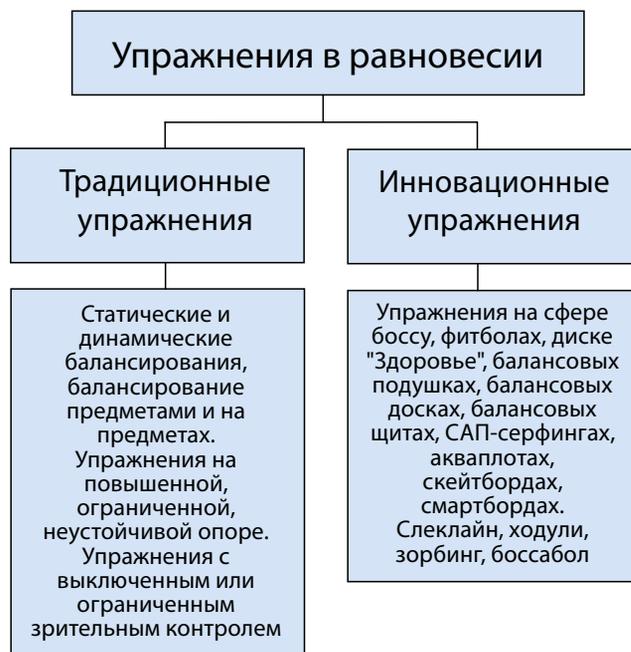


РИСУНОК 5.17 – Разновидности вспомогательных упражнений в равновесии

способ заключается в выполнении ВУ, связанных с потерей и восстановлением равновесия. Вторым способом — это совершенствование анализаторов (вестибулярного, зрительного, двигательного), которые обеспечивают сохранение равновесия. Для этого используют ВУ с ограниченным или выключенным зрительным анализатором, с дополнительной нагрузкой на вестибулярный аппарат (например, повороты, кувырки, перевороты и др.).

В современном спорте равновесие развивают специальными упражнениями, а также с помощью инновационных ВУ на фитболах, полусфере «босу», специальных подушках и дисках для балансирования.

Босу представляет собой резиновую надувную полусферу, которая была придумана американцем Давидом Веком как безопасная альтернатива мячам-фитболам. Босу широко используется в различных видах спорта как вспомогательный тренажер как для развития равновесия, так и совместного развития двигательных качеств.

Подушка для балансирования — резиновый диск-тренажер, наполовину заполненный воздухом, на котором можно стоять, сидеть, лежать, выполнять упражнения с предметами или без них. Этот тренажер используется для развития равновесия в разных, в том числе в усложненных условиях.

Кроме того, для развития равновесия, а особенно балансирования в различных условиях, были разработаны специальные **балансовые доски** (балансовые щиты, балансборды, рола бола), которые нашли свое применение у акробатов, лыжников, конькобежцев, серфингистов, яхтсменов, сноубордистов, скейтбордистов, а также в спортивных единоборствах.

Балансовые доски имеют разную конструкцию (известно более 100 моделей). Известны доски, где опора состоит из двух или четырех пружин, что требует постоянного балансирования ней. Существуют доски для водного серфинга (САП-сёрфинг или X-серф), в форме качалки (wobble), круглые, овальные, квадратные и др.

Для того, чтобы устранить повышенную нагрузку на позвоночник и суставы, особенно после травм опорно-двигательного аппарата, в спорте стали использовать надувное специализированное водное оборудование «**ФитнесПлот**» (акваплот), которое можно применять в бассейне или на открытой воде (рис. 5.18). ВУ на акваплоте развивают равновесие и баланс в усложненных условиях.

Повысить способность к удержанию равновесия можно также с помощью **слеклайна** (англ. slacklining) — передвижения по стропе, которая натянута между стационарными объектами.



РИСУНОК 5.18 – Использование акваплота для развития равновесия

Для спортсменов, увлекающихся экстремальными видами спорта (альпинистам, скалолазам, скейтбордистам и др.), слеклайн является эффективным способом развития умения балансировать и координировать свои движения в необычных условиях. Помогут удерживать равновесие в слеклайне различные конструкции строп. Однако, несмотря на внешнюю простоту передвижения, слейклайн достаточно сложный вид двигательной активности, который требует хорошо развитого чувства равновесия, особенно вестибулярной устойчивости, координации и умения ориентироваться в пространстве.

Поднимание и переноска груза

В поднимании и переноске груза ВУ применяются в спорте для развития силы, выносливости, ловкости, а также для формирования умения экономно распределять нагрузку. Кроме того, они положительно влияют на органы дыхания, кровообращения, работу сердечно-сосудистой системы. ВУ в поднимании и переноске груза можно условно разделить на традиционные и инновационные (рис. 5.19).

Существует несколько правил, которых следует придерживаться во время поднимания и переноски груза:

1) сохранять устойчивое равновесие; 2) по возможности увеличить площадь опоры: расстояние между стопами до 30 см, одна стопа несколько впереди от другой, увеличение расстояния между партнерами и др.; 3) при подъеме груза выполнить полуприсед, сохраняя вертикальное положение туловища; 4) прижимать груз к себе, поднимая его; 5) не выполнять резких движений и поворотов (скручивания) туловища; 6) при необходимости менять руку, которая удерживает груз (Гимнастика ..., 1990; Худолий, 2008; Сосина, 2017).

Одним из распространенных ВУ в поднимании и переноске груза следует назвать поднимание и переноску партнера. Такие упражнения часто выполняются в парах, тройках и группой. В качестве груза используются также различные предметы (набивные мячи, мешки с песком, болгарские мешки, гимнастические снаряды и оборудование и др.). Степень овладения практическими навыками проверяются во время проведения различных эстафет, игр, преодоления полос препятствий, соревнований.

Силовая атлетика — относится к видам спорта, в котором спортсмены выполняют упражнения в поднимании наибольшего веса, соревнуются в скорости преодоления дистанции с большим грузом, переноске груза на максимальную дальность, наибольшем количестве поднятий тяжелых предметов.

Все упражнения силовой атлетики можно использовать в качестве вспомогательных для развития силовых способностей в разных видах спорта, где для спортсменов важно приоритетное развитие силы (тяжелая атлетика, спортивная гимнастика, борьба, альпинизм, регби и др.). К этой же группе ВУ можно отнести упражнения с преодолением сопротивления (перетягивание каната, палки, вырывание предмета, переталкивание и сталкивание соперника и др.).

Перетягивание каната — вид физической активности, в которой две команды, находясь по обе стороны каната, пытаются перетянуть соперников на свою сторону до определенной отметки, используя напряжение мышц и тактические действия. Во многих видах спорта используется



РИСУНОК 5.19 – Разновидности вспомогательных упражнений в поднимании и переноске груза

этот вид двигательной активности в качестве ВУ для развития силовых качеств, выносливости, а также тактического мышления и синхронности выполнения коллективных действий.

Перетягивание палки (мас-реслинг) — считается национальным видом спорта в Якутии. Правила этого вида спорта или игры достаточно просты: сопернику нужно вырвать палку из рук противника или перетянуть его через ограничительную доску на свою сторону. Для того, чтобы выиграть поединок, необходимо уметь сохранять равновесие, координировать движения рук и ног, умело управлять кистями рук, быстро реагировать на изменение ситуации и действия противника, стремительно атаковать или контратаковать. Перетягивание палки — спортивная игра для двоих, поэтому подобные ВУ могут быть использованы в любых двоеборьях для воспитания волевых качеств, быстроты реагирования, мануальной ловкости, координации, силовых качеств, равновесия.

Армрестлинг — борьба на руках между двумя соперниками, во время которой участники ставят локти на стол, сцепляют руки и стараются пересилить один другого, положив руку соперника на поверхность стола. Использование армрестлинга как вспомогательного средства, способствующего развитию силы и выносливости, может иметь место в видах спорта, где особенно ценятся эти качества (тяжелая атлетика, спортивная гимнастика, альпинизм, скалолазание и др.).

Метания и ловля

Упражнения этой группы развивают и совершенствуют ловкость, координацию, глазомер, быстроту, укрепляют мышцы рук, особенно плечевого пояса. Среди ВУ в метании и ловле, используемых в учебно-тренировочных занятиях спортсменов, можно выделить: 1) метания на дальность; 2) метания в цель, которая может быть подвижной или неподвижной; 3) подбрасывания и ловля, в том числе жонглирование; 4) перекидывание (Худолий, 2008; Сосина, 2017). Метания относятся к сложным действиям, которые по техническим характеристикам можно разделить на собственно метания и упражнения, которые служат подготовительными или вспомогательными для выполнения этих движений (передачи, подкидывания без ловли, то же с ловлей, перекидывания и т. п.).

В метании и ловле ВУ изучаются во многих видах спорта: в легкой атлетике — метание диска, молота, копья; в баскетболе, волейболе, гандболе — метания и приемы мяча; в художественной гимнастике — броски и ловля мяча, обруча, скакалки, булавы; в городках — метания биты и др.

Упражнения этой группы условно можно представить, как традиционные и инновационные упражнения (рис. 5.20).

Рекомендуется выполнять упражнения этой группы правой и левой рукой (ногой), что способствует сбалансированному развитию двигательных качеств, пропорциональному физическому развитию, симметричной нагрузке двух полушарий головного мозга, совершенствованию мануальной ловкости. Упражнения в метании можно усложнять благодаря:

- изменению веса и объема предметов, используемых для метания;
- увеличению расстояния и траектории;
- увеличению количества одновременно используемых для метания предметов;
- соединению с различными движениями (хлопки, приседания, повороты) и упражнениями или двигательными действиями (равновесия, перелезания, бег, прыжки и др.);
- изменению исходного положения (сидя, лежа, стоя на колене, в упоре);
- выполнению метания одной или двумя руками (ногами), со сменой рук (ног);
- увеличению количества участников.

В качестве предметов для метания и ловли используют большие, средние и маленькие мячи, набивные мячи (медболы), гимнастические палки, кегли, кубики, болгарские мешки, биты и другое, а также природные материалы и предметы: камни, снежки, шишки, каштаны, палочки и др.

Метание камней. Наилучшими для метания считаются камни круглой формы («кругляши»), а также камни неправильной формы. Плоские камни не подходят для метания на дальность и в цель, поскольку могут изменять свою траекторию полета из-за возникающей подъемной силы. Бросать (метать) камни можно сверху, сбоку, согнувшись, с положения лежа, с поворотом и другими способами, которые зависят от способа броска в избранном виде спорта. Специалисты считают, что навык автоматического метания камней вырабатывается после 5 тыс. повторений упражнения каждой рукой с определенного расстояния.

От старинных игр метания камней берут свое начало и современные игры, например, очень популярная в настоящее время игра **петанк**, которая возникла на юге Франции еще в 1907 г. Суть игры состоит в том, чтобы, стоя в середине круга, кинуть пустые металлические шары как можно ближе к маленькому деревянному шару (кошонету). Победа присуждается команде, у которой больше шаров находится ближе к кошонету.

В спортивной практике чаще используется в качестве вспомогательного средства для метания **бумеранг**, представляющий собой деревянное, металлическое или пластмассовое тело в форме параболы, дуги или креста. Особая конструкция бумеранга позволяет ему возвращаться к тому, кто его бросил. Метание бумерангов разной формы и конструкции способствует совершенствованию метательных движений у спортсменов, воспитывает ловкость, глазомер и может использоваться как во время учебно-тренировочных занятий, так и в переходном периоде годичного цикла подготовки.

Кроме того, совершенствовать метательные движения у спортсменов могут летающие тарелки различной формы.

Летающие тарелки, или летающий диск, — это спортивный снаряд в форме диска диаметром 20–30 см с загнутыми краями. Часто его называют «фризби», что объясняется появлением на рынке впервые летающих дисков торговой марки «Фризби». На сегодняшний день существует множество игр с летающей тарелкой (дисксом). Самая простая из них — это обычное перекидывание диска двумя или более игроками из рук в руки так, чтобы он не коснулся земли. Самой популярной считается игра **алтимат**, представляющая собой командную, неконтактную, очень динамичную и захватывающую игру, в которой объединены черты американского футбола и баскетбола.

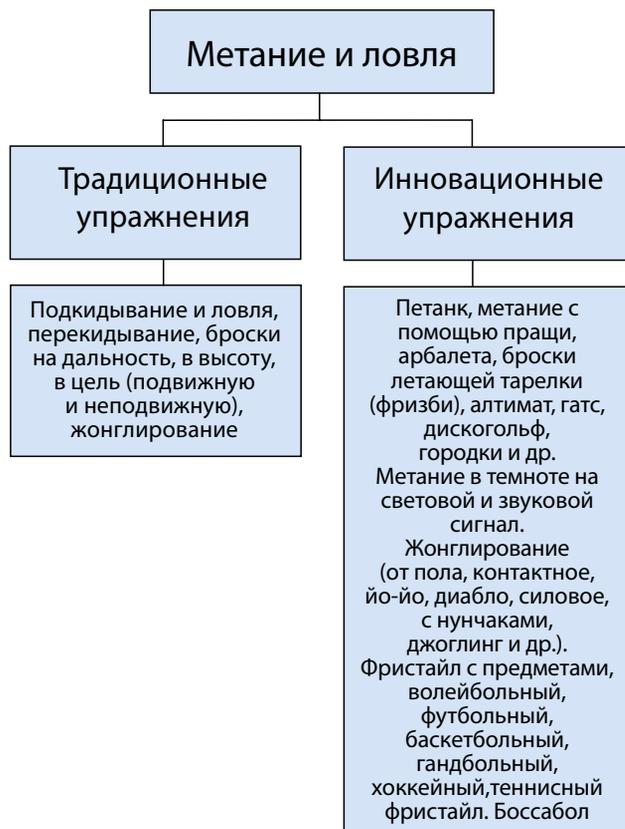


РИСУНОК 5.20 – Разновидности вспомогательных упражнений в метании и ловле



РИСУНОК 5.21 – Игра с летающим диском (алтимат)

Учитывая особенности этой игры, в которой совершенствуются техника выполнения бросковых движений, скорость двигательной реакции, быстрота, выносливость и реакция антиципации (предвидения, предвосхищения), алтимат можно использовать в игровых видах спорта как одно из эффективных вспомогательных средств (рис. 5.21).

Во время учебно-тренировочных сборов спортсменам, чья спортивная деятельность связана с различными метаниями и бросками (особенно на точность), можно порекомендовать такие ВУ как дартс и боулинг.

Дартс — это метание коротких стрел (дротиков) длиной 12–18 см с перьями стабилизаторами в круглую мишень, состоящую из двадцати секций.

Боулинг — это спортивная игра, возникшая на основе игры в кегли. Принцип игры состоит в том, чтобы сбить наибольшее количество кеглей за наименьшее количество бросков шара. Учитывая тот факт, что боулинг развивает целый ряд важных в спортивной деятельности двигательных качеств (силовые и скоростно-силовые качества, координацию, быстроту, ловкость, меткость, глазомер и др.), он может служить эффективным средством физической подготовки в разных видах спорта.

Падения

Падение — это действие, в результате которого человек оказывается в лежачем положении на земле или полу, иначе это способ передвижения с потерей равновесия и приземлением. Сформированный навык безопасного падения является одним из самых важных в любой деятельности человека, а рациональная техника значительно уменьшает риск получения травмы во время незапланированных и нежелательных падений. Причинами падений могут быть: страх перед падением, который препятствует безопасному его выполнению; чрезмерное напряжение мышц; неумение правильно и безопасно падать; недостаточно развитая функция равновесия или вестибулярной устойчивости, неумение балансировать и др.

Часто во время падения спортсмены могут получить очень серьезные травмы, связанные с повреждением опорно-двигательного аппарата (переломы, вывихи, разрывы связок и суставных сумок, надрывы и разрывы мышц, сотрясения головного мозга и др.) (Щеголев, 1965; Милюкова, 2010; Сосина, 2010). Согласно данным статистики травмы и травматические повреждения в настоящее время у спортсменов составляют более 44 % всех патологий, а на спортивный травматизм приходится от 2 до 5 % общего числа травматических повреждений, включая и бытовые травмы. В спортивной медицине выделены группы видов спорта, каждой из которых могут соответствовать определенные виды травм, что случаются наиболее часто. К ним относятся: единоборства, сложно-координационные виды спорта (спортивная гимнастика и акробатика, спортивная аэробика, горные лыжи и др.), циклические виды (бег на длинные дистанции, гребля, велоспорт и др.), игровые виды; скоростно-силовые и технические виды спорта.

Поэтому стратегия по предупреждению падений должна включать целый ряд мероприятий, которые состоят из овладения навыками безопасного приземления, а также умениями технически правильно выполнить само падение.

Падения как в обычной жизни, так и в спорте могут произойти во время обычного передвижения (ходьбы, бега, прыжков, преодоления препятствий), во время подъема или спуска по лестнице, соскоков со снарядов (спортивная гимнастика, прыжки на лыжах с трамплина) или партнеров (спортивная акробатика, черлидинг), взаимодействий с партнером или соперником (игровые виды спорта, единоборства), езды на транспорте (велосипедный и автомобильный спорт) и др. На сложность падения могут влиять нерациональная поза спортсмена перед падением (наклон головы, туловища, выпрямленные конечности, нерациональная постановка стоп и др.), а также положение тела во время самого падения (выставленные вперед руки, выпрямленные ноги и др.). Значительную роль в выполнении безопасного падения играет его направление (вперед, назад, в сторону, по диагонали, с поворотом) и соответственно часть тела, на которую произойдет падение (лицо, голова, грудь, спина, боковая поверхность, ноги, руки). В большинстве случаев происходит так, что спортсмен не в состоянии избежать падения, поэтому очень важно воспринять это как неизбежность и приземлиться без или с минимально возможными повреждениями (рис. 5.22).



РИСУНОК 5.22 – Падения в спорте

К правилам безопасного падения, которые необходимо изучать со спортсменами, можно отнести: 1) необходимость быстро оценить ситуацию и выбрать рациональный способ падения или прием самостраховки; 2) скоординировать степень напряжения и расслабления мышц во время падения; 3) не выставлять выпрямленные руки в сторону падения; 4) удерживать голову и локти как можно дальше от опоры; 5) принять положение группировки; 6) использовать перекаты, кувырки, уменьшая скорость падения; 7) закончить падение мягким перекатом или скольжением; 8) не спешить вставать на ноги после падения (<http://life.mosmetod.ru/index.php/item/kak-pravilno-padat-chtoby-izbezhat-travm>).

Чтобы научиться правильно и безопасно падать, следует овладеть умышленными падениями, моделируя разные ситуации, постепенно усложняя способ выполнения, исходное положение, длину разбега, высоту. Вначале рекомендуется выполнять ВУ в падениях в статических положениях, в медленном темпе, а после этого в движении. Изучают падения вперед, потом в сторону и назад, комбинируя разные способы падения с другими вспомогательными и общеподготовительными упражнениями.

Желательно, чтобы программа подготовки включала два раздела: базовый и специальный. Первый раздел включает выполнение упражнений, направленных на совершенствование функции равновесия и вестибулярной устойчивости (равновесия на одной и двух ногах, различные резкие повороты и наклоны головы и туловища, стойки на голове и руках, упражнения с закрытыми глазами и т. д.). Специальная подготовка включает вестибулярно-статические упражнения (равновесия в разных положениях — стойки на лопатках, предплечьях, руках, голове и др.) и вестибулярно-динамические упражнения (различные перекаты, кувырки, перевороты, упражнения на батуте, сальто и т. д.)

При этом большую роль во время изучения различных видов падений уделяют овладению техники приемов страховки и самостраховки.

Акробатические упражнения

Акробатические упражнения прочно вошли в современную систему подготовки спортсменов, причем в одних видах спорта как ОПУ или ВУ, в других – как специально-подготовительные и соревновательные упражнения. Широкий диапазон разнообразия и сложности упражнений акробатики от самых простых (группировки и перекаты) до очень сложных (сальто, пируэты), использование традиционных и инновационных акробатических упражнений позволяет решать самые разные задачи в процессе подготовки спортсменов в зависимости от требований вида спорта, их возраста и подготовленности (рис. 5.23).

Средства акробатики могут использоваться в спортивной деятельности для решения таких задач: 1) для безопасного приземления и профилактики травматизма во время падений; 2) как средство физического развития; 3) для воспитания смелости и морально-волевой подготовки; 4) как необходимые элементы спорта в соревновательных композициях; 5) для овладения навыками выполнения специальных приемов в боевых видах искусств.

Во многих видах спорта акробатические упражнения включены в общую и специальную физическую подготовку (игровые и атлетические виды спорта, единоборства и многоборье, мото- и велосипедный спорт, легкая атлетика и др.). В видах спорта с технико-эстетической направленностью акробатика является составной частью технической подготовки, а ее элементы включены в соревновательные программы спортсменов и оцениваются судьями по правилам соревнований наравне со специфическими упражнениями вида спорта.

В этом разделе коротко остановимся на акробатических пирамидах и подготовительных к ним упражнениях, которые представляют собой важный раздел вспомогательных средств в подготовке спортсменов.

Акробатические пирамиды – это различные комбинации стоек, поддержек, выпадов, упоров, гимнастических мостов, равновесий и других элементов, которые выполняются группой людей. Зрелищность пирамиды достигается не столько сложностью положений, сколько логичностью всей композиции, гармоничным соединением отдельных элементов пирамиды, синхронностью и четкостью поз.

Пирамиды строятся на полу, стадионе, земле, гимнастических снарядах, специальных приспособлениях, могут быть украшены различными предметами (цветами, флажками, воздушными шарами и др.). Пирамиды разной степени сложности, с участием различного количества участников являются украшением праздников, сопровождают открытие и закрытие Олимпийских игр, включены как обязательный элемент соревновательной деятельности в выступлениях пар и групп в спортивной акробатике, черлидинге, спортивном рок-н-ролле (рис. 5.24).



РИСУНОК 5.23 – Разновидности вспомогательных акробатических упражнений

Поддержки — это совместные действия партнеров, при которых один их партнеров (или группа партнеров) поднимает или поддерживает другого за руки, под руки, за талию, под спину, бедро или другие части тела.

В основе поддержек выполняются такие ВУ как равновесия, стойки, упоры, висы. В технико-эстетических видах спорта поддержки — это зрелищный, рискованный и оригинальный элемент соревновательных программ спортсменов, где судьями оцениваются сложность, синхронность, чистота и артистизм исполнения. В упражнениях парно-групповой акробатики поддержки являются одним из основных элементов, свидетельствующих о мастерстве спортсменов. В других видах спорта поддержки используются как ВУ с целью овладения необходимыми умениями и навыками, которыми можно пользоваться в быту и в экстремальных ситуациях. Некоторые разновидности поддержек можно отметить и в спортивных единоборствах, хотя они имеют и несколько иной характер (рис. 5.25).



РИСУНОК 5.24 – Пирамида в выступлении женской акробатической тройки

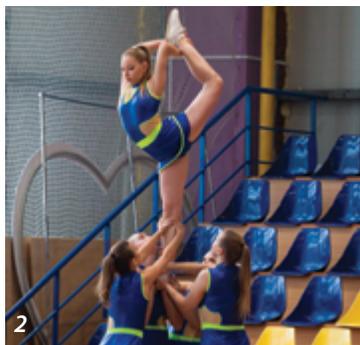


РИСУНОК 5.25 – Разновидности поддержек: 1 – фигурное катание; 2 – черлидинг; 3 – артистическое плавание; 4 – спортивная акробатика; 5 – борьба



РИСУНОК 5.26 – Упражнения на рейнском колесе

Рейнское колесо — уникальный снаряд, представляющий собой два прочных металлических обруча, соединенных между собой с помощью шести перекладин, к которым с внутренней стороны прикреплены две площадки для стоп, а с противоположной от них стороны — две ручки, за которые держится спортсмен (рис. 5.26). Его используют в своих тренировочных занятиях гимнасты, акробаты, батутисты, прыгуны в воду, артисты цирка и эстрады, а также пилоты скоростных самолетов-истребителей и космонавты. Доказано, что несколько минут ежедневных занятий на рейнском колесе позволяет улучшить функциональное состояние вестибулярного аппарата, координацию и чувство баланса.

Кроме рейнского колеса в спортивной подготовке можно использовать и другие тренажеры, которые имеют конструкцию качелей (лопинг, лопинг-качели и др.), вращающихся в одной или нескольких плоскостях одновременно, где вращательные движения создаются силами самого человека. Все они предназначены для совершенствования функций вестибулярного анализатора, ориентирования в пространстве, чувства баланса и могут быть использованы в качестве ВУ в видах спорта, где необходимы вышеперечисленные качества (акробатов, гимнастов, батутистов, прыгунов в воду, бобслеистов, фристайлистов, скейтбордистов и др.).

Жонглирование

Жонглирование — это умелое подбрасывание и ловля одного или нескольких различных предметов, которое может быть представлено как жанр циркового искусства и вид двигательной активности. Среди представителей игровых видов спорта популярным является такое направление жонглирования как «футбольный, волейбольный, баскетбольный, гандбольный, теннисный, хоккейный фристайл», включающий вращение мяча на одном пальце, набивание мяча головой, отбивы и ловля разными частями тела, манипуляции одной или двумя мячами, шайбами и др. (см. видео 20). В этих видах спорта элементы жонглирования используют квалифицированные спортсмены для обманных действий, демонстрации своего мастерства, подготовки к выполнению основных технических действий.

Жонглирование является обязательной составляющей в обучении технике владения предметами в художественной гимнастике. В групповых упражнениях художественной гимнастики спортсменкам приходится жонглировать (манипулировать) разными по форме и фактуре предметами, выполняя броски, отбивы и ловлю разными частями тела, причем чаще всего в отсутствии зрительного контроля.

Научно доказана польза выполнения упражнений в жонглировании для развития мелкой моторики рук, двигательной реакции, координации, бокового (периферического) зрения, способности к антиципации, улучшения осанки. За счет работы двух рук происходит активизация взаимодействия между двумя полушариями головного мозга, что, в свою очередь, способствует улучшению памяти, запоминанию большого количества необходимой информации.

Различают разные виды жонглирования, среди которых в спорте применяют **силовое жонглирование** одной или двумя гирями весом 16, 24 или 32 кг индивидуально или в парах.

Преодоление препятствий

Преодоление препятствий — достаточно сложное двигательное действие, в котором сосредоточено умение спортсмена реализовывать навыки практического использования всех предварительно освоенных движений. Для того, чтобы преодолевать различные препятствия, необходимо в совершенстве владеть ориентацией в пространстве, иметь хорошо развитую координацию, отличную физическую подготовленность. Выполнение таких ВУ будет способствовать приобретению необходимого двигательного опыта, особенно в видах спорта, где спортсменам часто приходится решать нестандартные задачи, а приобретенные ими двигательные навыки должны быть максимально гибкими. Преодоление препятствий требует проявления трех важных факторов: восприятия, действия и воли. Препятствия могут быть абсолютно разными, а их выбор и расстановка зависят от вида спортивной деятельности (рис. 5. 27).

Среди видов препятствий можно выделить подвижные и неподвижные, высокие и невысокие, глубокие и мелкие, горизонтальные, вертикальные и наклонные, узкие и широкие, деревянные, каменные и др. В зависимости от вида препятствий выбирают и способ их преодоления (прыжком с места или разбега, перелезанием, подлезанием, подползанием, проползанием с помощью партнера, с помощью подручных средств, с опорой ногой или рукой, силой и др.). По мере освоения различных способов преодоления препятствий их нужно комбинировать, изменять последовательность, ставить перед спортсменами все более сложные задачи. Это необходимое условие не только развития двигательных качеств и приобретения двигательного опыта, но и воспитания смелости, решительности и других морально-волевых качеств.

Одним из инновационных видов деятельности человека, особенно молодежи, стало направление **паркур** — искусство преодоления препятствий преимущественно в условиях города. Для этого паркурлисты, или трейсеры (от фр. traceur — тот, кто прокладывает дорогу), выбирают архитектурные сооружения (парапеты, перила, стены, лестницы, крыши домов, деревья и др.) или специально изготовленные конструкции.

Второй разновидностью современного способа преодоления препятствий является **фриран**, в котором можно встретить элементы и трюки гимнастики и акробатики, предназначенные для преодоления препятствий. Однако если паркур основан на рациональном преодолении препятствий, то сущность фрирана — в красивом и зрелищном процессе, причем часто вопреки здравому смыслу и безопасности.

Таким образом, отдельные элементы модных направлений современной субкультуры, которая возникла на основе упражнений спортивной акробатики и гимнастики, могут быть использованы в отдельных видах спорта, где особенно важно в совершенстве владеть своим телом во время преодоления препятствий. Эти ВУ являются эффективным средством спортивной подготовки, которые соединили в себе известные и инновационные упражнения, способные развить и усовершенствовать все необходимые двигательные и морально-волевые качества спортсменов в избранном виде спорта.



РИСУНОК 5.27 – Разновидности вспомогательных упражнений в преодолении препятствий

Водный тренинг

Техника выполнения большинства двигательных действий, характерных для каждого вида спорта, несколько изменяется в водной среде, что связано с сопротивлением воды. Водная среда имеет положительное воздействие на организм спортсменов, а именно:

- укрепление мышечного корсета и суставов;
- благотворное влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную системы;
- обеспечение надежной опоры телу, снижение негативного влияния на суставы тела;
- неправильно выполненное движение в воде может произвести к потере равновесия, что требует постоянного контроля за его сохранением;
- растягивание мышц в воде позволяет достичь значительно большей амплитуды, не вызывая сильных болевых ощущений;
- выполнение ВУ высокой интенсивности и большого объема в воде практически не вызывает перенапряжения и переутомления;
- оказание мягкого давления на тело, массаж кожных покровов;
- релаксация, восстановление организма, особенно после травм, снятие мышечного напряжения, устранение стрессовых состояний;
- ВУ в воде необходимы спортсменам как средство профилактики и коррекции нарушений осанки.

Выполнение таких ВУ как бег, прыжки, удары руками и ногами, резкие повороты и вращения значительно смягчается в воде, движения становятся более плавными, спокойными.

Следует признать, что водный тренинг еще не получил должного использования у представителей разных видов спорта. Сегодня он чаще всего применяется в качестве активного отдыха в период летних оздоровительных сборов. В то же время можно отметить, что включение в водный тренинг ВУ и СПУ позволит отработать их в замедленном темпе, с использованием дополнительного сопротивления, которое оказывает водная среда.

Подвижные игры

В игровой форме возможно проведение учебно-тренировочных занятий с применением ходьбы, бега и других способов передвижений, прыжков, лазания и перелезания, метания и ловли, упражнений на равновесие, элементов акробатики, различных способов преодоления препятствий.

Совершенно очевидно, что, планируя проведение подвижных игр со спортсменами, тренер должен четко представлять себе, какие задачи стоят перед спортсменами и соответственно этому подбирать ВУ. Подвижные игры можно сгруппировать: по степени сложности, по содержанию, по видам используемых средств, по преимущественно развиваемым двигательным качествам, по преимущественному влиянию на психические и морально-волевые качества, по форме организации учебно-тренировочных занятий, по способам соперничества в игре (без соперничества, ограниченное взаимодействие, непосредственная борьба), с учетом сезонных, погодных условий и места проведения.

Подвижные игры как способ, так и метод проведения имеют множество преимуществ перед традиционным проведением учебно-тренировочных занятий. К ним можно отнести: возможность выполнения заданий на свежем воздухе, в условиях природной среды; устранение монотонности проведения, эмоциональная насыщенность занятий; выполнение большего объема нагрузки вопреки стандартному многократному повторению упражнений, которое вызывает нервное истощение; возможность регулировать интенсивность нагрузки путем рационально подобранных ВУ; противо-

действие утомлению, психоэмоциональная разрядка, снятие нервного напряжения; формирование коллективизма, товарищеских взаимоотношений в команде, ответственности перед коллективом за свои действия.

К подвижным играм для спортсменов можно отнести также такие, в которых изначально заложены элементы соревновательной деятельности, например, бег с поворотами на скорость, выполнение серии бросков предметов в цель на точность или акробатических элементов с длительным удержанием равновесия и др.

Особенности использования специально-подготовительных упражнений в разных видах спорта

Как уже упоминалось, основные средства в системе подготовки спортсменов условно подразделяются на группы: общеподготовительные, вспомогательные, специально-подготовительные (СПУ) и соревновательные.

К СПУ принято относить средства, включающие отдельные элементы соревновательной деятельности, которые сходны по форме, структуре и характеру работы нервно-мышечного аппарата, а также деятельности функциональных систем организма с основным соревновательным упражнением, в котором специализируется спортсмен.

В контексте данной проблемы хотелось подчеркнуть, что к числу СПУ можно отнести как отдельные элементы, связки, комбинации и части соревновательного упражнения, так и различные двигательные действия, которые воспроизводят форму соревновательных упражнений, а также выполнены в облегченных или, наоборот, усложненных условиях (например, упражнения на батуте — для гимнастов, акробатов и прыгунов в воду, упражнения на роликовых коньках — для фигуристов и др.). Однако следует отметить, что подбор СПУ в конкретном виде спорта будет прежде всего определяться спецификой избранной спортивной деятельности. Поэтому, тренеру очень важно из огромного арсенала предлагаемых упражнений выбрать такие, которые должны обеспечивать более напряженный режим работы отдельных систем организма, превышающий существующие параметры соревновательного упражнения. Но при этом СПУ не должны дублировать собственно соревновательное упражнение. Их главная задача заключается в обеспечении высокой эффективности соревновательных действий.

В связи с этим разработанные и описанные выше классификации могут оказать существенную помощь тренерам в подборе необходимых СПУ, часть из которых может использоваться в качестве подводящих, имитационных или подготовительных.

Подводящие упражнения имеют более простую, по сравнению с соревновательными действиями, форму и структуру, но должны воспроизводить пространственно-временные и динамические параметры соревновательного упражнения.

Имитационные упражнения соответствуют соревновательным по внешней форме или кинематической структуре, но часто выполняются в облегченных условиях (например, упражнения на широком или низком бревне в спортивной гимнастике или бег вниз по наклонной дорожке в легкой атлетике).

Подготовительные упражнения помогают обучению, выполнению и совершенствованию отдельных соревновательных действий, иногда за счет расчленения их на составляющие части (например, разбег, разбег и отталкивание, приземление и т. д.).

Главной особенностью СПУ, которая лимитирует их выбор и использование, является внешнее и внутреннее сходство с упражнениями избранной специализации спортсмена. Вместе с тем, детально рассматривая разработанные классификации ОПУ и ВУ, всегда можно остановить свой выбор на средствах, которые могут оказывать и специально-подготовительное действие применительно к избранному виду спорта. Главное условие выбора — это соответствие кинематических и динамических параметров выполнения, а также проявляемых двигательных качеств и координационных способностей соревновательному упражнению.

В первой классификации ОПУ, выполненной согласно анатомо-физиологическому признаку, приведены группы упражнений, позволяющих воздействовать на разные мышечные группы и части тела, включающие всевозможные движения в разных суставах, выполненные в статическом, динамическом, изометрическом или смешанном режиме работы мышц, по-разному влияющие на системы организма и т. д. Поэтому, исходя из особенностей вида спорта, тренер всегда может выбрать предложенные упражнения, которые по характеру работы нервно-мышечного аппарата или по функционированию основных энергетических систем будут соответствовать соревновательному действию спортсмена.

В следующей классификации, в основу которой положен признак формы и способа выполнения движений, предложены ОПУ, позволяющие разграничить упражнения в зависимости от их направления, формы, характера, амплитуды, структуры, вида и сложности. Принцип действия данной классификации заключается в демонстрации уникальных возможностей физических упражнений, которые могут при определенных условиях видоизменяться и служить разным задачам учебно-тренировочного процесса. Так, в качестве СПУ для обучения опорному прыжку в гимнастике, следует выбрать такие упражнения, которые **по характеру** будут выполняться махом, напряженно и с ускорением, с большой амплитудой, **по виду** — движения должны быть вращательного или смешанного характера, **по структуре** — ациклические и **по сложности выполнения** — сложные и соединенные.

Особого внимания в плане использования СПУ заслуживает следующая классификация — по избирательному или преимущественному развитию двигательных качеств. Тренеру необходимо постоянно совершенствовать двигательную подготовку спортсмена для создания базы, которая позволит его подопечному овладеть стабильной, надежной и эффективной техникой и тактикой. Независимо от вида спортивной деятельности все двигательные качества, в том числе сохранение статокINETической устойчивости, чувство ритма, ориентирование в пространстве, координация движений, оценка и регуляция динамических и пространственно-временных параметров движений проявляются в сложном взаимодействии. В конкретных ситуациях одни двигательные качества играют ведущую роль, другие — вспомогательную. Известно, что достижение мастерства в каждом конкретном виде спорта лимитировано уровнем развития приоритетных двигательных качеств. Например, в художественной гимнастике особое значение уделяется развитию активной и пассивной гибкости. В этом случае тренеру следует акцентировать свое внимание на выполнении СПУ вида спорта (например, махи, прыжки, равновесия, наклоны), в которых имеют место: 1) повторные пружинные движения с постепенным увеличением амплитуды; 2) задержка в положении максимальной амплитуды; 3) расслабления мышц в положении максимальной амплитуды; 4) маховые движения с постепенным увеличением амплитуды; 5) плавные движения с большой амплитудой.

Еще одна представленная классификация ОПУ (в зависимости от методики проведения) свидетельствует о многообразии физических упражнений, которые могут выполнять совершенно иные функции, воздействовать на разные мышечные группы, развивать различные двигательные качества и т. д. Эти изменения касаются исходного положения, способа организации или размещения

группы, методов и форм проведения, использования традиционных и нетрадиционных предметов, снарядов и оборудования, а также среды проведения и способов подсчета. От умелого использования методов и методических приемов выполнения физических упражнений часто зависит не только успех тренировочной деятельности, но и желание спортсменов выполнять нагрузки. Например, тренеру необходимо изменить и. п. при выполнении подтягиваний таким образом, чтобы развить силу мышц пальцев рук скалолазов. В этом случае СПУ для таких спортсменов будут включать подтягивания, выполненные на четырех, трех и одном пальце. В художественной гимнастике нашли свое отражение использование нетрадиционных асимметрично утяжеленных предметов, способствующих совершенствованию точности выполнения бросков и ловли предметов. В плавании, водном поло и артистическом плавании широко используют СПУ в водной среде.

Использование классификаций вспомогательных упражнений даст возможность применять предложенные традиционные, а особенно инновационные средства в качестве СПУ. Учитывая тенденции современного спорта, широкое использование инноваций позволяет целенаправленно развивать двигательные качества, совершенствовать технику в избранном виде спортивной деятельности, корректировать недостатки физического развития спортсменов, а самое главное, избегать шаблонов, монотонности и однообразия больших тренировочных нагрузок, которые оказываются губительными для сегодняшнего спорта.

Физические упражнения, которые описаны в классификации как ВУ, могут использоваться в качестве СПУ при условии структурного сходства с соревновательными действиями. В качестве примера можно привести выполнение разных видов ходьбы, бега и других видов передвижений, которые в гимнастических видах спорта используются как СПУ в несколько измененном виде в разделе подготовки «Элементы свободной пластики». Различные виды равновесий и упражнения для развития вестибулярной устойчивости, которые можно отнести к ВУ в тяжелой атлетике, плавании, лыжных гонках и др., являются СПУ в спортивной гимнастике, акробатике, прыжках на лыжах с трамплина и др.

Таким образом, все вышесказанное еще раз подчеркивает: огромное количество и разнообразие физических упражнений, которые при определенных условиях, знаниях и опыте тренера могут служить разным целям и использоваться в учебно-тренировочном процессе для решения разных педагогических задач.

Особенности использования соревновательных упражнений в разных видах спорта

К соревновательным упражнениям относятся целостные двигательные действия или комплекс движений, которые являются предметом спортивной специализации и выполняются в соответствии с правилами соревнований.

Значение соревновательных упражнений в подготовке спортсмена трудно переоценить. Они являются единственным и самым главным средством, которое позволяет воспроизвести всю многогранность специфических требований, предъявляемых к спортсмену избранным видом спорта. Соревновательные упражнения кроме того стимулируют развитие специальной тренированности, способствуют проявлению комплекса морально-волевых качеств, являются наилучшим средством проверки уровня подготовленности спортсмена. Соревновательные упражнения невозможно заменить никакими другими физическими упражнениями.

Соревновательные упражнения принято подразделять на **собственно соревновательные и их тренировочные формы**. Первые представляют собой аналог соревновательной деятельности спортсмена в условиях официальных соревнований. Тренировочные формы соревновательных упражнений могут отличаться от первых продолжительностью выполнения, характером соперничества, допустимыми вариантами действий или приемов. Например, к тренировочным формам можно отнести: прохождение соревновательной дистанции на время в легкой атлетике или конькобежном спорте, выполнение соревновательного упражнения на оценку в гимнастике или акробатике, многократное выполнение отдельных технических действий в спортивных играх, борьба с более сильным соперником в вольной борьбе или дзюдо на учебно-тренировочных занятиях.

Как уже говорилось, собственно соревновательные упражнения, а также их тренировочные формы будут определяться видом спорта, а также лимитироваться правилами соревнований, которые в этом виде приняты. Вместе с тем отдельные способы использования физических упражнений, которые приведены в классификациях ОПУ и ВУ, можно найти и в этом случае, особенно если говорить о тренировочных формах соревновательных упражнений.

Завершая эту главу, хотелось бы еще раз подчеркнуть, что разделение средств спортивной тренировки на ОПУ, ВУ, СПУ и соревновательные упражнения весьма условно. Поэтому в одних случаях одни и те же средства могут служить ОПУ или ВУ, в других выступать в качестве СПУ или соревновательных. Средства спортивной тренировки направлены на совершенствование мастерства спортсменов, а их состав зависит прежде всего от особенностей конкретного вида спорта, являющегося предметом спортивной специализации.

Спортивно-педагогические и биологические основы развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов

ЧАСТЬ III

- Глава 6.** Теория адаптации в системе знаний в области физической подготовки спортсменов
- Глава 7.** Адаптация скелетно-мышечной системы
- Глава 8.** Адаптация систем энергообеспечения мышечной деятельности
- Глава 9.** Тренировочные и соревновательные нагрузки
- Глава 10.** Нагрузки, утомление, восстановление, суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект
- Глава 11.** Нервная система в управлении движениями и двигательными действиями
- Глава 12.** Возрастное развитие человека и особенности физической подготовки
- Глава 13.** Гендерные и половые различия и их влияние на процесс физической подготовки

ТЕОРИЯ АДАПТАЦИИ В СИСТЕМЕ ЗНАНИЙ В ОБЛАСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Эффективность процесса развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов в целом в значительной мере зависит от знаний, накопленных в теории адаптации и ряде её приложений в различных областях. Эти знания позволяют упорядочить представления в области теории и практики развития двигательных качеств, увязать процесс физической подготовки спортсменов с базовыми закономерностями развития адаптационных реакции под влиянием тренировочных и соревновательных нагрузок и ряда факторов внешней среды.

Целостность использования материала теории адаптации в спортивной подготовке в значительной степени обусловлена тем, что развитие эмпирической основы теории адаптации во многом связано со спортом «сферой человеческой деятельности, в которой функциональные системы организма работают в режиме предельно возможных реакций». Это предопределило возможность многих положений теории адаптации и теории подготовки спортсменов.

С одной стороны, современная теория и методика спортивной подготовки во многих своих разделах опирается на закономерности и принципы, разработанные теорией адаптации. Особенно важны возможности теории адаптации для развития знаний, связанных с методикой развития двигательных качеств спортсменов, повышением возможностей различных функциональных систем, оптимизацией структурных элементов процесса подготовки. С другой стороны, многочисленные исследования адаптации организма спортсменов к разнообразным факторам тренировочных возможностей и соревновательной деятельности постепенно расширяют и углубляют эмпирическую основу теории адаптации, приводят к возникновению новых идей и перспективных гипотез, а ряд закономерностей теории спортивной подготовки способствуют уточнению и расширению базовых положений теории адаптации.

Рассматривая адаптацию как приспособление всего живого к условиям окружающей среды, выделяют два её вида — генетическую и фенотипическую.

Виды адаптации

Генотипическая адаптация, лежащая в основе эволюции, представляет собой процесс приспособления к условиям среды популяций (совокупности особей одного вида) путем наследственных изменений и естественного отбора. Генотипическая адаптация положена в основу эволюционного учения — совокупности представлений о механизмах и закономерностях исторических изменений в живой природе. **Фенотипическая адаптация** — приспособительный процесс, развивающийся у отдельной особи в течение жизни в ответ на воздействия различных факторов внешней среды. Понятно, что именно этот вид адаптации является предметом многочисленных исследований, проводящихся в последние десятилетия в теории и методике спорта, спортивной физиологии и морфологии, биохимии и биомеханике, психологии и медицине.

При определении адаптации следует учитывать, что она понимается и как процесс, и как результат:

- адаптация используется для обозначения процесса, при котором организм приспособляется к факторам внешней или внутренней среды;
- адаптация применяется для обозначения относительного равновесия, которое устанавливается между организмом и средой;
- под адаптацией понимается результат приспособительного процесса.

Следует, однако, согласиться с Л. П. Матвеевым (1999), отмечавшим, что неоднозначные определения понятия «адаптация», несмотря на то что они нашли широкое распространение в научной литературе, затрудняют смысловую определенность при изучении материала, относящегося к данной области знаний; было бы точнее использовать термин «адаптация» для обозначения процесса приспособления, результат приспособления следовало бы обозначить производным термином «адаптированность».

Понятие «адаптация» тесно связано с понятием «стресс» — неспецифической реакцией организма на действие любого достаточно сильного раздражителя. В спорте стресс преимущественно вызывается значительными и большими тренировочными и соревновательными нагрузками, высокой ответственностью, неожиданностью и опасностью ситуаций и др.

Теория стресса была разработана канадским физиологом Гансом Селье (Селье, 1979), который показал, что при воздействии на организм стрессового раздражителя возможны реакции двух видов: 1) если возбудитель слишком силен или действует слишком долго, наступает заключительная фаза стресс синдрома — истощение; 2) если раздражитель не превышает приспособительных резервов организма, происходит мобилизация и перераспределение энергетических и структурных ресурсов организма, активизируются процессы специфической адаптации (Селье, 1982).

В спортивной тренировке и соревновательной деятельности спортсменов **реакция первого вида** отмечается при планировании чрезмерных нагрузок, не соответствующих их возможностям, многократном выступлении в напряженных соревнованиях, отличающихся большой продолжительностью и исключительно острой конкуренцией. **Реакция второго вида** является основной, стимулирующей формирование адаптации, лежащей в основе планомерного спортивного совершенствования.

Исключительно большое значение для понимания закономерностей, лежащих в основе периодизации спортивной тренировки, имеет утверждение Г. Селье, согласно которому «Способность к адаптации не безгранична. Наши запасы адаптационной энергии сравнимы с унаследованным богатством: можно брать со своего счёта, но нельзя делать дополнительные вклады. Можно безрассудно расточать и проматывать способность к адаптации, «жечь свечу с обоих концов», а можно научиться растягивать запас надолго, расходуя его мудро и бережливо, с наибольшей пользой и наименьшим дистрессом».

Важным для спортивной тренировки элементом теории стресса явился также экспериментально доказанный Г. Селье факт, согласно которому адаптационная энергия перераспределяется в соответствии с силой того или иного раздражителя, повышая устойчивость к действию одних факторов и в то же время снижая сопротивляемость к действию других (Селье, 1960).

Не менее важным является утверждение Г. Селье, согласно которому «Каждое предъявленное организму требование в каком-то смысле своеобразно, или специфично... Мышечное усилие, например, бег вверх по лестнице с максимальной скоростью, предъявляет повышенные требования к мускулатуре и сердечно-сосудистой системе. Мышцы нуждаются в дополнительном источнике энергии для такой необычной работы, поэтому сердцебиение становится чаще и сильнее, повышенное кровяное давление расширяет сосуды и улучшается кровоснабжение мышц. Специфичны реакции на холод или тепло, лекарственные вещества и гормоны. Однако независимо от того, какого рода изменения в организме вызывают различные агенты, их влияние имеет и много общего. Они требуют перестройки. Это требование неспецифично, оно проявляется в адаптации к возникшей трудности, какова бы она ни была.

Другими словами, кроме специфического эффекта, все воздействующие на нас агенты вызывают также и неспецифическую потребность осуществить приспособительные реакции и тем самым восстановить нормальное состояние. Эти функции независимы от специфического воздействия. Неспецифические требования, предъявляемые воздействием как таковым, — это и есть сущность стресса».

Факторы, вызывающие стресс — стрессоры, — как отмечал Г. Селье, различны, но они запускают в ход одинаковую в сущности биологическую реакцию стресса.

Применительно к спортивной подготовке следует различать разные виды адаптации. **Срочная адаптация** — реакция организма спортсменов на кратковременные раздражители различного типа, связанные с выполнением тренировочных и соревновательных упражнений, программ тренировочных занятий, возникновением неожиданных ситуаций в тренировочной и соревновательной деятельности и др. **Долговременная адаптация** — устойчивое изменение в организме спортсменов структурного и функционального характера, развивающееся под влиянием длительного применения тренировочных и соревновательных нагрузок в многолетней и годичной подготовке.

Целесообразно выделить и такое понятие, как **сверхадаптация** — состояние наивысших функциональных возможностей, формирующееся на основе долговременных адаптационных реакций под воздействием непродолжительного периода тренировки (обычно от двух до четырех недель) с исключительно высокой суммарной нагрузкой (сверхнагрузкой). Такая нагрузка обычно на 15–25 % превышает нагрузку, перенесенную спортсменом в наиболее напряженные периоды предшествовавшей тренировки, и планируется на этапе непосредственной подготовки к главным соревнованиям исключительно спортсменов высшей квалификации. Назначение сверхнагрузки — создание стимула для формирования отставленного тренировочного эффекта в виде адаптационного скачка как основы для демонстрации наивысшей готовности к стартам (Платонов, 2013).

Адаптация, которая является результатом рационально построенной по общей структуре и содержанию подготовки представляется как **адекватная**, т. е. соответствующая требованиям вида спорта, задачам этапа подготовки. Такая адаптация является основной спортивной результативности и последующей подготовки. **Неадекватная** адаптация, развивающаяся в результате нарушения принципов спортивной подготовки, неизбежно приводит к изменениям в организме, ограничивающим спортивную результативность, приводящую к развитию приспособительных реакций, не со-

ответствующих специфике вида спорта и вида соревнований, этапу подготовки, индивидуальным особенностям спортсменов и др.

Процессы адаптации органично связаны с процессами переадаптации, деадаптации и реадаптации.

Переадаптация — следствие чрезмерных или нерационально спланированных нагрузок, проявляющееся в истощении и изнашивании функциональных систем, подвергнутых неадекватным нагрузкам.

Деадаптация — возвращение организма спортсмена к исходному уровню в результате прекращения тренировки, изменения её направленности, резкого снижения нагрузки.

Рееадаптация — процесс обратного структурного и функционального приспособления организма спортсмена, восстановление утраченных вследствие деадаптации возможностей.

В последние годы в специальной литературе, относящейся преимущественно к психиатрии, получил распространение термин «**дезадаптация**», обозначающий нарушение процессов взаимодействия человека с окружающей средой, механизмов психического приспособления при действии острого или хронического стресса. Спорт как сфера деятельности, связанная с экстремальными ситуациями, огромными физическими и психическими нагрузками, острейшей конкуренцией внутри тренировочных групп, команд, а также в соревнованиях, является средой, в которой риск дезадаптации конкретного человека исключительно велик. Для дезадаптации характерны невротические и психопатические проявления, основу которых, как правило, составляет конфликт. Под его влиянием постепенно формируются неадекватные реакции на условия среды, т. е. на характерные для спорта многочисленные провоцирующие факторы — тяжелые, часто мучительные нагрузки, острая конкуренция, жесткие требования тренера, травмы, сложности в сочетании занятий спортом с учебной, полноценной личной жизнью и др.

В этой связи перед любым коллективом, особенно на уровне спорта высших достижений, остро стоит проблема психосоциальной адаптации, взаимодействия личности и социальной среды, поведения в сфере общественных и межличностных отношений. Адаптация к окружающей социальной среде является необходимым условием для эффективной напряжённой тренировочной и соревновательной деятельности, особенно в командных видах спорта и видах соревнований. Атмосфера взаимного движения, сотрудничества, доброжелательности, взаимопомощи создаёт условия для создания социальной среды, в которой органично сочетаются интересы каждого члена и коллектива, состоящего из многих людей — спортсменов, тренеров, врачей, учёных, массажистов, административного персонала и др.

Противоположное состояние, которое можно обозначить как дезадаптированность, является следствием неадекватных поведенческих реакций (неуважение, оскорбление, агрессия, несправедливость и др.) и может проявиться как в отношении отдельных представителей коллектива, так и всей группы, что неизбежно создаёт неприемлемую среду для полноценной и результативной деятельности.

Нагрузки в спорте и адаптация

Не существует видов профессиональной деятельности, которые по своему воздействию на организм человека и тренирующему эффекту могли бы сравниться с тренировочными и соревновательными нагрузками современного спорта. Тяжёлый физический труд, усугублённый экстремальными климатическими условиями и факторами окружающей среды, не способен вызвать в организме человека

такие адаптационные перестройки, которые наблюдаются у спортсменов высокой квалификации. Это касается даже многочасового ежедневного труда лесорубов в тропиках, сельскохозяйственных рабочих на высоте 3000–4000 м над уровнем моря, шерпов в Гималаях, рикш в странах Азии. Никто из лиц с таким характером профессиональной деятельности по особенностям адаптационных перестроек сердечно-сосудистой и дыхательной систем не может сравниться с бегунами на длинные дистанции, велогонщиками-шоссейниками, лыжниками и спортсменами, специализирующимися в других видах спорта, связанных с проявлением выносливости (Hollmann, Hettinger, 1980). У водолазов — представителей профессии, предъявляющей исключительно высокие требования к кислородтранспортной системе, масса левого желудочка составляет 142 г, толщина стенок — 8,7 мм, внутренний диаметр — 50 мм. У спортсменов высокого класса, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, эти показатели достигают соответственно 330 г, 11 — 14 мм и 56–59 мм (Pelliccia et al., 1991).

Объясняется это просто: интенсивность самого напряженного ежедневного многочасового физического труда, даже усугубленная тяжелыми условиями внешней среды (жаркий климат, высокогорье), является значительно более низкой по сравнению с интенсивностью тренировочной работы, а экстремальные условия соревновательной деятельности не имеют аналогов в других видах деятельности, исключая отдельные случаи, связанные с борьбой человека за жизнь.

Проявления адаптации в спорте исключительно многообразны. Спортсменам приходится на протяжении многих лет переносить огромные по объёму и интенсивности тренировочные и соревновательные нагрузки, требующие ежедневного 5–6-часового, а в ряде случаев 8–10-часового напряженного труда с энерготратами, часто в 3–4 и более раз превышающими необходимые для обычной жизни. Спортсмен сталкивается с необходимостью адаптироваться к разнообразным двигательным действиям высокой координационной сложности, требующим максимальной мобилизации различных двигательных качеств — скоростных, гибкости, координационных способностей, силы, выносливости. Во многих случаях тренировка сопровождается глубоким утомлением, вызывающим тяжёлое, часто исключительно мучительное чувство усталости (Платонов, 2021).

Соревнования, особенно главные (Олимпийские игры, чемпионаты мира, крупнейшие региональные соревнования), связаны не только с предельными физическими нагрузками, но и с наличием дополнительных экстремальных условий — жесткая конкуренция, повышенная ответственность, непривычные бытовые, климатические и погодные условия, поведение болельщиков и др.

В качестве примера соревновательной сверхнагрузки приведём типичный материал одной из последних шоссейных велогонок «Тур де Франс»:

- общая протяженность гонки — 3400 км (21 этап), 2/3 этапов — 180–230 км (4,5–5,5 ч); общая продолжительность 85 ч, средняя скорость — 40 км·ч⁻¹;
- нагрузка на сердце одного этапа: сердечный выброс — 20–30 и более л·мин⁻¹, в 5–7 раз выше объёма покоя; сердечный выброс в течение часа — 1300–1500 л; сердечный выброс в течение этапа — 7000–8000 л.

Эта нагрузка одного соревновательного дня. В течение года 110–120 соревновательных дней с общим объёмом работы до 20 тыс. км. К этому добавляется тренировочный объём 200–210 дней и около 20 тыс. км. Спортсмены готовятся к перенесению таких нагрузок в течение 8–10 лет, а выдерживают их ещё в течение 15–20 и более лет.

Аналогичная ситуация и во многих других видах спорта (лёгкая атлетика, лыжные гонки, биатлон, теннис и др.), отличающихся исключительно плотным соревновательным календарём и множеством ответственных стартов в течение 6–10 месяцев каждого года.

Тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта сопровождаются и другими экстремальными факторами, воздействие которых на организм спортсменов высокой квалификации приобрело относительно регулярный характер. Речь идет о тренировке и соревнованиях в условиях среднегорья и высокогорья, жары и холода, а также о дальних перелетах, часто с преодолением 7–8 часовых поясов и более.

Все эти условия накладывают существенный отпечаток на содержание тренировочной и соревновательной деятельности, резко расширяют спектр необходимых реакций адаптации и усложняют процесс построения подготовки спортсменов.

Многоступенчатость и вариативность адаптации в спорте

Особенностью адаптации в спорте, в отличие от многих других сфер человеческой деятельности, характеризующихся необходимостью приспособления к экстремальным условиям, является многоступенчатость адаптации к усложняющимся условиям внешней среды. Очередной этап многолетнего спортивного совершенствования, тренировочный год или отдельный макроцикл, любые соревнования всевозрастающего масштаба ставят спортсмена перед неизбежностью очередного адаптационного скачка, диалектического отрицания ранее достигнутого уровня адаптационных реакций (Платонов, 2015).

В течение спортивной карьеры отмечается большое количество таких ступеней. Достаточно сказать, что в структуре многолетней подготовки спортсменов выделяют семь этапов, охватывающих временной промежуток от 10–12 до 20–30 лет и более. У квалифицированных спортсменов каждый год может включать от одного до четырех-семи и более самостоятельных структур — мезоциклов или макроциклов, каждая из которых завершается ответственными соревнованиями, требует специальной подготовки к ним и, естественно, нового (по отношению к предыдущим соревнованиям) уровня адаптации.

В некоторых видах человеческой деятельности, связанных с приспособлением к экстремальным условиям (адаптация к невесомости при длительных космических полетах, к жизни в географических зонах со сложными климатическими условиями и др.), завершение основных адаптационных реакций связано с установлением нового режима функционирования основных систем организма и окончанием формирования нового уровня гомеостаза, который при отсутствии сильных раздражителей сохраняется длительное время. На этом адаптация заканчивается либо переходит в деадаптацию (при возвращении на Землю из долговременного космического полета, переезде в привычную географическую зону и др.).

Необходимость достижений, дополнительного развития и сохранения высокого уровня адаптации, обеспечивающей высокую соревновательную активность и результативность в течение 8–10 месяцев года характера для второй стадии многолетней подготовки спортсменов, отличающейся сложно спецификой. Высочайший уровень приспособления функциональных систем организма спортсменов в ответ на продолжительные, интенсивные и разнообразные раздражители может быть поддержан лишь при наличии напряженных поддерживающих нагрузок. И здесь возникает проблема поиска такой системы нагрузок, которая обеспечила бы поддержание достигнутого уровня адаптации и одновременно не вызвала бы истощения и изнашивания структур организма, ответственных за адаптацию. Феногенетические особенности конкретных индивидуумов далеко не всегда позволяют решить эту задачу лишь путем удержания достигнутого уровня адаптации. Возникает

сложнейшая проблема поиска методических решений, которые позволили бы сохранить высокий конечный результат при угасании одних компонентов адаптации за счёт сохранившихся резервов в совершенствовании других (Платонов, 2015).

Особой проблемой адаптации в спорте является развитие у спортсменов адекватных приспособительных реакций в условиях значительной вариативности соревновательной деятельности. Например, необходимость сохранения результата деятельности (поддержания заданной скорости на дистанции) при прогрессирующем развитии утомления, часто достигающем тяжелых форм при больших отклонениях параметров гомеостаза организма спортсмена, связана с формированием специфических и исключительно подвижных адаптационных реакций, проявляющихся в существенных колебаниях основных параметров внутренней среды организма, структуры движений и психических проявлений, обеспечивающих в конечном счёте эффективное решение двигательной задачи.

Одной из тенденций современного спорта является возрастание роли одаренности, ярких индивидуальных особенностей спортсмена как фактора, определяющего перспективность, способность к достижению действительно выдающихся результатов. Структура функциональной подготовленности и технического мастерства выдающихся спортсменов является отражением в высшей степени эффективной фенотипической адаптации, опирающейся, с одной стороны, на генетически детерминированные задатки конкретного спортсмена, а с другой, — на современную методику спортивной подготовки. Например, бегуны-спринтеры высокого класса, демонстрирующие результаты одного уровня, нередко существенно отличаются друг от друга по важнейшим динамическим и кинематическим характеристикам техники, уровню развития важнейших двигательных качеств, возможностям систем энергообеспечения, особенностям психики и др. еще большие различия характерны для спортсменов, специализирующихся в легкоатлетических многоборьях, единоборствах и спортивных играх.

Формирование функциональных систем и реакции адаптации

Закономерности развития адаптации у спортсменов в процессе тренировки теснейшим образом переплетаются с закономерностями формирования функциональных систем в том их представлении, которое вытекает из работ известного российского физиолога П. К. Анохина и поддержано многими специалистами в области спорта (Платонов, 1997, 2004; Lloyd et al., 2001; Hottenrott, Neumann, 2010; Brewer, 2017; и др.). Работы П. К. Анохина по теории функциональных систем опираются на результаты исследований А. А. Ухтомского (1876—1942), выраженные в его учении о доминанте — временно господствующем очаге возбуждения в центральной нервной системе, создающем скрытую готовность организма к определенной деятельности при одновременном торможении других рефлекторных актов. Доминанта объединяет нервные центры и исполнительные органы на реализацию конкретных поведенческих реакций человека. Доминантная система, по мнению А. А. Ухтомского, принципиально отличается от представлений об анатомо-физиологических системах, к которым относятся системы кровообращения, дыхания, пищеварения и др. Под ней понимается весь комплекс нейрогуморальных и исполнительных компонентов, принадлежащих к различным анатомо-физиологическим системам и объединённых в полностью связанную систему, действующую как механизм с однозначным действием.

Развивая эту концепцию, П. К. Анохин отмечал (1975), что «под функциональной системой понимается такая динамическая организация структур и процессов организма, которая вовлекает

эти компоненты независимо от их анатомической, тканевой и физиологической определенности. Единственным критерием вовлечения тех или иных компонентов в систему является их способность содействовать получению конечного приспособительного результата, характерного для данной системы». Примерно такую же формулировку применительно к спорту дают Д. Ллойд с соавт. (Lloyd et al., 2001): «комплексная биологическая система представляет собой ансамбль взаимосвязанных элементов и процессов, обеспечивающих самоорганизованное поведение, приводящее к достижению заданного результата».

Принципиальной особенностью функциональной системы является то, что результат действия этой системы органически влияет как на ход её формирования, так и на все последующие реорганизации. Нацеленность системы на достижение определенного конечного результата делает недостаточным понятие «взаимодействие компонентов», которое приобретает характер их «взаимосодействия», направленного на достижение конкретного результата. Взаимосодействие компонентов системы достигается тем, что каждый из них в результате повышения эффективности нейрорегуляции освобождается от избыточных степеней свободы и объединяется с другими компонентами только на основе тех степеней свободы, которые вместе содействуют получению заданного конечного результата (Анохин, 1975).

Такое представление о функциональной системе является исключительно продуктивным для спортивной подготовки, которая всем своим содержанием ориентирована на достижение заданного конечного результата. Например, применительно к плаванию это проявляется в необходимости формирования и совершенствования функциональных систем, обеспечивающих высокий конечный результат при прохождении дистанций различной протяженности или выполнении важнейших элементов их структуры — старта, поворота, подводных отрезков дистанции, отрезков дистанции, преодолеваемых на поверхности воды, финиша. Вполне естественно, что структура функциональных систем и значимость её отдельных элементов будут принципиально различаться для коротких, средних и длинных дистанций.

Функциональная система, образуемая в ответ на любую физическую нагрузку, включает в себя три звена: афферентное, центральное регуляторное и эффекторное (Бернштейн, 1991; Schmidt et al., 2019). Афферентное звено функциональной системы объединяет рецепторы, нейроны, афферентные нервные клетки в центральной нервной системе. Все эти образования воспринимают раздражения из внешней среды, реакции самого организма, обрабатывают полученную информацию, т. е. осуществляют так называемый афферентный синтез, являющийся стимулом, пусковым элементом адаптации. В зависимости от характера, величины, направленности, координационной сложности нагрузок афферентный синтез, базирующийся на сложном взаимодействии мотивации, памяти, обстановочной и пусковой информации, протекает достаточно просто, что облегчает формирование функциональной системы, или более или менее сложно, что затрудняет образование такой системы. Афферентный синтез происходит не только перед началом двигательной деятельности, но и при выполнении самого движения. В этом синтезе в процессе движения важнейшая роль принадлежит сенсорным коррекциям, которые осуществляются благодаря информации, поступающей от мышц и внутренних органов. Афферентные импульсы с рецепторов — основное условие образования адаптивной функциональной системы, второе условие формирования такой системы — внешние сенсорные влияния, информирующие о положении частей тела и изменениях в окружающей обстановке.

Центральное регуляторное звено функциональной системы представлено нейрогенными и гуморальными процессами управления адаптивными реакциями. В ответ на афферентные сигналы

нейрогенная часть звена включает двигательную реакцию и мобилизует вегетативные системы на основе рефлекторного принципа регуляции функций. Аfferентная импульсация от рецепторов вызывает в коре большого мозга возбуждающие и тормозные процессы, которые формируют функциональную адаптивную систему. В адаптированном организме нейрогенная часть звена быстро и четко реагирует на аfferентную импульсацию соответствующей мышечной активностью и мобилизацией вегетативных функций. В неадаптированном организме такого совершенства нет, мышечное движение будет выполнено приблизительно, а вегетативное обеспечение окажется недостаточным. При поступлении сигнала о физической нагрузке одновременно с описанными выше изменениями происходит нейрогенная активация гуморальной части центрального регуляторного звена, ответственного за управление адаптационным процессом. Функциональное значение гуморальных реакций (усиленное высвобождение гормонов, ферментов и медиаторов) определяется тем, что они путем воздействия на метаболизм органов и тканей обеспечивают более полноценную мобилизацию функциональной системы и её способность к длительной работе на повышенном уровне. Конкретными результатами гуморальных влияний являются активация деятельности мышечной и вегетативных систем, мобилизация углеводов и жиров из депо и их эффективное окисление, перераспределение энергоресурсов в органах и тканях, повышение синтеза нуклеиновых кислот и белков и др.

Эффекторное звено функциональной адаптивной системы включает в себя скелетные мышцы, органы дыхания, кровообращения, кровь и др. Воздействие физических нагрузок на уровне скелетных мышц характеризуется количеством активируемых моторных единиц; уровнем и характером биохимических процессов в мышечных клетках; особенностями кровоснабжения мышц, обеспечивающими приток кислорода, питательных веществ и удаление метаболитов.

Таким образом, увеличение силы, скорости и точности движений, работоспособности при их многократном выполнении в процессе долговременной адаптации достигается двумя основными процессами: формированием в центральной нервной системе механизма управления движениями и морфофункциональными изменениями — гипертрофией мышц, увеличением мощности систем аэробно-анаэробного энергообразования, возрастанием количества миоглобина и митохондрий, перераспределением кровотока и др. Формирование функциональной системы с вовлечением в этот процесс морфофункциональных структур организма составляет принципиальную основу долговременной адаптации к физическим нагрузкам и реализуется повышением эффективности деятельности различных органов и систем, а также организма в целом. Зная структуру и закономерности формирования функциональной системы, можно различными средствами эффективно влиять на отдельные её звенья, т. е. управлять адаптационным процессом (Платонов, 2004).

Первоначальный эффект любого раздражителя, требующий значительного повышения функциональных возможностей человека, состоит в возбуждении соответствующих аfferентных и моторных центров, мобилизации двигательного аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, механизмов энергообеспечения и др., которые в совокупности образуют единую функциональную систему, специфически ответственную за осуществление данного вида работы. Однако эффективность этой системы невелика: она не обладает ни достаточной мощностью, ни экономичностью, отдельные звенья её исчерпывают свои возможности даже при работе относительно небольшой интенсивности и продолжительности. Многократное использование раздражителей, приводящих к мобилизации системы, постепенно приводит к развитию долговременной адаптации. При этом главным системообразующим, формирующим её факто-

ром является результат действия системы. Информация о достигнутом адаптационном эффекте на основе обратной связи постоянно поступает в нервные центры, которые, в свою очередь, обеспечивают регуляцию деятельности исполнительных органов в направлении достижения эффективной долговременной адаптации (Солодков, Судзиловский, 1996).

В неадаптированном организме центральная «управляющая» система действует нерезультативно: координация движений является несовершенной, интенсивность и продолжительность работы недостаточны. Это связано, прежде всего, с несовершенством существующих межцентральных связей и недостаточным их количеством. В этом случае отмечается неэффективная импульсация, стимулирующая мышцы, которые должны быть вовлечены в работу, и мышцы-антагонисты. Одновременно наблюдается дискоординация в деятельности дыхания, кровообращения и мышц (Косилов, 1983; Platonov, 2002).

Систематическая тренировка приводит к расширению межцентральных связей всех моторных уровней мозга, развитию динамического стереотипа как слаженной уравновешенной системы нервных процессов, формирующейся по механизму условных рефлексов. При этом развитие стереотипа распространяется на вегетативные функции, т. е. образуется действенная система целостного регулирования выполнения соответствующей мышечной работы (Виноградов, 1983; Матвеев, 2010; Schmidt et al., 2019).

Адаптация центральной управляющей системы проявляется в автоматизации движений, при этом хорошо закрепленные двигательные навыки выполняются без контроля нервными центрами, что является проявлением экономизации. Накопление фонда условных рефлексов в процессе тренировки способствует расширению возможностей человека к экстраполяции в процессе выполнения сложных двигательных актов, т. е. к расширению возможностей центральной нервной системы мгновенно создавать алгоритмы моторных актов, необходимых для эффективного решения двигательных задач (Гавердовский, 2007; Schmidt et al., 2019).

При всем понимании роли центральной нервной системы в формировании функциональных систем, ориентированных на результативность конкретных действий, в большинстве исследований, выполненных на материале спорта высших достижений и ориентированных на анализ структуры и функционирования функциональных систем, внимание в основном концентрируется на особенностях мышечной активности и её энергообеспечении. Огромный материал накоплен в области исследования структуры мышечной ткани, особенностей мышечных волокон различного типа, их функционирования, адаптации к нагрузкам и т. д. Не меньшее внимание уделено вопросам, относящимся к роли, функционированию и адаптации кислородтранспортной системы и изучению многочисленных факторов, определяющих аэробную производительность. Велик объём знаний, относящихся к физиологическим и биохимическим аспектам функционирования анаэробных (алактатной и лактатной) систем энергообеспечения, их роли в обеспечении работоспособности и эффективности соревновательной деятельности спортсменов и т. д.

К сожалению, значительно меньшее внимание отведено изучению роли, функционированию, адаптационным перестройкам нервной системы, ответственной за регуляцию и координацию деятельности и адаптацию всех анатомо-физиологических систем. А здесь, как показывают исследования последних десятилетий, лежат серьёзные адаптационные резервы в развитии различных двигательных качеств — силовых, скоростных, координационных, ловкости, гибкости, выносливости, реализации функциональных возможностей организма спортсмена в соревновательной деятельности и др. (VanPutte et al., 2017; Brewer, 2017; Schmidt et al., 2019; Fomin, Collins, 2021).

Функциональные резервы и реакции адаптации

Понятие «адаптация» тесно связано с представлением о функциональных резервах, т. е. скрытых возможностях человеческого организма, которые могут быть реализованы в экстремальных условиях. Биологические резервы адаптации могут быть подразделены на клеточные, тканевые, органные, системные и резервы целостного организма. На уровне клеток резервы адаптации связаны с варьированием числа активно функционирующих структур из общего числа имеющихся и увеличением числа структур соответственно уровню требуемого от органа функционального напряжения. На более высоких уровнях функциональные резервы проявляются в снижении энергозатрат на единицу работы, повышении интенсивности и эффективности функционирования различных органов и систем организма. На уровне целостного организма резервы проявляются в возможностях осуществления целостных реакций, обеспечивающих решение двигательных задач разной сложности и адаптацию к экстремальным условиям окружающей среды (Мозжухин, Давиденко, 1984; Платонов, 2004; Kenney et al., 2019).

Для количественного выражения функциональных резервов определяют разность между максимально возможным уровнем активности отдельных органов и систем и уровнем, характерным для состояния относительного покоя. В таблице 6.1 приведены данные о функциональных резервах различных органов и систем организма лиц, не занимающихся спортом, и пловцов высокой квалификации, специализирующихся на дистанциях 400, 800 и 1500 м. Эти данные свидетельствуют об исключительно высоких (срочных и долговременных) адаптационных способностях организма спортсменов.

Следует однако отметить, что большинство материала, относящегося к долговременной адаптации, получено в результате продольных исследований с привлечением людей (в основном молодых мужчин), ведущих малоподвижный образ жизни и задействованных в реализации различных программ двигательной активности длительностью от нескольких дней до нескольких месяцев. Обусловлено это естественным нежеланием спортсменов принимать участие в каких-либо экспериментах, нарушающих процесс их подготовки (Gibala, Rakobowchuk, 2009). Сведения, относящиеся к долговременной адаптации спортсменов, преимущественно получены в результате поперечных исследований, в которых возможности спортсменов разного возраста, пола и спортивной специализации сопоставлялись с возможностями людей, не занимающихся спортом.

ТАБЛИЦА 6.1 – Функциональные резервы мужчин, не занимающихся спортом, и пловцов высокой квалификации

Показатель	Не занимающиеся спортом			Пловцы высокой квалификации		
	В покое	При предельной нагрузке	Сдвиги (количество раз)	В покое	При предельной нагрузке	Сдвиги (количество раз)
Объём сердца, мл	700	–	–	1100–1300	–	–
Систолический объём, мл	80	110	1,4	100	200	2,0
Сердечный выброс, л	5,6	19,3	3,5	4,6	39,9	8,7
Потребление кислорода, мл·кг·мин ⁻¹	4,5	45	10	3,8	70	18,4
Максимальная концентрация лактата, ммоль·л ⁻¹	1,0	8	8	1,0	22	22,0
ЧСС, уд·мин ⁻¹	70	175	2,5	45	210	4,7

Еще одной сложностью принципиального порядка является то, что многие экспериментальные данные и базирующиеся на них анализ, обобщение и рекомендации для спорта получены в результате исследований, проведенных на животных, а прямолинейно распространяются на спорт высших достижений, что вполне объяснимо желанием авторов приобщиться к этому популярному явлению, однако не имеет под собой серьезных оснований.

Нельзя обойти вниманием и то, что многие исследователи проявляют небрежность в выборе материала, стимулирующего развитие реакций адаптации. В многочисленных исследованиях, к сожалению, использовались ограниченные формы двигательной активности. В большей части случаев она сводилась к одному из видов: выносливость (работа на беговых дорожках или велоэргометрах с интенсивностью, определяемой в процентах $\dot{V}O_2\max$ (чаще всего 60–70 %), сила (двигательные действия (приседания, жим штанги лежа и т. п.) с преодолением сопротивления, выраженного в процентах максимально доступного), спринт (двигательная активность на уровне 90 % $\dot{V}O_2\max$) (Saltin, 1996; Gibala, Rakobowchuk, 2009).

Наряду с ограниченностью, а в отдельных случаях и нелогичностью (например, отнесение к спринту работы на уровне 90 % $\dot{V}O_2\max$), многие исследования проводились без учета исходного уровня подготовленности испытуемых и их индивидуальной предрасположенности к адаптации, с пренебрежением к четкой количественной оценке тренировочных программ (например, термин «краткосрочная тренировка» использовался в экспериментах, продолжавшихся от нескольких дней до нескольких месяцев) (Gibala, Rakobowchuk, 2009). Естественно, что все это вызывает трудности при обобщении литературного материала и нередко позволяет охарактеризовать не столько количественные проявления адаптации, сколько тенденции, присущие долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

Способность к реализации функциональных резервов организма спортсмена во многом обуславливается мотивацией. Психологическая настройка может привести к проявлению работоспособности, казалось бы, абсолютно не соответствующей возможностям спортсмена и предшествовавшему опыту. В этом отношении интересно сослаться на опыт некоторых американских тренеров, склонных к побуждению своих спортсменов к установлению различных рекордов при выполнении программ тренировочных занятий. Многие из этих рекордов действительно поражают воображение даже тех специалистов, которые склонны к применению больших объёмов работы и предельных тренировочных нагрузок. Например, тренер известного клуба Мишон Вьехо Нададорес в Калифорнии Билл Роуз однажды предложил своему 16-летнему ученику Хуану Веласу, специализировавшемуся в плавании баттерфляем, тренировочную серию 100 x 100 м в режиме 1 мин 30 с со средним результатом 1.10–1.12. Все спортсмены клуба и тренеры считали невозможным выполнение такой программы и со страхом следили за тем, как после разминки Велас в течение 2,5 ч выполнял эту программу. Спортсмен справился с задачей, показав средний результат на стометровых дистанциях — 1:10.2 при худшем результате 1:12.3 и лучшем (последнее повторение) — 1:5.1 (Rose, 2001).

Тренер Дик Шульберг, добившийся особенно высоких результатов при подготовке пловцов, специализирующихся в комплексном плавании (его ученики попадали в олимпийскую команду США на Играх семи Олимпиад), приводит примеры крайне напряженных тренировочных серий, выполнявшихся его ученицами, специализировавшимися в комплексном плавании. Например, одна из сильнейших американских спортсменок 1980-х годов. Сьюзен Хион (лучший результат на 400 м комплексное плавание 4:46.1) в 1983 г. выполняла серию 75 x 100 м вольным стилем в режиме 1 мин 30 с со средним результатом 1:10. Проплыв 75 отрезков, Сьюзен решила продолжить плавание и в конечном счёте преодолела еще 75 отрезков со стандартным результатом 1:10. На выполнение этой серии (15000 м — 150 x 100) спортсменка затратила 3 ч 45 мин.

Формирование срочной адаптации

В качестве примера срочной адаптации можно привести реакции организма спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к выносливости, на выполнение однократной относительно непродолжительной интенсивной физической нагрузки. Сразу после начала работы резко активизируется деятельность различных органов, систем и механизмов, определяющих работоспособность спортсмена, эффективность деятельности функциональной системы, ответственной за эффективное выполнение конкретной работы. В течение 1–2 мин ЧСС может возрасти до 190–220 уд·мин⁻¹, систолический объём — до 200 мл·уд⁻¹ и более, сердечный выброс — до 38–40 л·мин⁻¹, потребление кислорода — до 5–6 л·мин⁻¹ и более. Происходит резкое увеличение мышечного кровотока, в мышцах и крови спортсмена интенсивно накапливаются продукты мышечного метаболизма, истощаются запасы энергетических субстратов — креатинфосфата, мышечного гликогена.

Прекращение работы приводит в действие противоположные процессы срочной адаптации. В течение непродолжительного времени возвращаются к дорабочему уровню ЧСС, частота и глубина дыхания, легочная вентиляция, сердечный выброс, распределение кровотока, а также восстанавливаются запасы энергетических субстратов.

Срочные адаптационные реакции обусловлены величиной раздражителя, тренированностью спортсмена, его готовностью к выполнению конкретной работы, способностью функциональных систем организма спортсмена к эффективному восстановлению и др. и в целом достаточно быстро преходящи. Например, нормализация показателей после кратковременных упражнений может произойти за несколько десятков секунд, а может (например, после бега на марафонскую дистанцию) затянуться на несколько дней. Восстановительные процессы после программ тренировочных занятий с большими нагрузками, вызывающих явное утомление, истощение запасов мышечного гликогена, могут затянуться на 2–3 дня (Платонов, 1997).

Следует учесть, что формирование срочной адаптации применительно к определенным двигательным действиям, выраженное в целесообразных по величине и особенностям взаимодействия сдвигах параметров функциональных систем, не означает наличия устойчивой адаптации. Действительно, первоначальный эффект любой напряженной нагрузки состоит в возбуждении соответствующих афферентных и моторных центров, мобилизации деятельности мышц, органов кровообращения и дыхания, которые в совокупности образуют функциональную систему, ответственную за выполнение конкретной мышечной работы. Однако эффективность этой системы находится в строгом соответствии с имеющимся в данный момент её функциональным ресурсом, который ограничивает объём и интенсивность выполняемой работы. Увеличение этого ресурса требует многократного проявления максимальных (или близких к ним) возможностей функциональной системы, в результате чего формируется долговременная адаптация.

Срочные адаптационные реакции могут быть подразделены на три стадии. Наиболее наглядно их наличие проявляется при преодолении длинных дистанций в беге, велосипедном, конькобежном и лыжном спорте, в плавании и биатлоне, а также при выполнении программ тренировочных занятий с большим суммарным объёмом работы.

Первая стадия связана с активизацией деятельности различных компонентов функциональной системы, обеспечивающей выполнение заданной работы. Это выражается в резком увеличении ЧСС, сердечного выброса, уровнях вентиляции лёгких, потребления кислорода и др.

Вторая стадия наступает, когда деятельность функциональной системы протекает при стабильных характеристиках основных параметров её обеспечения, в так называемом устойчивом состоянии.

Третья стадия характеризуется нарушением установившегося баланса между запросом и его удовлетворением в силу утомления нервных центров, обеспечивающих регуляцию движений, и истощением углеводных ресурсов организма. Излишне частое предъявление организму спортсмена требований, связанных с переходом в третью стадию срочной адаптации, может неблагоприятно повлиять на темпы формирования долговременной адаптации, привести к переутомлению и перетренированности.

Каждая из указанных стадий срочной адаптации связана с включением функциональных резервов соответствующего эшелона. Первый из них мобилизуется при переходе от состояния относительного покоя к мышечной деятельности и обеспечивает работу до появления явлений компенсированного утомления, второй — при продолжении работы в условиях прогрессирующего утомления. Использование резервов второго эшелона связано с непроизвольным отказом от выполнения заданной работы в связи с истощением соответствующих физических и психических ресурсов.

В условиях физических нагрузок, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности, все резервы не используются, что дает основание для выделения третьего эшелона резервов, которые мобилизуются организмом лишь в крайне экстремальных условиях (Мозжухин, 1982; Давиденко, 1984). Необходимо отметить, что в условиях, наиболее характерных для главных соревнований (Олимпийские игры, чемпионаты мира), которые отличаются исключительно напряженной конкуренцией, интенсивной психологической нагрузкой, спортсмены высокого класса часто способны мобилизовать функциональные резервы, находящиеся далеко за пределами представлений о возможностях второго эшелона, выявленных в условиях тренировки и участия во второстепенных соревнованиях (Платонов, 2015).

Отдельно следует подчеркнуть, что особенностью хорошо адаптированных функциональных систем является их исключительная гибкость и лабильность в достижении одинакового конечного результата при различных состояниях внешней и внутренней среды. Например, бегуны, лыжники или пловцы высокой квалификации, в отличие от недостаточно квалифицированных, не только имеют значительно более высокие показатели максимальной скорости, но и проявляют способность к её удержанию в конце дистанции. Достигается это эффективным варьированием основных динамических и кинематических характеристик движений в соответствии с изменением функциональных возможностей на разных отрезках дистанции. Естественное снижение мощности движений по мере развития утомления компенсируется увеличением темпа движений.

Формирование долговременной адаптации

Долговременная адаптация возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм спортсмена определенных раздражителей. По сути, долговременная адаптация развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в результате постепенного количественного накопления определенных изменений организм приобретает новое качество — из неадаптированного превращается в адаптированный (рис. 6.1).

Долговременные адаптационные реакции носят гетерохронный характер. Например, уже через 5—7 дней после начала напряженной тренировки аэробного или аэробно-анаэробного характера

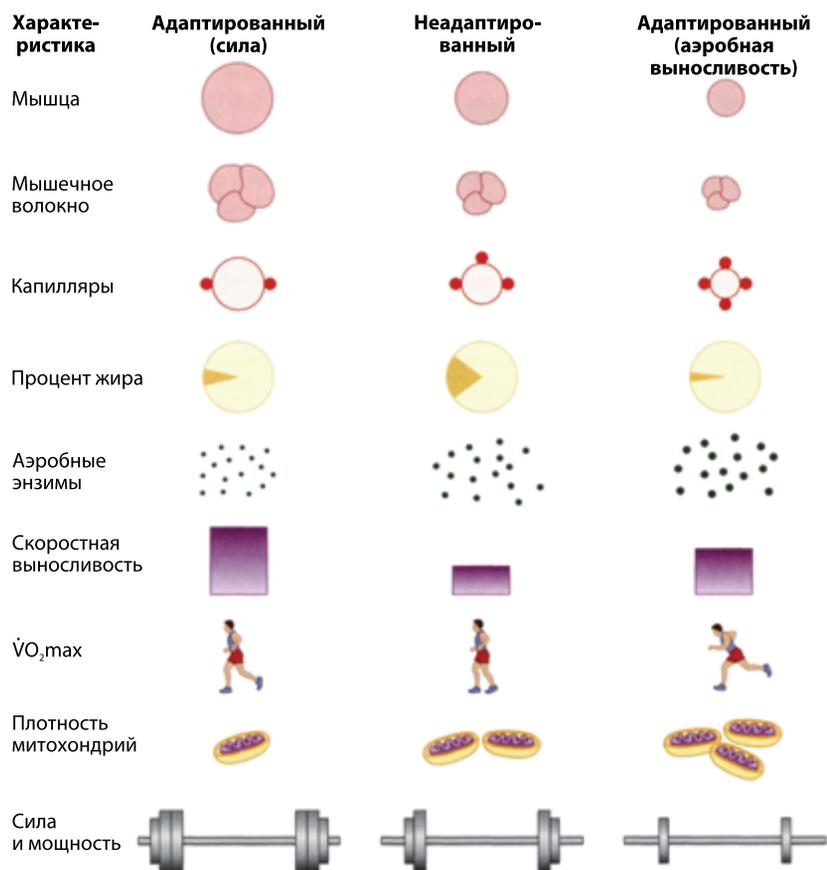


РИСУНОК 6.1 – Реакции долговременной адаптации при тренировке, направленной на развитие силы и выносливости к работе аэробного характера (Fleck, Kraemer, 2004)

соответствующим факторам внешней среды. Для перехода срочной адаптации в гарантированную долговременную внутри возникшей функциональной системы должен произойти важный процесс, связанный с комплексом структурных и функциональных изменений в организме, обеспечивающий развитие, фиксацию и увеличение мощности системы в соответствии с предъявляемыми ей требованиями. Установлено, что морфофункциональные перестройки при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами: а) изменением взаимоотношений регуляторных механизмов; б) мобилизацией и увеличением структурных и функциональных резервов организма; в) формированием специальной функциональной системы, обеспечивающей эффективное выполнение конкретной деятельности. Эти три реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации. В достижении устойчивой и совершенной адаптации большую роль играют перестройка регуляторных приспособительных механизмов и мобилизация физиологических резервов, а также последовательность их включения на разных функциональных уровнях. По-видимому, вначале включаются обычные физиологические реакции и лишь затем — реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что в результате приводит к формированию специальной функциональной системы, обеспечивающей конкретную деятельность человека. Такая функциональная система у спортсменов представляет собой вновь сформированное взаимоотношение

отмечается существенное увеличение показателей систолического объема и сердечного выброса, скорости удаления из мышечной ткани молочной кислоты. Эти изменения могут сохраняться в течение 10–20 дней после прекращения тренировки (Green, 1996). В то же время изменения в мышечной ткани требуют более продолжительной тренировки. Достоверное увеличение количества митохондрий, уровней миоглобина, сократительного белка, ферментов, расширение капиллярной сети отмечается не ранее чем через 6–8 нед. напряжённой тренировки (Maglischo, 2003; Kenney et al., 2019).

Рассматривая взаимодействие срочной и долговременной адаптации, следует указать на то, что переход от срочного, во многом несовершенного, этапа адаптации к долговременному — узловым моментом адаптационного процесса, так как является свидетельством эффективного приспособления к

нервных центров, гормональных, вегетативных и исполнительных органов, необходимое для решения задач приспособления организма к физическим нагрузкам (Солодков, Судзиловский, 1996).

Формирование долговременных адаптационных реакций проходит четыре стадии.

Первая стадия связана с систематической мобилизацией функциональных ресурсов организма спортсмена в процессе выполнения тренировочных программ определенной направленности с целью стимуляции механизмов долговременной адаптации на основе суммирования эффектов многократно повторяющейся срочной адаптации.

Во **второй стадии** на фоне планомерно возрастающих и систематически повторяющихся нагрузок в органах и тканях соответствующей функциональной системы происходят интенсивные структурные и функциональные преобразования. В конце этой стадии наблюдается необходимая гипертрофия органов, слаженность деятельности различных звеньев и механизмов, обеспечивающих эффективную деятельность функциональной системы в новых условиях.

Третью стадию отличает устойчивая долговременная адаптация, выражающаяся в наличии необходимого структурного резерва для обеспечения нового уровня функционирования системы, стабильности функциональных структур, тесной взаимосвязи регуляторных и исполнительных органов.

Четвертая стадия наступает при нерационально построенной, обычно излишне напряженной тренировке, неполноценном питании и восстановлении и характеризуется изнашиванием отдельных компонентов функциональной системы. Наступлению этой стадии способствуют и различные неблагоприятные факторы внешней среды — дефицит времени, проблемы с образованием, сложные взаимоотношения в коллективе, семье, с тренером, социальная изоляция и др. (Matos et al., 2011; Williams et al., 2014).

Рационально построенный тренировочный процесс предполагает первые три стадии адаптации. При этом следует указать на то, что протекание адаптационных реакций в пределах указанных стадий может относиться к различным компонентам структуры подготовленности спортсмена и соревновательной деятельности в целом. В частности, по такому пути протекает адаптация отдельных органов (например, сердца), систем энергообеспечения (например, системы, обеспечивающей уровень аэробной производительности), а также формируется подготовленность спортсмена в целом, проявляющаяся в его способности к достижению спортивного результата, запланированного на данном этапе спортивного совершенствования.

Важным моментом, обеспечивающим эффективное развитие адаптации к тренировочным нагрузкам, является баланс между их внешними (продолжительность, интенсивность, частота) и внутренними (реакции организма) характеристиками (Bourdon et al., 2017). Небольшие объемы высокоинтенсивной работы, приводящие к острой реакции систем организма и быстрому тяжелому утомлению, могут не привести к эффективной адаптации, отрицательно сказаться на психоэмоциональной сфере спортсмена. Неэффективной оказывается и работа большого объема, но не приводящая к должной мобилизации функциональных резервов (Scott et al., 2016).

В качестве примера протекания долговременной адаптации в ответ на нагрузки, предъявляющие высокие требования к аэробной и анаэробной лактатной системам энергообеспечения, можно сослаться на мнение К. Хоттенротта и Дж. Неймана (Hottenrott, Neumann, 2010), которые выделяют несколько ступеней адаптации. На первой из них, продолжительностью от 7 до 14 дней, улучшаются процессы нервной регуляции движений, происходит синхронизация деятельности мышц и двигательных единиц, уменьшается ЧСС при стандартной нагрузке, появляются признаки увеличения концентрации гликогена в мышцах и печени. На второй, продолжительностью около 2—3 нед., существенно возрастают запасы КрФ и гликогена в мышечной ткани, активно развивается процесс

увеличения количества митохондрий, происходит гипертрофия мышечных волокон за счёт актина и миозина, возрастает концентрация кальция и эффективность скольжения миофиламентов. На третьей ступени (2 нед.) при значительно сниженной нагрузке развивается процесс восстановления и формирования адаптационного эффекта в системах энергообеспечения, формируется функциональное согласование деятельности регуляторных и исполнительных систем.

Вполне естественно, что продолжительность каждой из стадий формирования долговременной адаптации зависит от этапа многолетнего совершенствования спортсмена, направленности тренировочного процесса и суммарной величины нагрузок, периода годичной подготовки и исходного состояния спортсмена, его функциональных резервов и адаптационного ресурса. Под влиянием этих факторов представленная модель адаптации может быть иной продолжительности, как правило большей, и достигать 8–10 нед.

Вопрос о механизме индивидуальной (фенотипической) адаптации состоит в том, каким образом потенциальные, генетически детерминированные возможности организма в ответ на требования среды преобразуются в реальные возможности.

Взросшие требования окружающей среды сравнительно быстро приводят к образованию систем, которые обеспечивают более или менее адекватную адаптационную реакцию организма на новые раздражители. Однако для формирования совершенной адаптации само по себе возникновение такой функциональной системы оказывается недостаточным. Необходимо, чтобы в клетках, тканях и органах, образующих такую систему, возникали структурные изменения, повышающие её мощность. Действенное развитие долговременной адаптации связано с систематическим применением нагрузок, предъявляющих высокие требования к адаптируемой системе. Интенсивность развития долговременных адаптационных реакций определяется величиной однократных нагрузок, частотой их применения и общей продолжительностью тренировки. Наиболее эффективно долговременная адаптация развивается при частом использовании в занятиях больших и значительных нагрузок, предъявляющих высокие требования к функциональным системам организма (Платонов, 1997; Мохан и др., 2001; Wilmore, Costill, 2004). Структурные и функциональные изменения в сердечной мышце (её гипертрофия, увеличение количества волокон на единицу массы, увеличение мощности кальциевого насоса волокон, богатых саркоплазмой, которые относятся к проводящей системе сердца — иногда обозначаемой как его специфическая мускулатура, — повышение концентрации гемоглобина и активности ферментов, ответственных за транспорт субстратов к митохондриям, увеличение количества коронарных капилляров и массы митохондрий и др.) являются основой для повышения возможностей сердца к срочной мобилизации, увеличения скорости и амплитуды его сокращений, достижения высоких величин систолического и сердечного выброса, устойчивости к утомлению (Åstrand, Rodahl, 1986; Hartley, 1992). Например, максимальный систолический объём у людей, не занимающихся спортом, обычно не превышает 110 мл. У спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, он может достигать 195–227 мл. При выполнении работы, предъявляющей максимальные требования к кислородтранспортной системе, сердечный выброс у квалифицированных спортсменов может возрасти почти в 10 раз — с 4–5 до 40–45 л·мин⁻¹. Если у мужчин, не занимающихся спортом, уровень максимального потребления кислорода обычно не превышает 3,0 л·мин⁻¹, то у высококвалифицированного лыжника уровень $\dot{V}O_{2\max}$ достиг 7,46 л·мин⁻¹ (Saltin, 1996).

Такой характер долговременной адаптации относится не только к сердцу, а закономерно проявляется на уровне мышечной ткани, органов нервной и эндокринной регуляции и др. В частности, на уровне нервной регуляции адаптация функциональной системы связана с гипертрофией мото-

нейронов и повышением в них активности дыхательных ферментов; на уровне мышечной ткани увеличивается ёмкость сети капилляров, возрастает количество митохондрий в мышцах. Увеличение количества митохондрий в мышечной ткани наряду с ростом аэробной мощности способствует возрастанию способности мышц утилизировать пируват, что ограничивает накопление лактата, обеспечивает мобилизацию и использование жирных кислот, а в итоге способствует более интенсивному и длительному выполнению работы (Меерсон, 1986).

Принцип доминирующего не только функционального, но и структурного обеспечения систем, преобладающих в процессе конкретной адаптации, наблюдается и при силовой работе. Избыточная силовая тренировка приводит к интенсивному накоплению сократительных белков без соответствующего синтеза белков митохондрий и роста васкуляризации мышечной ткани. В результате гипертрофия мышечной массы и рост силы сопровождаются снижением удельной плотности митохондрий в мышечной ткани, уменьшением её снабжения кислородом, увеличением продукции лактата, и в результате – снижением выносливости (Tesch, Karlsson, 1984; Platonov, 1992). Однако возможности современной тренировки, сопровождающейся соответствующим питанием, в отношении мышечной гипертрофии огромны. Пожалуй, наиболее наглядно это проявляется в бодибилдинге (рис. 6.2).

Процесс формирования эффективной долговременной адаптации нейрогуморальной системы организма связан с увеличением показателей её мощности и экономичности. Повышение мощности прежде всего обуславливается развитием гипертрофии мозгового слоя надпочечников и увеличением в них запасов катехоламинов, гипертрофией коры надпочечников, в том числе её пучковой зоны, секретирующей глюкокортикоиды, что сопровождается изменениями ультраструктуры кортикоцитов, приводящими к повышению способности синтезировать кортикостероиды. Увеличение запасов катехоламинов приводит к их большей мобилизации при кратковременных нагрузках взрывного характера, предупреждает их истощение при длительных нагрузках. Увеличение способности коры надпочечников синтезировать кортикостероиды обеспечивает их высокий уровень в крови при длительных нагрузках и тем самым повышает работоспособность спортсменов (Виру и др., 1993).

Увеличение экономичности нейрогуморальной системы проявляется в значительно меньшем высвобождении катехоламинов в ответ на стандартные нагрузки. Например, уже трехнедельная тренировка на выносливость приводит к достоверному снижению концентрации катехоламинов в крови при выполнении стандартной нагрузки по сравнению с исходными данными, а после восьминедельной тренировки увеличения концентрации катехоламинов не наблюдается вообще (Winder et al., 1973).



РИСУНОК 6.2 – Телосложение сильнейших спортсменов мира, специализирующихся в бодибилдинге:
1 – Деннис Вольф;
2 – Айрис Кайл ; 3 – Кай Грин

Экономизация кардиореспираторной системы адаптированного организма по сравнению с неадаптированным проявляется:

- в состоянии покоя — в уменьшении ЧСС с 65–75 до 35–50 уд·мин⁻¹, частоты дыхания — с 16–20 до 6–10 циклов в минуту, снижении минутного объёма дыхания на 10–12 %, уменьшении потребления кислорода на 20 %;
- при стандартной нагрузке — в снижении потребления кислорода в миокарде в 1,5–2 раза (Heiss et al., 1975), значительно меньшем увеличении ЧСС и частоты дыхания, меньшем повышении уровня лактата в мышцах и крови, менее выраженной реакции симпатoadренальной системы и соответственно меньшем повышении уровня катехоламинов в крови (Пшенникова, 1986; Мохан и др., 2001). У нетренированных лиц порог анаэробного обмена отмечается при работе с интенсивностью на уровне 50–60 % $\dot{V}O_2$. У спортсменов высокой квалификации, отличающихся высокими возможностями кислородтранспортной системы, накопление молочной кислоты происходит при работе с интенсивностью 70–80 % и более уровня $\dot{V}O_{2max}$, в то время как у нетренированных лиц — на уровне 50–60 % $\dot{V}O_{2max}$ (Kramer, Fleck, 2007). При стандартной работе у тренированных лиц по сравнению с нетренированными отмечается меньшая концентрация лактата в крови, а при максимальных нагрузках, напротив, у тренированных регистрируется значительно большая концентрация лактата (Kenney et al., 2021).

В коре большого мозга важным элементом долговременной адаптации является формирование экономичных и стабильных систем активности, являющихся частью функциональных систем управления движениями и обладающих высокой помехоустойчивостью. У лиц, хорошо адаптированных к физическим нагрузкам, в отличие от неадаптированных, эти системы не разрушаются при действии различных сбивающих факторов (высокого психического и эмоционального напряжения, внешних помех, развития утомления). Долговременная адаптация к предельным нагрузкам связана не только с расширением функциональных возможностей коры головного мозга, но и с повышением её способности к мобилизации функциональных резервов в условиях преодолеваемого утомления (Сологуб, 1984; Энока, 2000).

Долговременная адаптация характеризуется увеличением функциональных резервов, являющихся следствием серьёзных структурных перестроек органов и тканей, значительной экономизацией функций, повышением подвижности и устойчивости в деятельности функциональных систем, налаживанием рациональных и гибких взаимосвязей двигательной и вегетативных функций. Более того, возникновение адаптационных перестроек, не связанных с существенной гипертрофией органов, является наиболее рациональным, так как они более устойчивы к процессам деадаптации, требуют меньших усилий для поддержания достигнутого уровня и, что весьма важно, не связаны со столь глубокой эксплуатацией генетически обусловленных и ограниченных адаптационных возможностей по сравнению с адаптацией, осуществленной в основном за счёт структурных изменений органов, в частности увеличения их массы.

Экономичность адаптированной системы проявляется на уровне клеток и органов, где она детерминирована соотношением клеточных структур; на уровне системы в целом, где она определяется соотношением органов; наконец, на уровне нейрогуморальной регуляции, где экономичность оказывается следствием повышения реактивности адаптированных органов к медиаторам и гормонам (Меерсон, 1986). Например, сердце тренированного человека потребляет примерно на одну треть меньше кислорода и субстратов окисления при выполнении стандартной работы по сравнению с сердцем нетренированного (Heiss et al., 1975), что связано с изменением соотношения клеточных структур, обеспечивающих повышение эффективности преобразования энергии на уровне

клеток. На уровне нейрогуморальной регуляции, ответственной за адаптацию систем, экономичность функционирования выражается в повышении реактивности органов, образующих данную систему, к управляющим сигналам — гормонам и медиаторам. В результате мобилизация системы при действии на организм факторов внешней среды может быть обеспечена при меньшем выделении регуляторных метаболитов, при меньшем возбуждении регуляторных механизмов (Мохан и др., 2001; Kenney et al., 2021).

Высокая адаптация организма спортсменов к физическим нагрузкам может снижать резистентность к другим факторам окружающей среды. Например, тренировка с большими нагрузками приводит к уменьшению количества жировой ткани и снижению энергетического эффекта норадреналина и, следовательно, уменьшает возможность теплопродукции при действии холода. В связи с этим объяснима подверженность простудным заболеваниям хорошо подготовленных спортсменов. С жировым истощением, являющимся следствием диет и чрезмерных нагрузок, часто бывает связано и нарушение продукции половых гормонов. Это может приводить к нарушению полового созревания и менструального цикла у спортсменок (Peltenburg et al., 1984; De Vries, Houch, 1994).

Спортсмены, переносящие предельные физические нагрузки, подвержены частым заболеваниям, что объясняется нарушениями клеточного и гуморального иммунитета, а также гормональными нарушениями. Если оптимальные нагрузки повышают иммунологическую активность организма, то чрезмерные нагрузки приводят к снижению иммунореактивности (Меерсон, Пшенникова, 1988).

Эффективное формирование долговременной адаптации не может быть обеспечено без учета фенотипических характеристик, лежащих в основе разделения людей на конституциональные типы. Не только в спорте, где необходимость такого разделения очевидна, но и в других областях человеческой деятельности, связанных с проблемой адаптации, следует использовать дифференцированный подход к людям с разными конституциональными показателями. Так, проблемы, связанные с адаптацией человеческих популяций к условиям жизни и труда в экстремальных условиях Крайнего Севера, Антарктики, пустыни, потребовали дифференциации конституциональных типов внутри популяций, обитающих в этих условиях.

Первый тип («спринтер») способен проявлять мощные физиологические реакции с высокой степенью надежности в ответ на значительные, но кратковременные колебания факторов внешней среды. Однако высокий уровень надежности может поддерживаться относительно короткий срок. Фенотипические свойства «спринтеров» мало приспособлены к выдерживанию длительных нагрузок невысокой интенсивности.

Второй тип («стайер») фенотипически менее приспособлен к перенесению мощных и кратковременных нагрузок. Однако после относительно непродолжительного периода адаптации способен выдерживать равномерные нагрузки в течение длительного времени в неадекватных условиях.

Каждый из этих типов характеризуется выраженными антропометрическими и морфофункциональными различиями. Между этими крайними конституциональными типами существует определенное количество промежуточных, обозначаемых как «миксты». Медико-биологические знания об адаптационных возможностях «спринтеров», «стайеров» и промежуточных конституциональных типов способствуют регуляции жизнеобеспечения человеческих популяций в экстремальных условиях отдельных географических зон (Казначеев, 1984).

В целом долговременные адаптационные реакции на различные сильнодействующие факторы внешней среды, в том числе и на физические нагрузки, базируются на прочном структурном основании. В зависимости от характера нагрузок в действие включаются разные системы организма, усиливают свою работу ткани и клеточные элементы, продуцируются биологически активные

вещества. Однако при многообразии путей адаптации функциональных систем, формирующихся в ответ на различные раздражители и расширяющих свой адаптационный ресурс, в её основе лежат единые неспецифические процессы: варьирование количества активно функционирующих структур из их наличного запаса и включение в работу их числа, строго соответствующего требованиям, диктуемым уровнем нагрузки; увеличение мощности функциональных структур в случае, когда имеющиеся ресурсы недостаточны; отставленный и гетерохронный по отношению к различным структурам адаптационный эффект в ответ на реализованные нагрузки; расширение подвижности структур адаптированной системы в плане эффективной приспособительной перестройки, компенсаторных реакций, выполнения смежных функций. Характерно и то, что ни один из этих процессов структурного обеспечения долговременной адаптации не является свойственным какому-либо одному уровню организации — все они универсальны, т. е. одинаково чётко прослеживаются на молекулярном, клеточном, тканевом и системном уровнях.

Переадаптация

Рационально построенная тренировка приводит к резкому возрастанию функциональных возможностей органов и систем организма за счёт совершенствования всего комплекса механизмов, ответственных за адаптацию. Применение чрезмерных нагрузок, превышающих индивидуальные адаптационные возможности человека, требующих чрезмерной мобилизации структурных и функциональных ресурсов органов и систем организма, приводит к переадаптации, проявляющейся в истощении и изнашивании функциональных систем, несущих основную нагрузку (Платонов, 2004; Hume, Russell, 2014).

Применительно к адаптации сердца рационально спланированные нагрузки приводят к умеренной гипертрофии миокарда, увеличению мощности его адренергической иннервации, количества коронарных капилляров, повышению концентрации миоглобина и активности ферментов, ответственных за транспорт субстратов к митохондриям и др. При чрезмерной нагрузке на сердце, требующей излишне длительной компенсаторной гиперфункции, возникает несбалансированная адаптация, при которой масса сердца возрастает в значительно большей мере, чем функциональные возможности структур, ответственных за нервную регуляцию и энергообеспечение. Возникающее при этом снижение возможностей миокарда может определённое время компенсироваться увеличением его массы, но затем, как правило, становится причиной недостаточности сердца, что следует рассматривать как его переадаптацию (Меерсон, 1986).

Чрезмерные нагрузки на скелетные мышцы могут привести к мышечным повреждениям, в результате чего снижается работоспособность, ухудшается протекание срочных и долговременных восстановительных и адаптационных реакций. В поврежденной мышечной ткани отмечается снижение запасов гликогена вследствие нарушения процессов его ресинтеза, нарушаются процессы белкового синтеза, снижается устойчивость к воздействию бактерий и вирусов, что повышает восприимчивость организма спортсменов к инфекциям (Мохан и др., 2001).

Чрезмерные физические нагрузки могут вызвать нарушение гормонального баланса, что приводит к снижению работоспособности, нарушению восстановительных и адаптационных реакций, развитию патологических процессов. Чрезмерные нагрузки у женщин, например, часто связаны с нарушением менструальной функции, развитием остеопороза, увеличением риска усталостных переломов. Такие нагрузки способствуют увеличению уровня кортизола — катаболического гормона и снижению

тестостерона — анаболического гормона. Это может привести к увеличению белкового катаболизма внутри мышечных клеток, снижению объёма мышечной массы и массы тела (Броуэр, 2002).

Чрезмерные нагрузки определённой направленности таят в себе две опасности: 1) возможность функционального истощения системы, доминирующей в адаптационной реакции; 2) снижение структурного и, соответственно, функционального резерва других систем, которые непосредственно не участвуют в адаптационной реакции (Меерсон, 1986; Платонов, 2015).

Чрезмерные физические нагрузки могут иметь для организма отрицательные последствия, которые проявляются, во-первых, в прямом изнашивании функциональной системы, особенно её звеньев, несущих основную нагрузку; во-вторых, в явлениях отрицательной перекрестной адаптации, т. е. в нарушениях функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных с физической нагрузкой (Меерсон, Пшенникова, 1988; Щегольков и др., 1993; Richardson et al., 2008).

Известно, что при однократном, ограниченном во времени стрессовом воздействии вслед за катаболической фазой реализуется противоположная — анаболическая, которая проявляется генерализованной активацией синтеза белков. Эта активация потенцирует формирование эффективной долговременной адаптации. При частом возникновении стресс-реакции, связанной с применением нагрузок, превышающих индивидуальные адаптационные возможности человека, формирование долговременной адаптации может не осуществляться. Излишняя мобилизация структурных и энергетических ресурсов организма при отсутствии адекватного уровня функциональной системы, где эти ресурсы могут быть использованы, приводит к их утрате и истощению, типичному для затянувшегося стресса (Мохан и др., 2001; О’Брайен, 2002).

Чрезмерные, нерационально спланированные физические нагрузки могут стать причиной появления некроза как в мышцах, так и в миокарде. При непомерных нагрузках наблюдалось утолщение и затверждение мышечных волокон, их склонность к образованию трещин на изменённых участках, возникновение межклеточных и внутриклеточных отеков и др. (Groher, 1979; Нигг, 2002). Чрезмерные нагрузки могут привести к патологической гипертрофии миокарда, развитию в нем дистрофических и склеротических изменений, нарушению обмена веществ, нейрогуморальной регуляции (Бутченко, 1974). Острое физическое перенапряжение может также привести к кровоизлиянию в сердечную мышцу, в частности к острому инфаркту миокарда с развитием острой недостаточности сердца, острой дистрофии миокарда (Дембо, 1981).

Есть убедительные факты, свидетельствующие о том, что спортсмены высокого класса, хорошо адаптированные к нагрузкам на выносливость, подвергаются риску внезапной смерти от остановки сердца во время и сразу после предельных физических нагрузок в большей мере, чем люди, не занимающиеся спортом (Keren, Shoenfeld, 1981; Гаврилова, 2022; Макарова, 2022).

Функциональная система, длительно подвергавшаяся нагрузкам, стимулирующим формирование адаптационных реакций, может изнашиваться в результате исчерпания детерминированных способностей к приспособительным изменениям, а также локального старения перегружаемых звеньев системы. В основе изнашивания функциональной системы — нарушение закономерностей формирования долговременной адаптации. Здесь следует отметить чрезмерные, часто повторяющиеся однонаправленные нагрузки, свидетельствующие о длительном, постоянно действующем стрессе; частое чередование явлений адаптации и деадаптации, связанное с нерациональным чередованием периода нагрузок с периодом их отсутствия; чрезмерное использование нагрузок, приводящих к адаптации функциональной системы преимущественно за счёт гипертрофии органов, а не за счёт эффективности их функционирования при умеренной гипертрофии. В числе причин переадаптации следует назвать также нарушение в процессе отдельных тренировочных занятий,

дней, микроциклов необходимых соотношений между объёмом и характером тренировочных воздействий, с одной стороны, и энергетическим потенциалом организма и возможностями к адаптации соответствующих биологических структур — с другой.

Продолжительная однонаправленная тренировка, систематически предъявляющая высокие требования к определенной функциональной системе, часто связана со снижением морфофункциональных возможностей других систем. В частности, у лиц, имеющих высокий уровень тренированности к работе скоростно-силовой направленности, часто оказывается сниженной выносливость к продолжительной работе аэробного характера, у них снижаются плотность капилляров и активность аэробных ферментов в скелетных мышцах и др. (McDougall et al., 1984).

С осторожностью должны планироваться упражнения смешанного аэробно-анаэробного характера и преимущественно анаэробного лактатного характера, так как их избыточный объём может достаточно быстро вызвать явление переадаптации. Такие упражнения сопровождаются интенсивным истощением запасов гликогена мышц, накоплением большого количества продуктов промежуточного обмена, тяжелым утомлением, что существенно сказывается на психической сфере спортсмена, его способности дифференцировать усилия, контролировать качество движений (Olbrecht, 2007; Платонов, 2015).

Преимущественное кровоснабжение мышц за счёт других органов может привести к серьёзным отрицательным последствиям. Следует напомнить, что в тренировке современных спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, ежедневный объём работы аэробной и смешанной анаэробно-аэробной направленности может достигать 4–5 ч. Работа в таком режиме, как известно, может продолжаться в течение многих недель. Таким образом, в среднем около 20 % времени суток многие органы организма спортсмена испытывают недостаток кровоснабжения. Такая тренировка, приводя к резкому приросту возможностей аэробной системы энергообеспечения, одновременно нередко приводит к уменьшению массы и количества клеток в печени, почках и надпочечниках, отрицательно сказывается на проявлениях высшей нервной деятельности — нарушаются процессы выработки, фиксации и воспроизведения временных связей. Наблюдаются также случаи нарушения функции пищеварения в виде спазма пищевода, желудка, кишок, язвенных поражений и др. (Пшенникова, 1986; Fox et al., 1993).

В основе истощения и изнашивания функциональных систем, несущих основную нагрузку в процессе тренировочной и соревновательной деятельности, — нарушение баланса между тренировочными и соревновательными нагрузками, с одной стороны, и восстановлением и эффективным протеканием адаптационных реакций — с другой. Состояние переадаптации формируется под влиянием избыточного и нерационального планирования нагрузок, усугубленного недостатками в питании, пренебрежением к эффективному восстановительному периоду, использованию средств стимуляции восстановительных и адаптационных реакций. Основными симптомами переадаптации являются: снижение спортивных результатов и работоспособности в тренировочных занятиях, общее чувство усталости, депрессия, раздражительность, нарушение сна, повышение ЧСС и замедленное восстановление при нагрузках, потеря аппетита и снижение массы тела, снижение иммунитета. Нормализация состояния спортсмена в случае переадаптации требует комплекса реабилитационно-восстановительных мероприятий, изменения образа жизни, кардинального изменения тренировочного процесса и обычно не может быть осуществлена менее чем за месяц (Норрис, Смит, 2003). Предупредить эти отрицательные явления можно рациональным планированием нагрузок в микро- и мезоциклах, а также в более крупных структурных образованиях тренировочного процесса, сбалансированностью нагрузок с питанием и восстановительными процедурами. Таким образом, состояние переадаптации теснейшим образом связано с развитием перетренированности.

Деадаптация и реадаптация

Прекращение тренировки или использование низких нагрузок, не позволяющих обеспечить поддержание достигнутого уровня приспособительных изменений, приводит к деадаптации — процессу, обратному адаптации, так как адаптационные процессы в организме человека развиваются в строгом соответствии с характером и величиной воздействия факторов внешней среды. Например, если тренировка прекратилась или нагрузки были снижены значительно ниже уровня, способного обеспечить поддержание достигнутых показателей функциональных возможностей сердца, то постепенно уменьшаются синтез белка и масса желудочков, ослабляется нервная регуляция, снижается энергообеспечение и др. В результате нарушается оптимальный режим биосинтеза и функционирования ключевых структур сердца, обеспечивающих утилизацию АТФ в миофибриллах и её ресинтез в митохондриях. Подобные механизмы адаптации, переадаптации и деадаптации свойственны и другим органам и системам.

Вынужденный постельный режим резко интенсифицирует процесс деадаптации. Например, у хорошо тренированных спортсменов 9-дневный абсолютный постельный режим приводит к снижению $\dot{V}O_2\text{max}$ на 21 %, уменьшению объёма сердца на 10 %, значительному возрастанию ЧСС, минутного объёма дыхания и уровня лактата при стандартных нагрузках. В последующие 10 дней, после отмены постельного режима, в определённой мере нормализуется состояние организма, однако оно остается достоверно сниженным по отношению к исходному уровню. При 4–6-недельном постельном режиме происходит атрофия БС- и МС-волокон при одновременном снижении уровня миоглобина, активности оксидативных и гликолитических ферментов, содержания гликогена, уменьшении количества и величины митохондрий (Hollmann, Hettinger, 1980; Сили и др., 2007).

К настоящему времени проведено большое количество исследований, посвященных изучению протекания процессов деадаптации в организме спортсменов после прекращения напряжённой тренировки. Эти исследования привели во многом к неожиданным результатам, продемонстрировавшим исключительно быструю утрату компонентов подготовленности, относящихся к возможностям энергетических систем. Через 1–2 нед. после прекращения тренировки отмечается достоверное снижение мощности аэробной системы энергообеспечения, запасов гликогена в мышцах, систолического объёма и сердечного выброса, порога анаэробного обмена и др. В течение 24 дней на 14–25 % уменьшается количество функционирующих капилляров, расположенных вокруг мышечного волокна (Saltin, Rowell, 1980; Klausen, Andersen, 1981); после 12-дневного пассивного отдыха на 11 % снижаются показатели максимального сердечного выброса, на 7 % — максимального потребления кислорода (Coyle et al., 1983). Недельный пассивный отдых приводит к достоверному уменьшению диаметра мышечных волокон, особенно быстросокращающихся (Riley et al., 2002). Через 4 нед. после прекращения тренировки мощность аэробной системы энергообеспечения снижается более чем на 10 %, запасы гликогена в мышцах — на 40 %, активность аэробных ферментов — на 40 % объём крови — на 9 %, сердечный выброс — на 10 % сила и мощность — на 13 % и т. д. (Costill et al., 1985; Kenney et al., 2019).

Исследования показывают, что уровень адаптации, приобретенный в результате пятилетней тренировки на выносливость, может быть утрачен в течение 2–3 мес. детренировочного периода (Costill et al., 1985; Wilmore et al., 2009). Происходит существенное снижение работоспособности при выполнении программ тренировочных занятий, которое достигает 25–30 % (McArdle et al., 1996). Достоверно удлиняется период восстановления после выполнения комплексов упражнений в программах тренировочных занятий, а также после занятий с большими нагрузками. В частности,

после занятий, направленных на повышение возможностей аэробной и анаэробной систем энергообеспечения, процесс восстановления может удлиниться на 6–24 ч.

Исследования, проведенные на квалифицированных пловцах (К. Hsu, Т. Hsu, 1999), показали, что трехмесячный перерыв в тренировке приводит к снижению результата на 50-метровой дистанции в среднем на 0,80 с, а 400-метровой — на 17,0 с. Снижение результатов сопровождалось уменьшением мощности работы при плавании на привязи на 12 %, а максимальных величин лактата — на 22 %. На восстановление утраченных возможностей потребовалось более 3 мес. работы. При этом наибольшего времени потребовало восстановление мощности гребковых движений.

Согласно данным Я. Олбрехта (Olbrecht, 2007), увеличение количества митохондрий в мышечных волокнах квалифицированных спортсменов, явившееся следствием напряженной тренировки аэробного и аэробно-анаэробного характера, в значительной мере может быть устранено уже в течение 1 нед. после полного прекращения тренировки. Потери могут составить до 50 %. На восстановление утраченного количества митохондрий после возобновления тренировки может потребоваться уже до 3–4 нед. (рис. 6.3).

Таким образом, процесс реадaptации занимает значительно больше времени, чем процесс деадаптации, что может серьезно нарушить процесс планомерного спортивного совершенствования, отрицательным образом сказаться на результатах спортсменов. В этой связи серьезной коррекции требуют устоявшиеся представления о возможности планирования в годичной подготовке продолжительного (до 1,5–2 мес.) переходного периода.

Следует отметить, что мощность работы при выполнении движений в процессе деадаптации снижается значительно быстрее по сравнению с силой соответствующих мышечных групп (Costill et al., 1985). Среди комплекса возможных факторов, влияющих на быстрое снижение мощности движений после прекращения специальной тренировки, находится интенсивная деадаптация и в отношении подвижности в суставах. Уже через 2–4 нед. после прекращения упражнений, направленных на развитие подвижности в этих суставах, диапазон движений существенно уменьшается (Maglischo, 2003).

Спортсмены высшей квалификации, тренировочный процесс которых отличается большими нагрузками, следствием чего является исключительно высокий уровень адаптационных реакций, в значительно большей мере подвержены деадаптации после прекращения напряженной тренировки по сравнению с менее квалифицированными и подготовленными спортсменами. Это исключает пе-

рерывы в тренировочной работе, превышающие 1 нед. после каждого макроцикла и 2 нед. — после года подготовки. Даже при таких перерывах в подготовке не следует прибегать к исключительно пассивному отдыху, а следует провести 2–3 одночасовых занятия в течение недели, направленных на поддержание компонентов подготовленности, в наибольшей мере подверженных деадаптации (Платонов, 2013).

Лишение скелетных мышц полноценной физической нагрузки приводит к серьезным изменениям в мышечной ткани. При этом чем адаптированнее мышечная ткань к физическим нагрузкам, тем интенсивнее протекает процесс

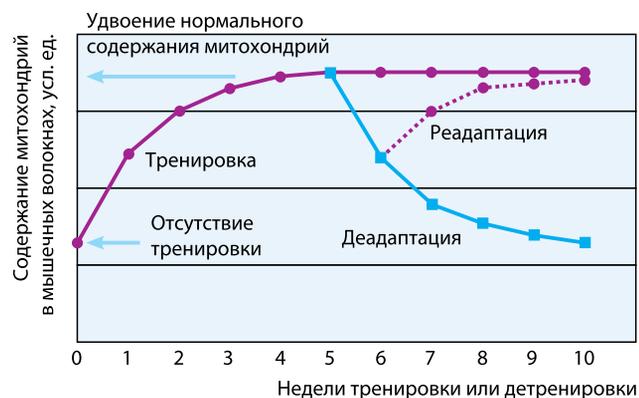


РИСУНОК 6.3 – Влияние тренировки и детренировки на содержание митохондрий в мышцах (Olbrecht, 2007)

деадаптации. Уже на 3-4-й день постельного режима происходит заметное уменьшение массы наиболее активных мышц. Иммобилизация нижних конечностей вследствие переломов приводит к уменьшению площади поперечного сечения мышц на 40–50 %, 5–6-недельная иммобилизация здоровых мышц может привести к уменьшению площади их поперечного сечения на 20–30 %. Атрофия мышечных волокон, обусловленная отсутствием или недостаточной двигательной активностью, касается всех типов мышечных волокон (Мак-Комас, 2001). Атрофия мышечной ткани вследствие иммобилизации приводит к резкому снижению максимальной силы. Важно отметить, что мышечная сила снижается в большей мере, чем атрофируется мышечная ткань. Это происходит вследствие снижения возможностей нервной системы рекрутировать двигательные единицы, в том числе и дегенеративных изменений в нервно-мышечных соединениях (Roberts et al., 1991). Происходят и другие негативные изменения: снижается концентрация белков в мышечной ткани, уменьшается концентрация гликолитических и окислительных ферментов, отдельные мышечные волокна подвергаются некрозу (Мак-Комас, 2001). Все эти негативные последствия длительного неиспользования мышечной ткани могут быть устранены в процессе реабилитации и реадаптации лишь частично.

Примерно так же протекает процесс деадаптации и в системах энергообеспечения. Однако важнейшие параметры аэробной системы энергообеспечения подвержены деадаптации в более короткие сроки по сравнению с основными показателями, отражающими возможности анаэробной системы. Уже через 2–4 нед. после прекращения напряженной тренировки систолический объем снижается на 10–15 %. В течение этого периода наблюдается резкое падение активности окислительных ферментов (Wilmore, Costill, 2004). Снижение активности этих ферментов на 50 % и более не сопровождается уменьшением активности гликолитических ферментов (Coyle et al., 1983; Hoffman, 2002). В результате уже через 4 нед. деадаптации сохранение работоспособности при выполнении стандартной работы смешанного аэробно-анаэробного характера связано с существенным увеличением доли её анаэробного обеспечения.

Увеличение или уменьшение капилляризации в процессе как адаптации, так и деадаптации требует значительно большего времени по сравнению с метаболической адаптацией и деадаптацией. Специальные исследования показывают, что явно выраженные изменения капиллярной сети, явившиеся следствием тренировки, наблюдаются еще в течение нескольких месяцев после её прекращения (Henriksson, 1992). В то же время локальная выносливость скелетных мышц, опирающаяся на их митохондриальную способность, может быть утрачена в течение 2–3 нед. после прекращения непрерывной тренировки (Svedenhag, 1992; Мохан и др., 2001).

Более высокая устойчивость адаптационных изменений в коре большого мозга по сравнению со следами более простых адаптационных реакций проявляется, в частности, в том, что в процессе деадаптации после полного прекращения физических нагрузок аэробные возможности организма и связанная с ними выносливость к длительной работе угасают относительно быстро. Специальные двигательные навыки сохраняются длительное время и могут быть успешно продемонстрированы детренированным человеком. Повышенные в результате тренировки величины максимального потребления кислорода снижаются значительно медленнее, чем активность оксидативных ферментов, которая может снизиться уже через 1–2 нед. после прекращения тренировки, а через несколько недель вернуться к исходному уровню (Schantz et al., 1983). В свою очередь эти ферменты обладают способностью к быстрому восстановлению активности при возобновлении тренировки (Pette, 1984). Связано это с тем, что ферменты, как и другие белковые молекулы, отличаются ограниченной продолжительностью существования.

Они образуются и расщепляются в непрерывном цикле, в котором биологический период полу-распада большинства митохондриальных ферментов — около 1 нед., а гликолитических — от одного до нескольких дней (Hargreaves, 1999; Spriet, 1999). Соответственно клеточное содержание определенного фермента является результатом взаимодействия процессов синтеза и распада (Henriksson, 1992).

Важным является и то, что деадаптация протекает неравномерно: в первые недели после прекращения тренировки наблюдается значительное снижение функционального резерва адаптированной системы, в дальнейшем процесс деадаптации замедляется. В скрытом виде адаптационные реакции сохраняются длительное время и служат основой для более быстрого восстановления утраченного уровня адаптации при возобновлении тренировки после длительного перерыва по сравнению со временем, затраченным на первоначальное формирование адаптации (Пшенникова, 1986); например, гипертрофия мышечной ткани, являющаяся следствием силовой тренировки, исчезает в 2–3 раза медленнее, чем возникает (De Vries, Houch, 1994). Важно учитывать и то, что чем быстрее формируется адаптация, тем сложнее удерживается достигнутый уровень и тем быстрее она утрачивается после прекращения тренировки (Мак-Комас, 2001; Kenney et al., 2012). В частности, период угасания силы после прекращения тренировки прямо связан с продолжительностью формирования адаптации (рис. 6.4): чем интенсивнее и кратковременнее была тренировка, направленная на развитие силы, тем быстротечнее период её угасания при прекращении регулярных занятий.

Эта закономерность проявляется и при рассмотрении эффективности методик развития различных физических качеств и функциональных возможностей систем организма, а также подготовленности спортсмена в целом и может быть связана с различными элементами структуры тренировочного процесса — этапами многолетней подготовки, макроциклами, периодами и др. Подтверждением этого применительно к многолетней подготовке является множество случаев, когда скачкообразный прирост нагрузки (в 2–3 раза в течение года), реализованный юными спортсменами, позволил им в короткие сроки достичь исключительно высоких адаптационных перестроек, показать выдающиеся результаты в крупнейших соревнованиях и одновременно не позволил удержать приобретенный уровень адаптации длительное время, резко сократил период их выступления на уровне высших достижений. В то же время у спортсменов, которые равномерно на протяжении многих лет повышали нагрузки, отмечалось планомерное возрастание функциональных возможностей. На достижение уровня адаптации, необходимой для успешной соревновательной деятельности в

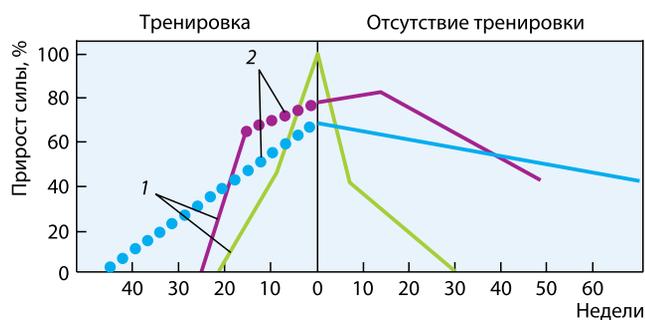


РИСУНОК 6.4 – Прирост максимальной силы и особенности её сохранения после прекращения тренировки в зависимости от частоты занятий: 1 – ежедневные занятия; 2 – занятия один раз в неделю (Hollmann, Hettinger, 1980)

крупнейших соревнованиях, им требовалось значительно больше времени. Однако именно эти спортсмены оказались способными выступать на уровне высших достижений длительное время (Платонов, 2015).

Частое чередование процессов адаптации и деадаптации приводит к чрезмерной эксплуатации генетически детерминированных способностей к формированию эффективных приспособительных изменений в организме. Следует помнить, что поддержание структурных основ адаптации с помощью умеренных физических нагрузок несоизмеримо благоприятнее, чем многократное повторение циклов «деадапта-

ция—реадаптация». Многократная активация биосинтеза, необходимая для многократного восстановления утраченного уровня адаптации, может привести к своеобразному локальному изнашиванию органов, входящих в систему, ответственную за адаптацию (Меерсон, 1986).

Однако значительно чаще встречается другая крайность: продолжение длительной и напряженной тренировки при достижении спортсменом предельных индивидуально обусловленных границ адаптации к тренировочным воздействиям определенного типа. Особенно это проявляется в ежегодном планировании больших объёмов работы аэробной и аэробно-анаэробной направленности в тренировке спортсменов, достигших околопредельных или предельных показателей аэробных возможностей. При этом у них нарушаются генетически регулируемые процессы биосинтеза, происходит атрофия ключевых структур, лимитирующих функцию клеток миокарда, и, наконец, возникает функциональная недостаточность сердца. Здесь же часто кроются причины отклонений в состоянии ЦНС, печени и других жизненно важных органов.

АДАПТАЦИЯ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Скелетно-мышечная (опорно-двигательная) система представляет собой совокупность костей скелета, их соединений и мускулатуры. Скелетная система, состоящая из костей, хрящей, сухожилий и связок является своего рода каркасом, придающим форму телу, выполняющим функции опоры, защиты внутренних органов и тканей, обеспечивающим двигательную активность. Кроме этого, в костной ткани депонируются важные микроэлементы (кальций, фосфор и др.), а в полостях костей находится костный мозг, в котором происходит процесс кроветворения.

Скелетная мышца является разнородной тканью, состоящей из мышечных волокон, соединительнотканых, нервных и сосудистых элементов, которые в комплексе обеспечивают её главную функцию — активное сокращение. Скелетные мышцы со связанной с ними соединительной тканью составляют около 40 % общей массы тела. Специфика вида спорта и особенности тренировки существенно влияют на процент, который составляют мышцы в общей массе тела.

Скелетные мышцы — органы тела человека, состоящие из упругой и эластичной ткани (мышечной ткани), способной сокращаться под влиянием нервных импульсов. Мышцы вместе со скелетом образуют опорно-двигательную систему и определяют строение тела. Работой скелетных мышц управляет нервная система, которая обеспечивает их связь с головным и спинным мозгом и регулирует преобразование химической энергии в механическую. Любая скелетная мышца состоит из мышечной ткани, соединительной ткани, нервов и кровеносных сосудов. Большая часть скелетных мышц покрыта волокнистой тканью (эпимизием), которая в толще мышцы переходит в сухожилие, соединенное с костью. На рисунке 7.1 представлены развернутые данные о структуре скелетных мышц.

Структура и свойства скелетных мышц

Скелетные мышцы обладают рядом характерных свойств — возбудимостью, проводимостью, сократимостью, растяжимостью и эластичностью. **Возбудимость** — способность скелетной мышцы

реагировать на поступление нервного импульса возникновением процесса возбуждения; **проводимость** — способность структур мышцы к проведению возбуждения; **сократимость** — способность мышцы сокращаться, следствием чего является движение связанных с ней костей; **растяжимость** — свойство, позволяющее мышце растягиваться до состояния, существенно превышающего длину в состоянии покоя; **эластичность** — способность мышцы восстанавливаться после растяжения до исходного состояния. Каждое из этих свойств мышцы подвержено тренировке и широко используется в процессе спортивной подготовки, во многом предопределяя эффективность технического и физического совершенствования спортсменов.

Различают два вида мышечных сокращений — **изометрические** и **изотонические**. При изометрических сокращениях мышца производит напряжение без изменения её длины. Изотонические сокращения имеют место тогда, когда производимое мышцей сопротивление сопровождается изменением её длины, и могут носить концентрический и эксцентрический характер. **Концентрические** сокращения предусматривают преодоление сопротивления, вследствие чего мышца укорачивается. **Эксцентрические** сокращения имеют место при работе уступающего характера, когда мышца производит напряжение при увеличении её длины.

Мышцы характеризуются интенсивным кровоснабжением. Артерии и вены проникают в соединительную ткань мышцы, а многочисленные разветвления в виде капилляров и венул образуют широкую сеть внутри и вокруг эндомизия. Это гарантирует доставку обогащенной кислородом крови через артериальную систему и удаление продуктов метаболизма через венозную систему.

Чувствительные (афферентные) и двигательные (эфферентные) нервные волокна обычно располагаются в мышцах вдоль кровеносных сосудов. Многочисленные разветвления двигательных нервов в виде аксонов пронизывают соединительную ткань и доходят до каждого мышечного соединения волокна (см. рис. 7.1). Сенсорные нервы передают информацию в виде электрических и химических сигналов от рецепторов двигательного аппарата (проприорецепторов мышц, сухожилий, суставных сумок, связок) в центральную нервную систему.

Большинство скелетных мышц прикреплено к скелету. Они находятся под контролем сознания и регулируются центральной нервной системой. Вполне естественно, что применительно к физической подготовке спортсменов нас интересует лишь наиболее общее представление о структуре, особенностях функционирования и адаптации этого типа мышечной ткани.

Основным элементом скелетной мышцы является мышечное волокно — мышечная клетка цилиндрической формы. Мышечные волокна объединяются в двигательные единицы (пучки мышечных волокон), каждая из которых иннервируется одним двигательным нервом. В человеческом организме находится около 250 млн отдельных мышечных волокон и около 420 тыс. двигательных нервов, стимулирующих мышечное сокращение. В различных двигательных единицах может насчитываться от нескольких до 1000 и более мышечных волокон, идентичных по своей структуре и функциональным возможностям.

Мышцы, выполняющие точные движения, например те, которые обеспечивают движение кисти, имеют много двигательных единиц, в каждой из которых небольшое количество мышечных волокон. Это позволяет за счёт суммации деятельности тех или иных двигательных единиц выполнять сложные движения, контролировать силу сокращения мышц. Совсем иная ситуация с крупными мышцами. Например мышцы, которые обеспечивают движение бедра и голени, имеют значительно меньшее количество двигательных единиц, однако на каждую двигательную единицу приходится намного большее количество крупных мышечных волокон. Естественно, что движения, обеспеченные этими мышцами, контролируются значительно менее точно.

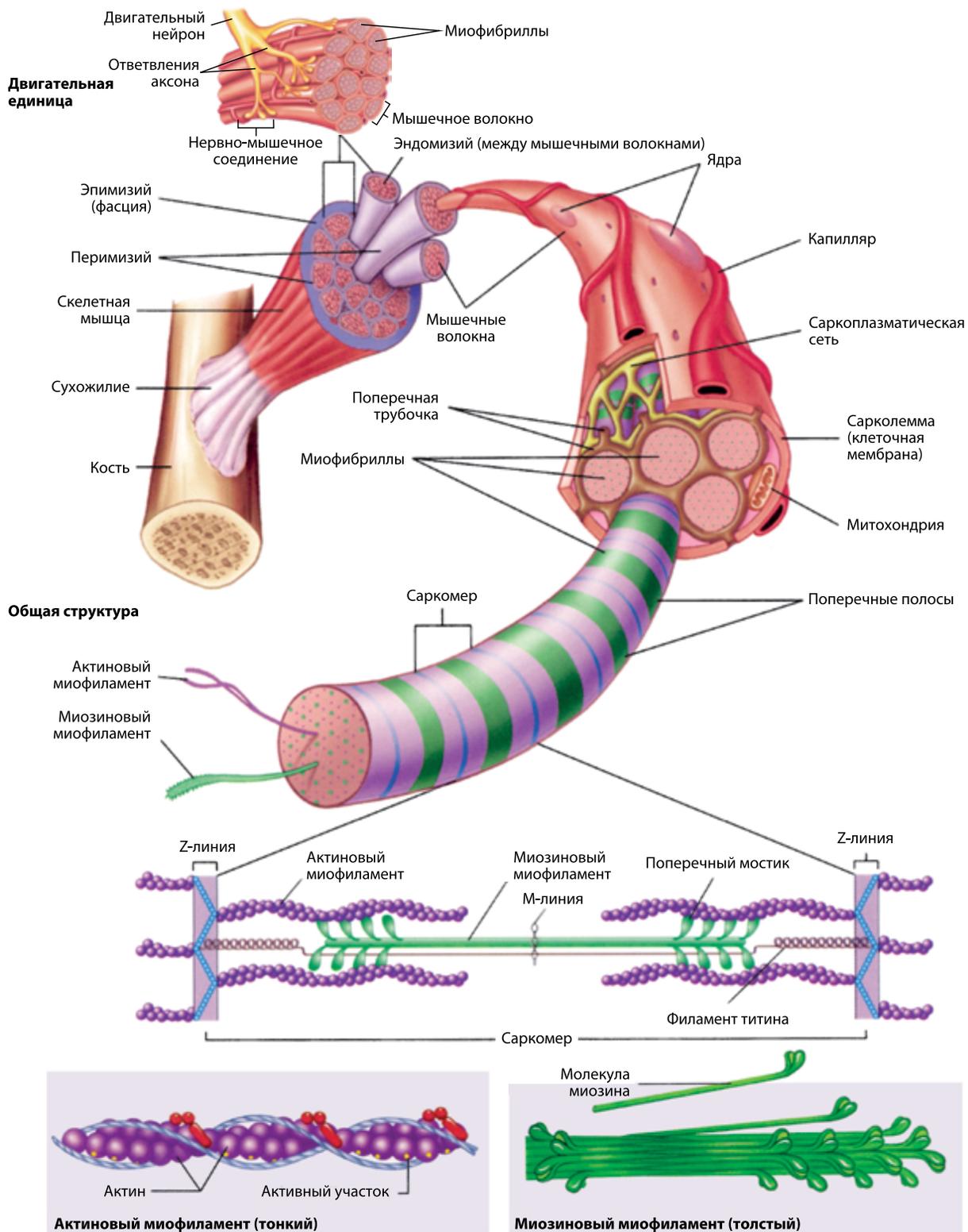


РИСУНОК 7.1 – Структура скелетной мышцы (Сили и др., 2007, переработано)

Каждое мышечное волокно покрыто тонкой волокнистой соединительной тканью — эндомизием; пучок волокон, образующих двигательную единицу, также окружен слоем соединительной ткани — перимизием. Множество двигательных единиц (мышечных пучков), образующих мышцу, окружены более плотным слоем плотной соединительной ткани — эпимизием, придающей мышцам округленную форму в поперечном сечении.

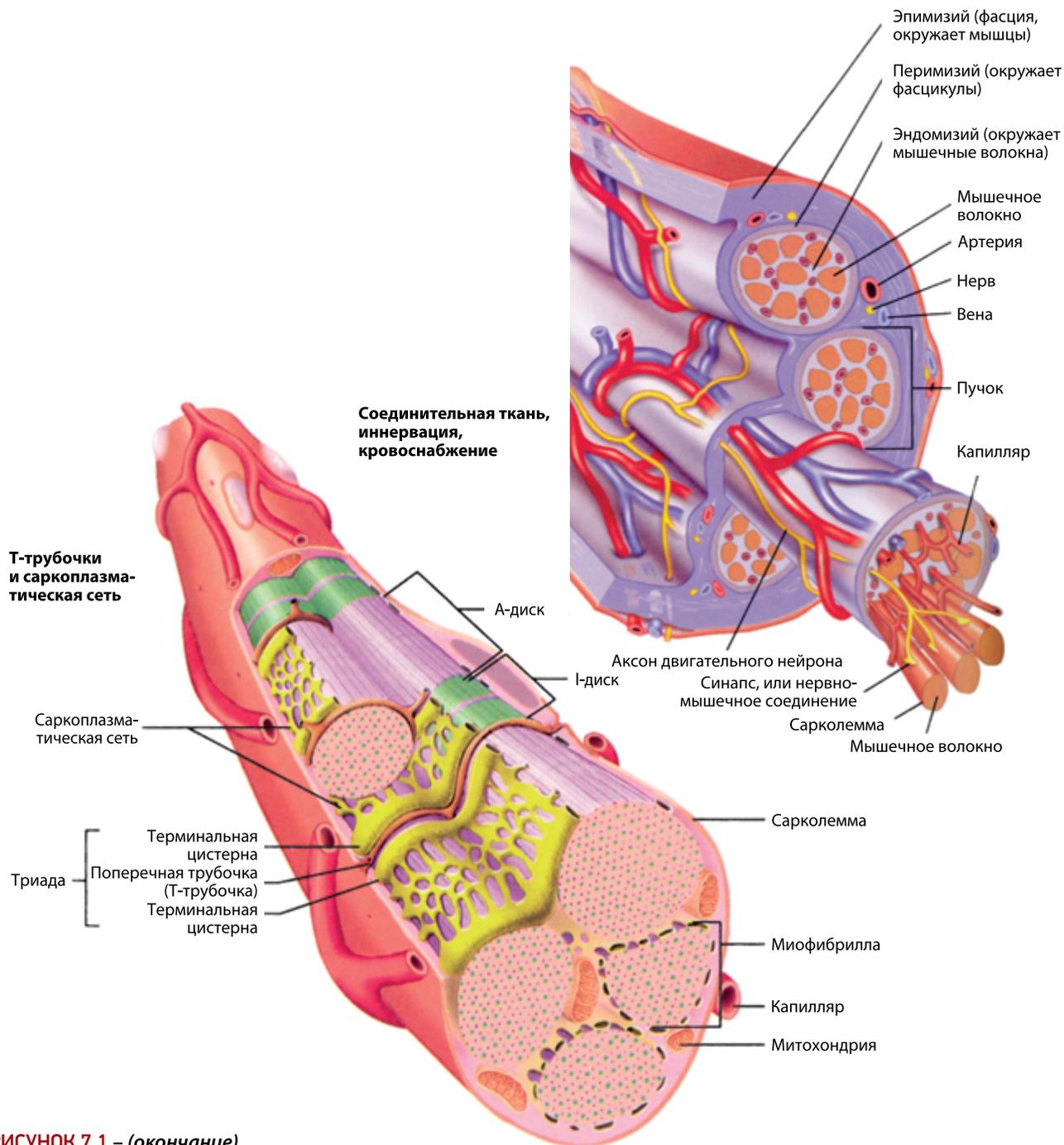


РИСУНОК 7.1 – (окончание)

Мышечные волокна не находятся в контакте со скелетом, а соединяются с ним при помощи сухожилий. Внутримышечная сеть соединительной ткани в конце мышцы срастается и становится сплошной плотной соединительной тканью сухожилий, органически связанной с периостом кости.

Мышечное волокно содержит ряд ядер, располагающихся вдоль его периферической части, и покрыто сарколеммой — плазматической мембраной, которая в конце каждого волокна соединяется с сухожилием. Внутренняя часть волокна заполнена множеством (от нескольких сотен до нескольких тысяч) миофибрилл — нитевидных структур, являющихся сократительными элементами скелетной мышцы. Пространство между миофибриллами заполнено саркоплазмой (цитоплазмой мышечного волокна) — вязкой жидкостью, содержащей в большом количестве гликоген, миоглобин, растворенные белки, жиры, микроэлементы, органеллы.

Между базальной мембраной и сарколеммой мышечных волокон расположены миосателлиты — сателлитные клетки, или мышечные стволовые клетки. Эти клетки не участвуют в мышечном сокращении, а являются клетками-предшественниками, предоставляющими дополнительные ядра родительскому мышечному волокну в процессе его адаптации или регенерации в ответ на интенсивные нагрузки или повреждения (рис. 7.2).

Окружающая миофибриллы система параллельно расположенных по отношению к ним трубочек и пузырьков носит название саркоплазматического ретикула. Продольные трубочки завершаются пузырьками (цистернами). Внешние цистерны одной сетчатой структуры отделены от других группой трубочек, расположенных поперек миофибрилл и называемых поперечными трубочками, или Т-трубочками. Анатомически эти трубочки отделены от саркоплазматического ретикула и являются продолжением саркоплазмы. Однако с учетом функциональной связи две внешние цистерны и разделяющая их трубочка известны как триада (см. рис. 7.1).

Согласно современным представлениям, в цистернах накапливаются большие запасы кальция (Ca^{2+}), важнейшего ингредиента, необходимого для мышечного сокращения, а Т-трубочки способны передаче нервных импульсов к миофибриллам. Когда потенциал действия распространяется вдоль сарколеммы мышечного волокна и достигает Т-трубочек, их мембраны деполяризуются. Деполяризация Т-трубочек вызывает открытие электроуправляемых Ca^{2+} -каналов в саркоплазматической сети, и Ca^{2+} диффундирует в саркоплазму, окружающую миофибриллы (VanPutte et al., 2017).

Миофибриллы, простирающиеся по всей длине мышечного волокна, состоят из белковых нитей — актиновые (тонкие) и миозиновые (толстые). Взаимодействие этих элементов обеспечивает сокращение мышечных волокон.

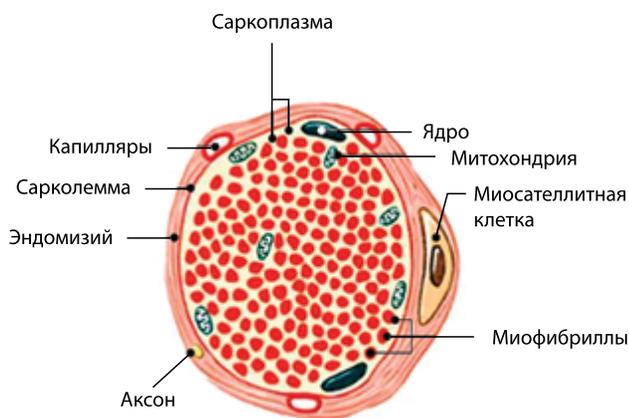


РИСУНОК 7.2 – Поперечный срез мышечного волокна

Актиновый миофиламент включает шарообразные молекулы, образующие двойную спираль. Кроме актина тонкий миофиламент содержит еще два важных белка: тропомиозин и тропонин. Тропомиозин представляет собой длинную тонкую молекулу, лежащую на поверхности актинового сплетения. Концы молекул тропомиозина завершаются сферическими молекулами тропонина. Основная задача тропомиозина — механическая блокада активных центров актина, чтобы в отсутствие нервного импульса не происходило образования поперечных мостиков между актином и миозином и не было сокращения мышцы.

Это крайне важно, потому что в процессе мышечного сокращения актиновый миофиламент не является пассивной структурой, по которой скользит миозиновый миофиламент, а вовлекается в процесс сокращения на химическом и механическом уровнях.

Миозиновый миофиламент состоит из множества миозиновых молекул, каждая из которых имеет стержневую часть и головку. Головки молекул миозина отличаются рядом свойств, обеспечивающих скольжение актиновых миофиламентов относительно миозиновых. Головки могут связываться с активными участками на молекулах актина и образуют так называемые поперечные мостики. Головки характеризуются ферментной активностью, обеспечивающей расщепление АТФ с образованием энергии, необходимой для циклического перемещения поперечных мостиков и скольжения миофиламентов во время мышечного сокращения.

Миофибриллы подразделяются на светлые и тёмные участки, чередующиеся в строгой последовательности. Светлые участки называются I-дисками (изотропными), а тёмные – А-дисками (анизотропными). Поперечное расположение этих участков придает волокну поперечную исчерченность. Поэтому скелетные мышцы часто определяются как поперечнополосатые.

Посередине каждого I-диска выделяется тёмная линия, так называемая Z-линия – нитевидная сеть белка, к которой прикрепляются актиновые миофиламенты. I-диск содержит только актиновые миофиламенты. А-диск содержит как актиновые, так и миозиновые миофиламенты. На поперечном срезе А-диска видно, что каждый миозиновый миофиламент определен шестью актиновыми (рис. 7.3). В середине А-диска располагается H-зона, которая образуется в результате отсутствия актинового миофиламента. В центре H-зоны находится тёмная полоска, так называемая M-линия, состоящая из тонких филаментов, прикрепленных к центру миозиновых миофиламентов и удерживающая их на месте.

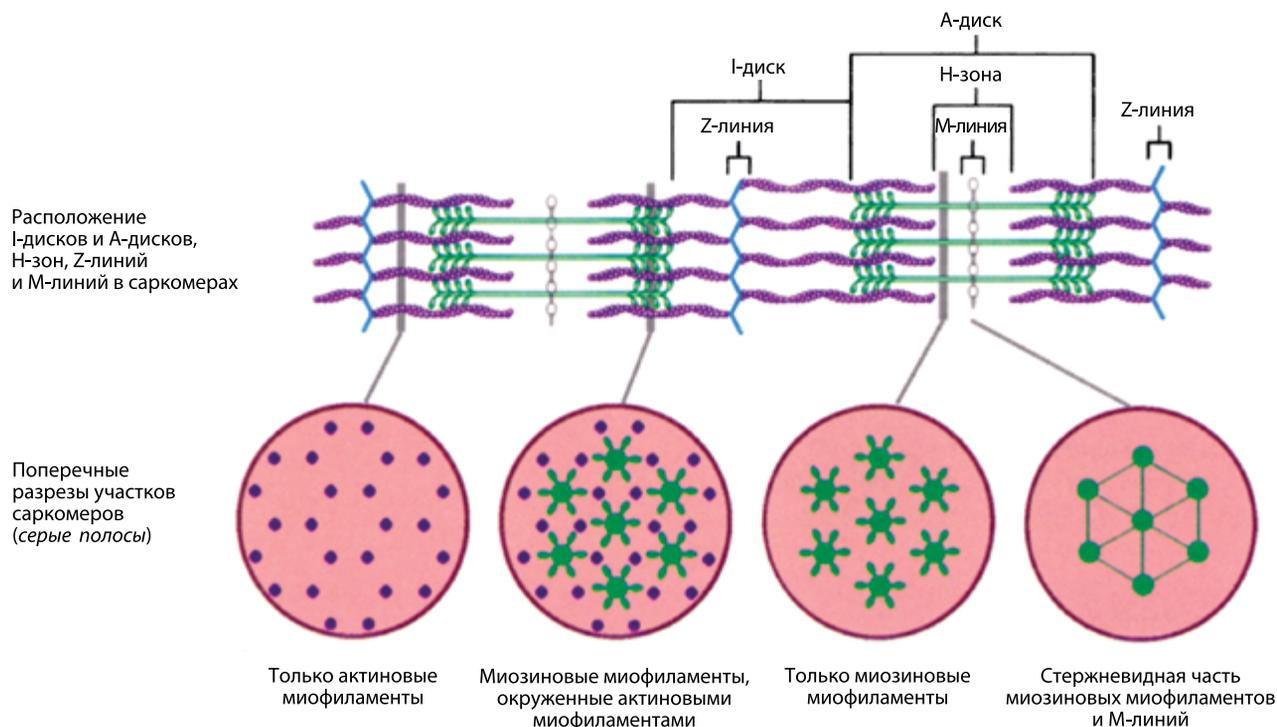


РИСУНОК 7.3 – Компоненты саркомера (Сили и др., 2007)

Миофибрилла состоит из множества функциональных единиц — саркомеров — образований, соединенных друг с другом у Z-линий и включающих все элементы, находящиеся между Z-линиями. Помимо основных белков актина и миозина, обеспечивающих сокращение мышц, в саркомерах содержатся и другие белки, в частности титин и небулин. Титин прикрепляется одним концом к Z-линии и простирается вдоль миозиновых миофиламентов до M-линии, а небулин — вдоль актиновых миофиламентов. Эти белки позволяют удерживать актин и миозин на месте, а титин, кроме того, обуславливает эластичность мышц, их способность к растягиванию и возвращению в исходное положение.

Длина саркомера составляет 2–3 мкм (1 мкм — одна миллионная метра), а в одной миофибрилле, длина которой 5 см, содержится более 20 тыс. саркомеров. При сокращении мышц саркомеры могут укорачиваться в 1,5 раза, а при растяжении — удлиняться в 3–4 раза (McBride, 2017).

На рисунке 7.4 представлен процесс сокращения саркомера. Актиновые и миозиновые компоненты как в сокращённой, так и расслабленной мышце имеют одинаковую длину. Во время сокращения актиновые миофиламенты скользят вдоль миозиновых, в результате чего саркомер укорачивается, и Z-линии сближаются. Одновременно сужаются H-зоны и I-диски. В полностью сокращённой мышце H-зона исчезает.

Механизм мышечного сокращения

Стимулом для мышечного сокращения является нервный импульс, который генерируется двигательными нервными центрами спинного или головного мозга. Распространяясь вдоль мембран аксонов, совокупность которых образует двигательный нерв, возбуждение через нервно-мышечные контакты (синапсы) передается на мембрану мышечного волокна. Следствием этого является активация ряда процессов, которые приводят к скольжению актиновых филаментов относительно миозиновых, что приводит к уменьшению длины саркомеров и всей мышцы в целом.

Энергетическим источником для мышечного сокращения является АТФ. Фермент АТФаза, расположенный на головке миозина, расщепляет АТФ, а образующаяся энергия используется для скольжения актиновых миофиламентов относительно миозиновых. В состоянии покоя головки миозина вытянуты и не взаимодействуют с актиновыми миофиламентами. Нервный импульс формирует потенциал действия в сарколемме мышечного волокна. По мере распространения по мышечному волокну импульс запускает механизм освобождения Ca^{2+} , который связывается с молекулами тропонина на актиновых миофиламентах. Далее освобожденный от блокады активный участок актина вследствие крайне высокого сродства к миозину образует с его головками поперечные мостики. Одновременно фермент АТФаза, расположенный на головке миозина, расщепляет АТФ с образованием АДФ и фосфата. Освобожденная в результате этой реакции энергия позволяет головке миозина прикрепиться к актиновому миофиламенту, а поперечному мостику, изменяя угол примерно с 90° до 45° , обеспечивать скольжение актинового миофиламента поверх миозинового по направлению к центру саркомера. Затем, в результате расщепления АТФ, поперечный мостик высвобождается, а молекула миозина возвращается в исходное положение для формирования очередного мостика и повторения цикла. Таким образом, в каждом цикле может быть выделена ударная фаза — движение молекулы миозина при прикрепленном мостике — и возвратная — возвращение головки миозина в исходное положение. В ходе односекундного сокращения чередование этих фаз происходит сотни раз.

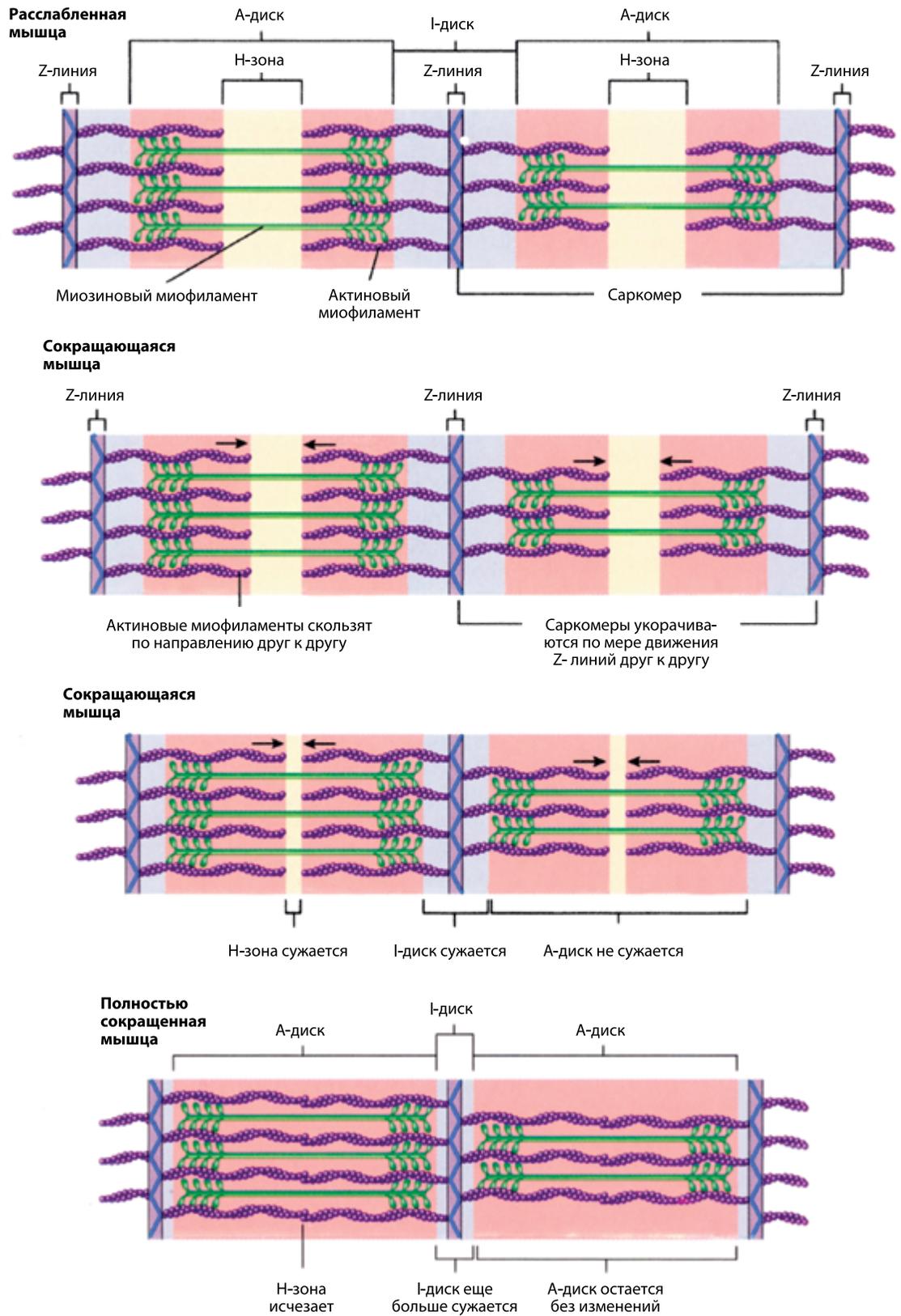


РИСУНОК 7.4 –
Сокращение саркомера
(Сили и др., 2007, переработано)

Когда поток нервных импульсов по двигательному нерву, иннервирующему мышцу, прекращается, Ca^{2+} активно транспортируется в саркоплазматическую сеть. Высвобождение от Ca^{2+} устраняет способность актинового миофиламента к образованию поперечных мостиков. АТФ больше не расщепляется, мышечные миофиламенты возвращаются в исходное положение, а мышца расслабляется.

Описанный процесс характерен для концентрических сокращений, когда мышца укорачивается. При эксцентрических сокращениях АТФ-комплексы поперечных мостиков создаются и распадаются для скольжения миофиламентов в обратном направлении. При изометрическом напряжении актиновые миофиламенты неподвижны, а поперечные мостики активированы для обеспечения напряжения.

Активное напряжение, т. е. усилие, которое возникает при сокращении мышцы, зависит от её растяжения. Если в результате чрезмерного растяжения мышцы не происходит взаимного перекрытия актиновых и миозиновых миофиламентов или оно мало, стимулирование мышцы приводит к незначительному активному напряжению. Незначительное напряжение производит и сокращенная мышца, поскольку в её мышечных волокнах отсутствует скольжение актиновых и миозиновых миофиламентов. При оптимальном растяжении мышцы, позволяющем развить максимальное активное напряжение, происходит частичное перекрытие актиновых и миозиновых миофиламентов, однако остается большой свободный участок для взаимного скольжения миофиламентов и сокращения саркомера (рис. 7.5).

Незначительный электрический стимул, действующий на сарколемму мышечного волокна, потенциала действия не вызывает и сокращения волокна не происходит. Такой стимул обозначается как предпороговый. Электрический стимул, при котором возникает потенциал действия, приводящий к сокращению мышечного волокна, называется пороговым. Дальнейшее увеличение стимула вызывает такой же потенциал действия и, естественно, аналогичное сокращение волокна. Потенциал действия представляет собой электрохимическое явление, а сокращение мышц — механическое.

Мышечные волокна входят в состав конкретной двигательной единицы — группы мышечных волокон, иннервируемой одним мотонейроном, каждое из которых состоит из мышечных волокон определенного типа. Строение и функции мотонейронов соответствуют строению и функциям объединяемых ими мышечных волокон. Мотонейрон медленносокращающейся двигательной единицы объединяет группы из 10–180 МС-волокон и имеет небольшое клеточное тело. Мотонейрон быстросокращающейся двигательной единицы иннервирует от 300 до 1000 БС-волокон и отличается большим клеточным телом и большим количеством нервных отростков (Энока, 2000). Как отдельное волокно, так и совокупность волокон, входящих в двигательную единицу, при достижении порогового стимула сокращается одновременно, производя постоянную силу. Сила, которую способна развить двигательная единица, обуславливается количеством образующих её мышечных волокон.

Мотонейроны, иннервирующие небольшое количество мышечных волокон, обеспечивают тонкое управление движениями, что характерно для мышц кисти. В мышцах, участвующих в грубых движениях, не требующих тонкой дифференциации их деятельности, мотонейроны могут иннервировать до 1000 и более мышечных волокон.

Мотонейроны сгруппированы в столбчатые спинномозговые ядра, называемые пулами мотонейронов, или моторными ядрами. Все мотонейроны, включенные в моторное ядро, иннервируют одну мышцу, а все мотонейроны, активирующие конкретную мышцу, находятся в одном моторном ядре. Таким образом, между моторным ядром и мышцей существует однозначная прямая связь (Knierim, 2020).

В отличие от мышечных волокон и двигательных единиц скелетная мышца способна к проявлению силы в широком диапазоне в зависимости от величины стимула. При относительно небольших стимулах, однако способных образовывать потенциал действия, активизируются одна или несколько двигательных единиц. С увеличением стимулов рекрутируется все большее количество двигательных

ных единиц, а максимальные стимулы вызывают потенциалы действия во всех аксонах мышечных волокон. Процесс увеличения количества вовлечённых в работу двигательных единиц по мере увеличения стимула называется суммацией двигательных единиц (см. рис. 7.5). Под влиянием специальной тренировки происходит ускорение процесса суммации двигательных единиц, что важно для эффективного выполнения движений взрывного характера, требующих максимальной активизации мышц в кратчайшее время.

Во время максимальных сокращений все двигательные единицы мышц и, естественно, все мышечные волокна сокращаются и суммируются относительно синхронно. Однако при работе меньшей интенсивности двигательные единицы сокращаются и суммируются асинхронно, т.е. часть из них сокращается, а часть расслабляется. Эффективная синхронизация двигательных единиц обуславливает плавность, координированность и экономичность движений.

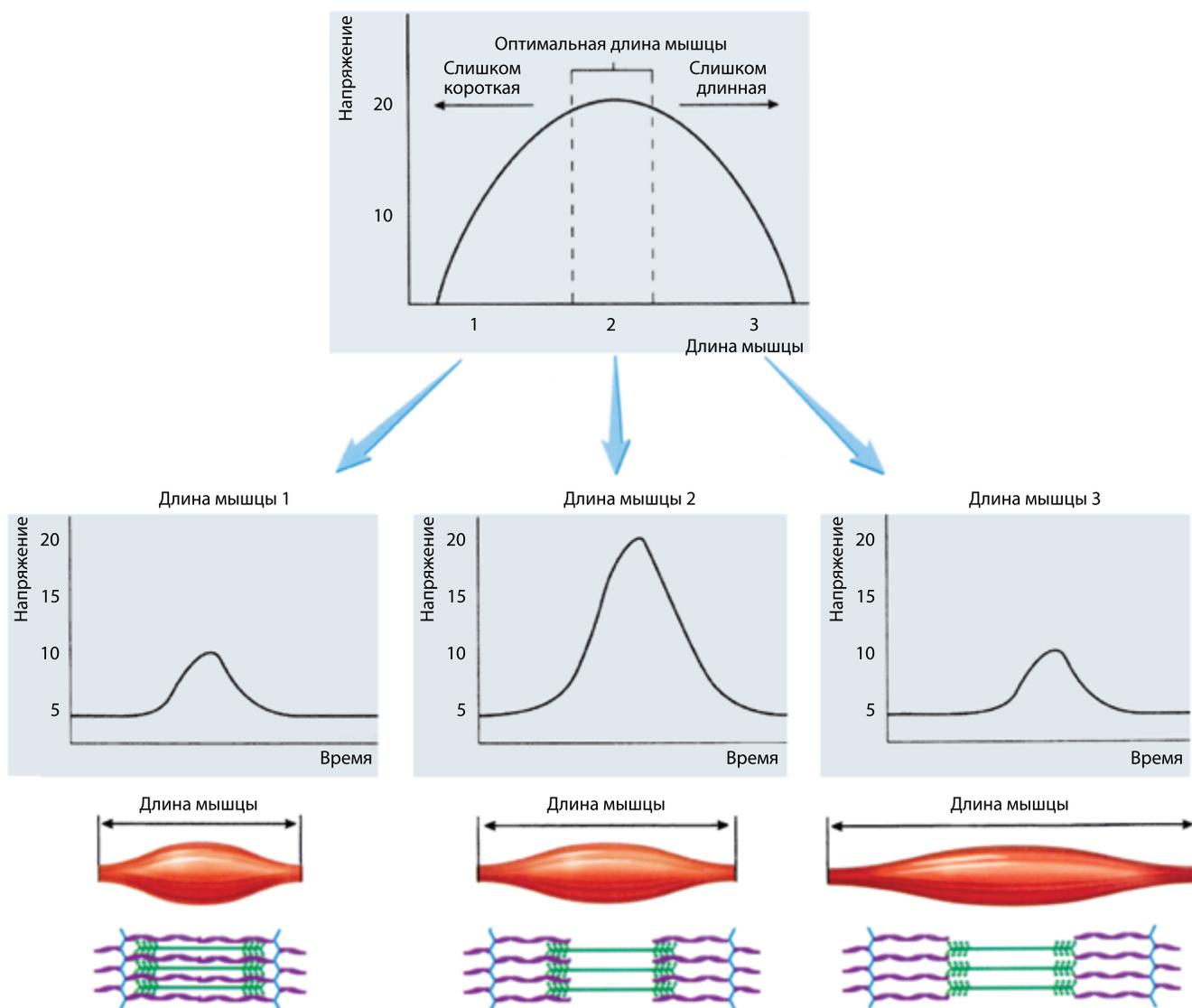


РИСУНОК 7.5 – Длина мышцы и напряжение (VanPutte et al., 2017)

Структурно-функциональные особенности двигательных единиц мышц

Все двигательные единицы скелетных мышц функционируют одинаково. Однако они существенно различаются по размеру, морфологическим и метаболическим характеристикам, функциональным возможностям. Среди факторов, определяющих эти различия, основное место отводится типу мышечных волокон, образующих конкретную двигательную единицу. Согласно общепринятой биохимической классификации, мышечные волокна подразделяются на медленносокращающиеся (МС), отличающиеся высокими оксидативными возможностями, быстросокращающиеся с умеренно выраженной оксидативной способностью (БСа) и быстросокращающиеся с хорошо развитой гликолитической мощностью и ёмкостью и низкими оксидативными возможностями (БСб).

МС-волокна отличаются небольшой скоростью сокращения, большим числом митохондрий («энергодентр» клетки), высокой активностью оксидативных энзимов, широкой васкуляризацией (большое количество капилляров), высоким потенциалом накопления гликогена. БС-волокна имеют менее развитую сеть капилляров, меньшее число митохондрий, высокую гликолитическую способность, высокую активность неоксидативных энзимов и более высокую скорость сокращения.

В БС-волокнах активность аденозинтрифосфатазы (АТФазы) — группы ферментов, катализирующих отщепление от АТФ одного или двух остатков фосфорной кислоты с высвобождением энергии, исключительно велика, что обеспечивает быстрое сокращение волокон. С активностью этих мышечных волокон связана исключительно высокая концентрация лактата в крови при напряженной мышечной деятельности, которая может достигать $25\text{--}30\text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$ (Herda, Cramer, 2016).

В МС-волокнах активность АТФазы низкая, в связи с чем энергообразование в них совершается медленно. Ферментативное расщепление АТФ считается одним из важных факторов, определяющих присущую мышце скорость сокращения. Ферменты, которые расщепляют сахар и жиры, активны в МС-волокнах, что позволяет объяснить весьма существенные различия между типами волокон (Эвартс, 1984; Wilmore et al., 2009).

БСа-волокна отличаются высокими сократительными способностями и одновременно обладают достаточно выраженной сопротивляемостью утомлению. Эти волокна хорошо подвержены тренировке на выносливость. Активность БСб-волокон связана с использованием анаэробных источников энергии, быстрой утомляемостью и низким уровнем выносливости (VanPutte et al., 2017).

В среднем отмечается примерно равное соотношение МС- и БС-волокон. Однако у пловцов, склонных к достижениям на спринтерских дистанциях, процент БСа- и БСб-волокон значительно выше — до $65\text{--}70\%$ и более. У стайеров, напротив, преобладают мышечные МС-волокна, процент которых может достигать $70\text{--}75\%$ и более.

Соотношение мышечных волокон разных типов детерминировано генетически. Вероятно, структура мышечного волокна, соотношение волокон различного типа заложены на уровне ДНК и в значительной мере определяются особенностями нейромышечной регуляции, о чем вполне убедительно свидетельствуют исследования, в которых изучалось влияние на изменение типа мышечного волокна перекрестной иннервации (Staron, Pette, 1990). Таким образом, генетически заданный тип иннервации обеспечивает формирование фенотипа мышечной ткани, которая лишь в относительно узких границах может быть модифицирована напряженной тренировкой (Diskhuth, 2004; Kenney et al., 2021).

В последние десятилетия в связи с развитием биохимии и морфологии появилась возможность значительно глубже изучить структуру и функции мышечных волокон и двигательных единиц мышц, расширить представления об особенностях их адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам.

Наиболее общие представления о структуре и функциональных возможностях различных типов мышечных волокон приведены в таблице 7.1. Отметим лишь, что пиковая выходная мощность при сокращении БС-волокон примерно в четыре раза превышает производимую МС-волокнами, что в основном связано со скоростью их сокращения (Faulkner, 1986; Kenney et al., 2021).

МС-волокна содержат большое количество миоглобина — пигмента темно-красного цвета, напоминающего гемоглобин, который присоединяет кислород и выполняет роль его депо. В том случае, когда кровь не обеспечивает доставки адекватного количества кислорода, миоглобин усиливает способность волокон к аэробному дыханию.

БС-волокна, по сравнению с МС-волокнами, значительно быстрее реагируют на нервное стимулирование и значительно быстрее расщепляют АТФ, что обеспечивает более быстрое образование и функционирование поперечных мостиков и сокращение саркомеров. Небольшое количество миоглобина предопределяет белый цвет БС-волокон. БС-волокна содержат большое количество гликогена, который используется в гликолитическом анаэробном процессе. Для них характерна и значительно бóльшая по сравнению с МС-волокнами концентрация АТФ и КрФ (Herda, Cramer, 2016).

О решающей роли БС-волокон в обеспечении высокой работоспособности в спринтерских видах свидетельствуют различия в снижении концентрации мышечного гликогена в различных типах мышечных волокон. 30-секундная работа максимальной интенсивности приводит к значительно более интенсивному его расходованию в БС-волокнах по сравнению с МС-волокнами (Greenhaff et al., 1992).

МС-волокна содержат большое количество коллагена, который является «строительным материалом» соединительной ткани. Это приводит к тому, что эластичность МС-волокон ниже, чем БС-волокон. Однако это не нарушает функции МС-волокон, так как они сокращаются медленнее. Более высокая пластичность БС-волокон способствует более быстрым и мощным сокращениям (Fox et al., 1993).

У спортсменов, по сравнению с неспортсменками, мышечные волокна более крупные, однако значительно мельче, чем у спортсменов-мужчин, занимающихся такими же видами спорта. У женщин размер МС-волокон по отношению к БС-волокнам, как правило, больше, чем у мужчин. Что же касается соотношения размеров БС- и МС-волокон у мужчин и женщин одной и той же спортивной специализации, то здесь различий не обнаружено (Fox et al., 1993; Kraemer, 2017).

ТАБЛИЦА 7.1 – Структурные и функциональные характеристики разных типов мышечных волокон

Характеристики волокна	Тип волокна		
	МС	БСа	БСб
Невральные			
Размер мотонейрона	Небольшой	Большой	Большой
Пороговый стимул	Низкий	Высокий	Высокий
Скорость проводимости	Низкая	Высокая	Высокая
Структурные			
Диаметр волокна	Небольшой	Большой	Большой
Содержание миоглобина	Высокое	Среднее	Низкое
Плотность митохондрий	Высокая	Средняя	Низкая
Плотность капилляров	Высокая	Средняя	Низкая
Развитие саркоплазматического ретикулума	Низкое	Высокое	Высокое
Энергетические субстраты			
Запасы креатинфосфата	Небольшие	Большие	Большие
Запасы гликогена	Небольшие	Большие	Большие
Ферментативная активность			
Активность гликолитических ферментов	Низкая	Высокая	Высокая
Активность окислительных ферментов	Высокая	Средняя	Низкая
Метаболизм			
Аэробный	Высокий	Средний	Низкий
Анаэробный	Низкий	Средний	Высокий
Функциональные			
Скорость сокращения	Низкая	Высокая	Высокая
Сила сокращения	Низкая	Высокая	Высокая
Сопrotивляемость утомлению	Высокая	Низкая	Низкая
Экономичность	Высокая	Низкая	Низкая

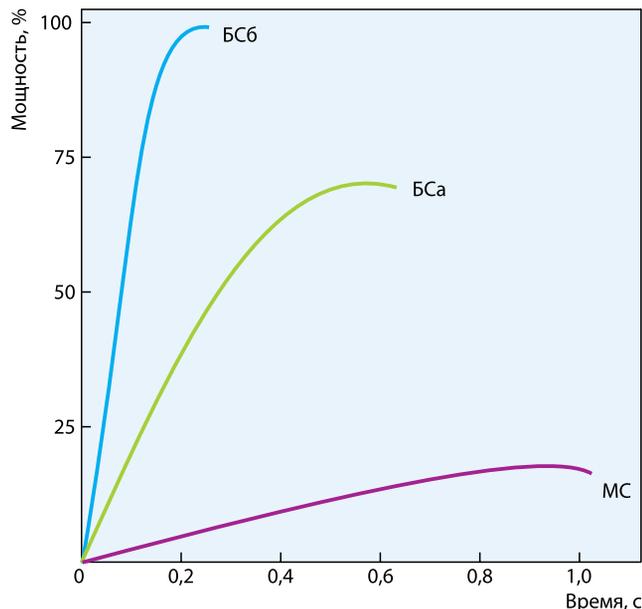


РИСУНОК 7.6 – Время достижения максимальных показателей мощности мышечных волокон разных типов

ли 45 девушек и 70 юношей 16 лет (рис. 7.7). Среди БС-волокон преобладают волокна типа БСа (30–35%). БСб-волокон значительно меньше – 12–15%. При этом следует указать, что в мышцах у женщин, в отличие от мужчин, реже превалирует какой-либо один тип волокон (Thorstensson et al., 1977). Однако результаты отдельных исследований позволяют говорить о том, что определенная часть БС-волокон заложена в человеке, однако подавлена в процессе генотипической и фенотипической адаптации. В этой части мышечных волокон могут происходить изменения под влиянием генно-инженерных манипуляций, что вызывает особое беспокойство в свете перспектив в борьбе с генным допингом (Diskhuth, 2004).

У одного человека наблюдается относительная однородность структуры различных мышц. Однако наряду со структурной схожестью отдельных мышц конкретного индивидуума могут отмечаться и существенные различия, обусловленные функцией, которую обычно выполняет мышца, и требованием, диктуемым этой функцией мышечным волокнам определенного типа (Hunter, Harris, 2008). Так, четырехглавая и икроножная мышцы нижних конечностей, дельтовидная и двуглавая мышца плеча имеют примерно одинаковые соотношения БС- и МС-волокон. В то же время камбаловидная мышца содержит МС-волокон на 25–40% больше по сравнению с другими мышцами нижних конечностей, а трехглавая мышца плеча – на 10–30% больше, чем мышцы пояса верхней конечности (Hanson, 1974). Небольшие различия (до 5–10%) могут наблюдаться при

Время, необходимое для максимального напряжения БС-волокон, обычно не превышает 0,1–0,2 с, в то время как МС-волокна способны развить максимальное напряжение лишь через 0,8–1,0 с (рис. 7.6). Активность анаэробных ферментов БС-волокон может в несколько раз превышать активность этих ферментов в МС-волокнах. В то же время активность аэробных ферментов в МС-волокнах примерно в 2 раза превышает аналогичные показатели БС-волокон (Мохан и др., 2001; VanPutte et al., 2017). В результате сократительные способности БСб-волокон намного (по некоторым данным до 10 раз; Brewer, 2017) превышают доступные для МС-волокон.

Говоря о пропорциях различных мышечных волокон у человека, следует отметить, что и у мужчин, и у женщин МС-волокон несколько больше (по данным разных авторов – от 52 до 55%). Это достаточно ярко иллюстрируют результаты исследований, в которых участвовали

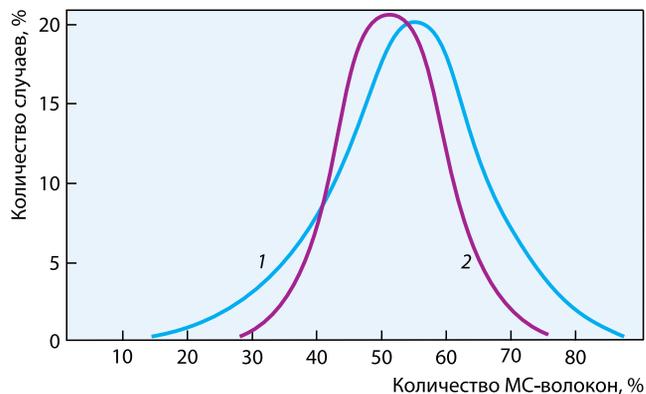


РИСУНОК 7.7 – Распределение мышечных МС-волокон у 16-летних: 1 – юноши; 2 – девушки (Heiss et al., 1975)

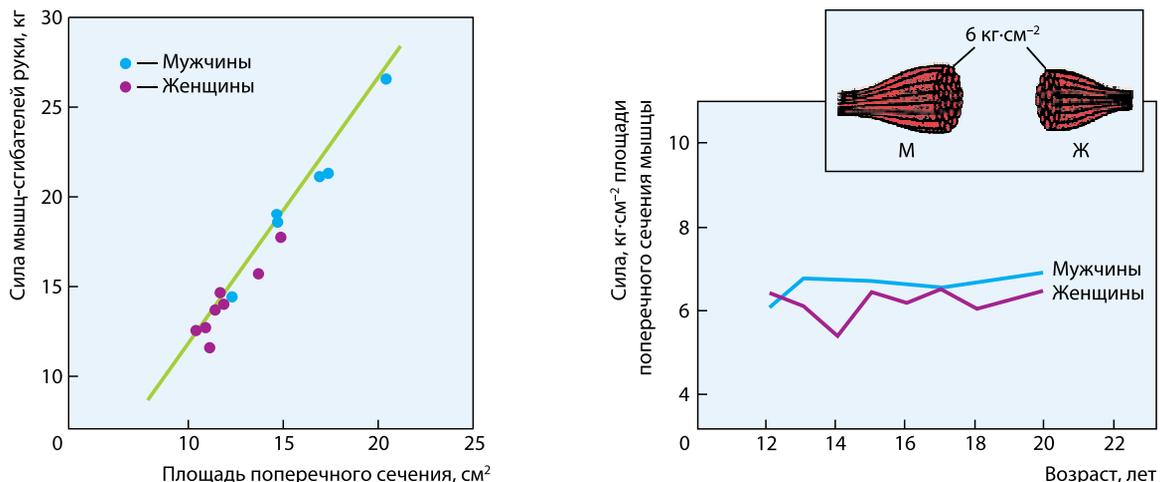


РИСУНОК 7.8 – Зависимость между площадью поперечного сечения мышцы и её силовыми возможностями при сгибании руки в локтевом суставе (Fox et al., 1993)

сравнении результатов проб, относящихся к центральной и периферической частям мышцы: центральная часть мышцы может содержать больше МС-волокон (De Vries, Houch, 1994).

Важно отметить, что структура и возможности мышечных волокон не зависят от пола спортсменов. Зависимость между площадью поперечного сечения и силой является идентичной у мужчин и женщин: на единицу площади поперечного сечения мышцы у мужчин и женщин приходится один и тот же уровень силы (примерно 6 кг·см⁻²) (рис. 7.8).

Спортивная специализация и структура мышечной ткани

У спортсменов высокого класса наблюдаются различные соотношения мышечных волокон в мышцах, несущих основную нагрузку в данном виде спорта (рис. 7.9). У спринтеров отмечается высокий процент БС-волокон, у спортсменов, специализирующихся на длинные дистанции, преобладают МС- волокна. Существует строгая зависимость между количеством БС- и МС-волокон в мышечной ткани и спортивными достижениями на спринтерских и стайерских дистанциях. У выдающихся спортсменов не просто преобладают БС- или МС-волокна, а часто наблюдается подавляющее большинство соответствующих волокон. Например, у известного пловца-стайера в дельтовидной мышце оказалось 9% БС-волокон и 91% МС-волокон (Counsilman, 1980). Среди легкоатлетов отмечались случаи, когда количество БС-волокон в икроножной мышце бегунов-спринтеров достигало 92%, а у бегунов-стайеров эта мышца на 93–99% состояла из МС-волокон (Уилмор, Костилл, 2001).

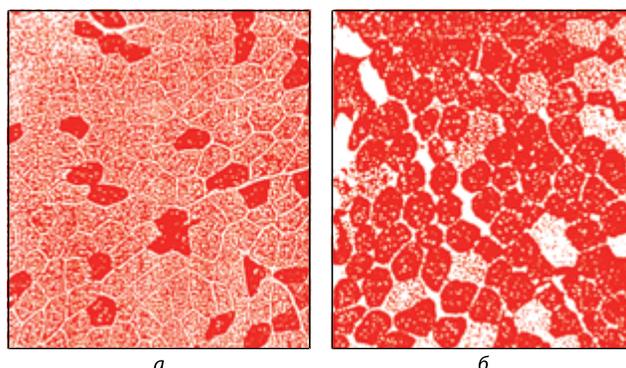


РИСУНОК 7.9 – Соотношение БС- (светлые) и МС-волокон (красные) в латеральной широкой мышце бедра у пловца-спринтера (а); и велосипедиста-шоссейника (б) (Billater, Hoppeler, 1992)

У спортсменов, показывающих высокие результаты в видах спорта, требующих выносливости к длительной работе, отмечается достаточно высокий процент БСа-волокон и незначительный процент БСб-волокон в мышцах, несущих основную нагрузку в тренировочной и соревновательной деятельности. В то же время в мышцах, не несущих нагрузки в данном виде спорта, отмечается нормальное содержание БСб-волокон. Так, в икроножной мышце бегунов на длинные дистанции было в среднем 67,1% МС-волокон, 28,0% — БСа-волокон и всего 1,9% — БСб-волокон; в дельтовидной мышце — 68,3% МС-волокон, 14,3% — БСа-волокон и 17,4% — БСб-волокон (Jansson, Kaiser, 1977). Это является достаточно веским основанием для предположения, что исчезновение БСб-волокон — часть адаптивной реакции организма при тренировке выносливости.

Изменения в мышечных волокнах под влиянием нагрузок различной величины и направленности

Интенсивная тренировка определенной направленности (развитие выносливости к длительной работе, скоростно-силовой) приводит к существенному изменению морфологических, физиологических и биохимических свойств мышечных волокон. Под влиянием напряженной тренировки, направленной на повышение выносливости к работе аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера, трансформация свойств мышечных волокон различных типов происходит в следующем порядке: БСб-волокна приобретают свойства БСа-волокон, а БСа-волокна — свойства МС-волокон. Скоростно-силовая тренировка вызывает обратный процесс: МС-волокна приобретают свойства БСа-волокон, а БСа-волокна — свойства БСб-волокон.

Возможности влияния напряженной тренировки различной направленности на перестройку МС- и БСб-волокон ограничены. С одной стороны, напряженная скоростная и скоростно-силовая тренировка оказывают небольшое влияние на анаэробный потенциал МС-волокон. С другой стороны, тренировка, направленная на повышение возможностей кислородтранспортной системы, незначительно сказывается на аэробных способностях БСб-волокон. Что же касается БСа-волокон, то под влиянием напряженной тренировки аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера оксидативные возможности этих волокон могут существенно возрастать в результате изменений как структурного, так и функционального порядка. Изменяются эти волокна и под влиянием интенсивной скоростной и скоростно-силовой работы, что проявляется в увеличении мощности и ёмкости анаэробного процесса (Carl, 2008).

Оба типа мышечных волокон имеют характеристики, которые могут быть изменены в процессе тренировки. Размеры и объём БС-волокон увеличиваются под влиянием тренировки скоростного, скоростно-силового и силового типа, в результате чего их процентное соотношение в площади поперечного сечения мышцы возрастает. Одновременно повышается их гликолитическая способность. При тренировке на выносливость увеличиваются размеры МС-волокон (до 15–20%), а оксидативный потенциал МС-волокон может возрасти в 2–4 раза.

У людей, не занимающихся спортом, среднее количество капилляров вокруг МС- и БСа-волокон составляет 3–4, а вокруг БСб-волокон — 2–3. У пловцов высокого класса, выступающих на длинных дистанциях, в дельтовидных мышцах были обнаружены МС-волокна, каждое из которых снабжалось 5–6 капиллярами (Nygaard, Goricke, 1976). Эффект напряженной тренировки аэробного и смешанного (аэробно-анаэробного) характера проявляется в увеличении количества капилляров на мышечное волокно или на квадратный миллиметр мышечной ткани. Здесь выявляются два

механизма: увеличение количества капилляров; если же возможности этого механизма исчерпаны или невелики, происходит уменьшение размера мышечных волокон (Hoppeler et al., 1990; Wilmore et al., 2009).

Длительная и напряженная тренировка аэробной направленности приводит к изменению соотношения волокон различных типов. Об этом косвенно свидетельствуют результаты многочисленных исследований композиции мышечной ткани, несущей основную нагрузку в тренировочной и соревновательной деятельности в сравнении с тканью, не подвергавшейся активной тренировке. У пловцов-стайеров в дельтовидной мышце регистрировалось до 60–70 % МС-волокон, а в мышцах бедра таких волокон было не более 45–60 %. У велосипедистов-шоссейников, лыжников, бегунов-стайеров картина противоположная: в икроножной мышце регистрировалось до 60–80 % и более МС-волокон, а в дельтовидной мышце и трехглавой мышце плеча их количество у этих же спортсменов не превышало 50–60 %.

МС-волокна очень слабо подвержены скоростной тренировке. Так, спортсмены, в мышцах которых содержится малое количество БС-волокон, слабо приспособляются к скоростной работе даже после напряженной тренировки скоростного характера. Например, высота прыжка вверх у таких спортсменов, специализирующихся в плавании, обычно не превышает 45–50 см, в то время как у спортсменов с большим количеством БСа- и БСб-волокон она редко бывает ниже 70 см (Counsilman, 1980).

Рассматривая гипертрофию мышечных волокон в качестве одного из основных путей адаптации мышц, следует указать, что, с одной стороны, гипертрофия МС-волокон, связанная прежде всего с увеличением размеров миофибрилл, возрастанием количества и плотности митохондрий, приводит к увеличению удельного веса МС-волокон в мышечной массе и, как следствие, к повышению выносливости и уменьшению скоростных способностей мышц. С другой стороны, гипертрофия БС-волокон приводит к увеличению их удельного веса в мышце по сравнению с МС-волокнами и способствует повышению её скоростного потенциала (De Vries, Houch, 1994). При этом характер нагрузки определяет, какие из мышечных волокон претерпевают большие изменения. Продолжительные нагрузки относительно невысокой интенсивности преимущественно приводят к увеличению объёмной плотности митохондрий МС- и БСа-волокон. Интенсивная интервальная работа максимальной и околомаксимальной мощности в основном способствует возникновению изменений в БСа- и БСб-волокнах (Dudley et al., 1982; Виру и др., 1993). Гипертрофия мышцы связана с рядом изменений, в числе которых прежде всего следует отметить увеличение резервов актиновых и, особенно, миозиновых нитей (Macintosh et al., 2006).

Долгое время считалось, что количество мышечных волокон в каждой мышце детерминировано генетически и остается неизменным в течение всей жизни. Во многих работах отмечается возможность гиперплазии мышц в ответ на большие физические нагрузки. Однако вопрос о возможности гиперплазии мышечных волокон под влиянием тренировки все же не является до конца решенным. Действительно, при гипертрофии мышечные волокна могут расщепляться, но есть доказательства того, что расщепление не касается всей длины мышечного волокна и не может являться основанием для утверждения, что имеет место процесс гиперплазии, т. е. деления и увеличения общего количества мышечных волокон. Это дает основание предположить, что количество мышечных волокон у человека является генетически детерминированным и в результате тренировки не изменяется. Косвенным подтверждением этого является и факт, согласно которому увеличение площади поперечного сечения мышечных волокон происходит строго пропорционально увеличению площади поперечного сечения всей мышцы (Мак-Комас, 2001; Kenney et al., 2021).

Принципиально важным вопросом для спортивной практики является возможность трансформации мышечного фенотипа — преобразования волокон одного типа в волокна другого. Структура и функциональные возможности мышечных волокон различного типа обуславливаются особенностями их нервной регуляции, которая и определяет, будет ли данное волокно иметь свойства быстросокращающегося или медленносокращающегося. Если БС-волокна стимулируются по принципу нервной стимуляции импульсами, характерными для МС-волокон, то в них повышается активность оксидативных ферментов. И наоборот, стимуляция МС-волокон по принципу БС-волокон приводит к повышению активности гликолитических ферментов (Pette, 1984).

Исследования на животных показали, что стимуляция БС-волокон путем переноса в нерв (с помощью специальных электродов) электроимпульсов с частотной характеристикой, соответствующей стимуляции МС-волокон, приводит к изменению структурных и функциональных свойств волокон (Brown et al., 1983). Вокруг мышечных волокон увеличивается плотность капилляров (Hudlicka et al., 1980), повышается содержание миоглобина (Pette, 1984), что приводит к изменению цвета бледных волокон, которые становятся ярко-красными. Оксидативные способности волокон повышаются за счёт увеличения активности ферментов, окисляющих субстраты. Одновременно угнетается анаэробная способность волокон в связи со снижением активности ферментов, участвующих в процессе гликолиза (Buchegger et al., 1984).

Адаптация различных типов мышечных волокон находится в строгой зависимости от направленности тренировочного процесса. Например, у пловцов, специализирующихся на длинные дистанции, не только отмечается большой процент МС-волокон, но и их существенная гипертрофия (до 15–20 %) при одновременной атрофии и перестройке БСб- и БСа-волокон. В результате при среднем проценте МС-волокон у пловцов-стайеров около 65–70 они могут занимать до 75–80 % и более общего поперечного сечения мышц, несущих основную нагрузку при плавании. Увеличение объёма МС-волокон в результате тренировки стайерского типа сопровождается и рядом других изменений, происходящих в мышечной ткани. Одним из важнейших является значительное увеличение количества капилляров в работающих мышцах. Важно отметить, что рост новых капилляров в результате работы, направленной на повышение выносливости, отмечается вокруг не только МС-волокон, а и БСа- и даже БСб-волокон. Правда, изменения в БСб-волокнах выражены в значительно меньшей мере, чем в МС- и БСа-волокнах.

В результате резко возрастает ёмкость капиллярного ложа, что ускоряет процесс доставки кислорода и питательных веществ к мышечным волокнам и выведения остаточных продуктов метаболизма. Основным эффектом увеличения капилляризации мышц является замедление кровотока через капилляры, что способствует улучшению передачи кислорода в мышечные волокна, увеличению артериовенозной разницы.

Известно, что БС-волокна используют в единицу времени намного больше энергии, чем МС-волокна. Воздействие напряженной тренировки, направленной на повышение аэробных возможностей, приводит к определенной трансформации БС-волокон, приданию им свойств, характерных для МС-волокон, что представляет собой определенный вид экономизации функций, так как создает условия для выполнения продолжительной работы с меньшими затратами энергии (Streter et al., 1982). Однако эта экономизация связана с существенным уменьшением скорости сокращений (Pette, 1984; Robergs, Roberts, 2002).

Таким образом, тренировка на выносливость способна повысить возможности окислительного пути энергообеспечения не только БСа-, но и, в некоторой степени, БСб-волокон. Более того,

у спортсменов, тренированных на выносливость, БСа-волокна по своим окислительным способностям могут даже превышать показатели МС-волокон, характерные для нетренированного человека. Большие объёмы работы на развитие выносливости могут даже привести к такой трансформации БСб-волокон, что их вообще не удастся обнаружить в поперечном срезе мышцы. Естественно, что эти изменения приводят к резкому снижению скоростно-силовых возможностей мышц. Специалисты считают, что восстановление мышечных БС-волокон в принципе возможно, однако требует длительной специальной тренировки.

Вместе с тем никакой специальной тренировкой, связанной с развитием выносливости, невозможно добиться в БС-волокнах таких изменений, которые характерны для хорошо тренированных МС-волокон, и при прочих равных условиях спортсмены с большим количеством МС-волокон всегда будут иметь преимущество на длинных дистанциях над спортсменами, у которых таких волокон значительно меньше.

В зависимости от типа мышечных волокон их гипертрофия под влиянием силовой тренировки носит избирательный характер. Силовая тренировка, направленная на повышение мышечной силы за счёт гипертрофии мышечной ткани, приводит к увеличению поперечного сечения всех типов мышечных волокон. Однако наиболее интенсивно этот процесс происходит в БС-волокнах.

Для спортивной практики важным является вопрос и о времени, в течение которого происходит морфофункциональная перестройка мышечных волокон различного типа под влиянием напряжённой специфической тренировки. Первые серьёзные изменения отмечаются уже на второй неделе, а после одного месяца напряжённой тренировки проявляется весь комплекс адаптационных реакций морфологического, функционального и биохимического характера. 8–10-недельная тренировка уже позволяет достичь устойчивой адаптации.

Координация деятельности двигательных единиц – важный механизм адаптации мышц к физическим нагрузкам

Эффективная работа, направленная на совершенствование функциональных возможностей мышц, может быть осуществлена лишь на основе четкого понимания механизмов нервной регуляции их деятельности. Усиление активности работы мышц связано с рекрутированием необходимого объёма двигательных единиц и усилением стимуляции уже работающих мышечных волокон.

Уровень силы, развиваемой мышцей, определяется размером двигательного нейрона и типом мышечных волокон. Маленькие мотонейроны иннервируют МС-волокна, мотонейроны среднего размера – БСа-волокна, а крупные – БСб-волокна. В соответствии с принципом размера, когда на двигательные нейроны посылается сигнал на выполнение движения, рекрутируются мелкие мотонейроны и возникают потенциалы действия, приводящие к сокращению МС-волокон. По мере увеличения импульса последовательно достигается порог срабатывания БСа- и БСб-волокон (Knierim, 2020).

В настоящее время можно считать общепризнанной теорию последовательного рекрутирования двигательных единиц, предусматривающую первоочередное вовлечение в работу мелких мотонейронов и соответственно двигательных единиц. С увеличением интенсивности работы и силы нервного импульса происходит вовлечение более крупных двигательных единиц (рис. 7.10).

Между мелкими и крупными двигательными единицами существует большая разница. Например, самая крупная двигательная единица в икроножной мышце человека способна развить напря-

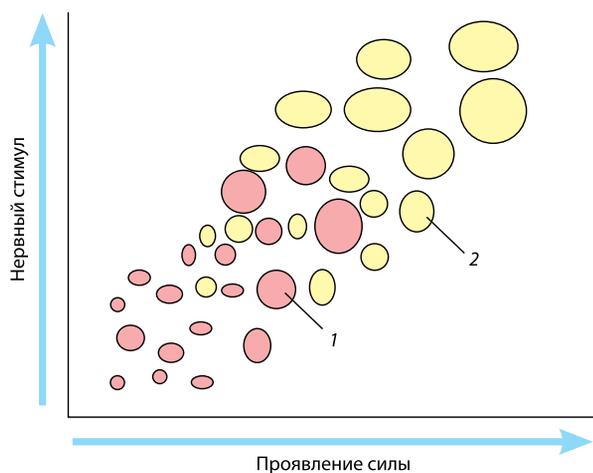


РИСУНОК 7.10 – Последовательность вовлечения двигательных единиц в зависимости от величины стимула: 1 – медленносокращающиеся двигательные единицы; 2 – быстросокращающиеся (Baechle, Earle, 2008)

это можно тем, что МС-волокна способны перемещать биозвенья с большой скоростью, но только при условии незначительных силовых проявлений (De Vries, Houch, 1994).

Известно, что работа малой и средней интенсивности (до и на уровне порога аэробного обмена) осуществляется путём вовлечения исключительно МС-волокон. Работа на уровне интенсивности, соответствующей порогу анаэробного обмена, приводит к активизации БСа-волокон. Дальнейшее увеличение интенсивности работы, сопровождающееся увеличением концентрации лактата в крови до $5\text{--}7\text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$, приводит к расширению процесса вовлечения в работу БСа-волокон. Когда интенсивность работы соответствует ЧСС $170\text{--}175\text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$ и более и концентрации лактата в крови $8\text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$ и более, в работу начинают включаться также БСб-волокна. Это

жение в 200 раз большее, чем самая мелкая. Для общего усиления работы мышц активизируются более крупные двигательные единицы, что обеспечивает большой прирост напряжения, т. е. по мере увеличения общего напряжения оно обеспечивается меньшим числом дополнительных единиц. Разумеется, при предельных или околопредельных напряжениях двигательные единицы вовлекаются не последовательно, а активизируются практически одновременно (Эвартс, 1984; Behnke, 2001).

Фактором, определяющим количество и тип необходимых для использования волокон, является величина сопротивления. Нервная система регулирует деятельность мышц в зависимости от того, какую силу должна развить мышца, а не от скорости её сокращения (рис. 7.11). Объяснить

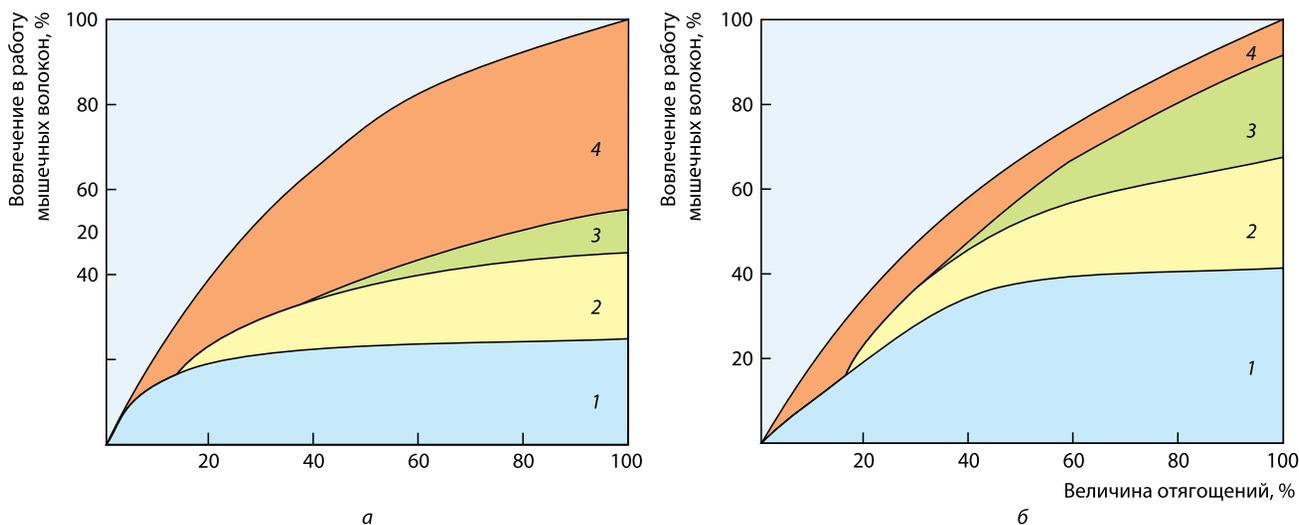


РИСУНОК 7.11 – Вовлечение в работу мышечных волокон различного типа в зависимости от интенсивности работы: а – не занимающиеся спортом; б – квалифицированные спортсмены; 1 – МС-волокна; 2 – БСа-волокна; 3 – БСб-волокна; 4 – волокна, не вовлеченные в работу

подтверждают данные, отражающие расход гликогена в мышечных волокнах при работе различной интенсивности (рис. 7.12). При выполнении работы с интенсивностью 40–60% уровня $\dot{V}O_{2max}$ преимущественно расходуется гликоген МС-волокон. Увеличение интенсивности работы связано с повышением расхода гликогена, содержащегося в БСа- и БСб-волокнах (рис. 7.13).

В тренировочной и соревновательной деятельности спортсмен часто находится в состоянии компенсированного, а затем и явного утомления.

В этих случаях его работоспособность обуславливается активизацией всех типов мышечных волокон, их анаэробной и аэробной мощностью и ёмкостью. Это указывает на необходимость работы над повышением возможностей всех типов мышечных волокон, разнообразия средств и методов тренировки.

Для максимальной активации БСб-волокон требуется предельная интенсивность работы (Wilmore, Costill, 2004). Однако из этого общего принципа имеются исключения. При очень быстрых и интенсивных рефлекторных или произвольных мышечных действиях может наблюдаться обратный порядок: двигательные единицы с высоким порогом возбуждения могут активизироваться без активизации небольших единиц с низким порогом возбуждения. Более того, может наблюдаться подавление активности двигательных единиц с низким порогом возбуждения (Mellah et al., 1990).

От одного двигательного нейрона могут иннервироваться несколько сотен мышечных волокон. Одновременно мышечные волокна обычно имеют окончания как собственного, так и смежных нейронов. Импульс, поступающий к волокнам, составляющим данную двигательную единицу, охваты-

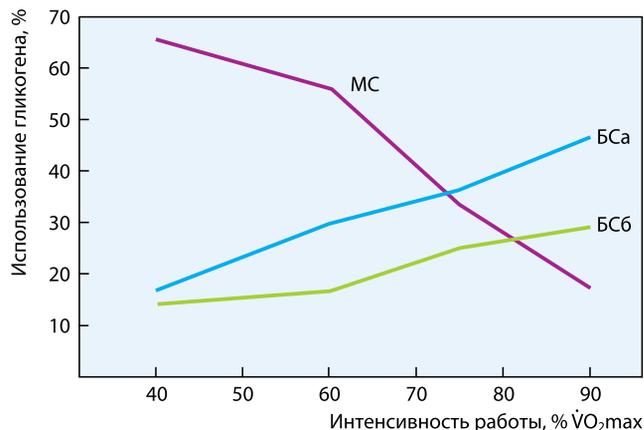


РИСУНОК 7.12 – Использование гликогена МС-, БСа- и БСб- волокнами при работе различной интенсивности (Wilmore, Costill, 2004)

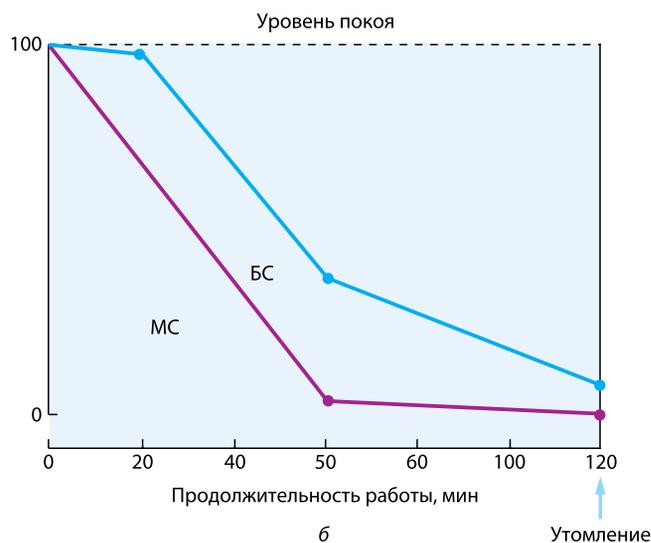
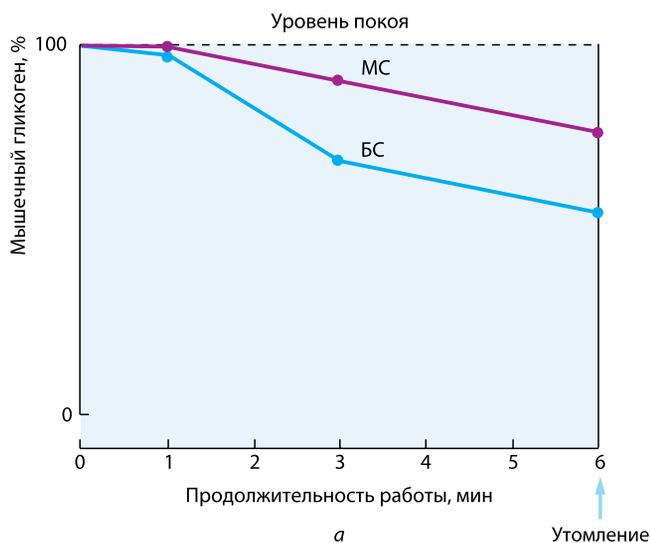


РИСУНОК 7.13 – Истощение гликогена в МС- и БС-волокнах при интенсивной кратковременной работе (а) и продолжительной работе умеренной интенсивности (б) (Fox et al., 1993)

вает и рядом расположенные двигательные единицы, число которых в крупных мышцах может достигать нескольких тысяч (Эвартс, 1984). Способность человека дифференцировать интенсивность мышечного сокращения путем включения минимально необходимого количества двигательных единиц находится в числе важнейших реакций адаптации мышц и в значительной мере обуславливает эффективность внутримышечной координации.

Продолжительная мышечная работа в случае эффективной адаптации связана с попеременным включением различных двигательных единиц. При усталости отдельных из них их функции выполняют другие, если характер работы допускает такую компенсацию, а при снижении возможностей всех двигательных единиц, участвующих в выполнении конкретной работы, поддержание работоспособности связано с усилением нервной импульсации (Зимкин, 1984). Развитие утомления и истощение запасов гликогена в МС-волокнах в процессе длительной работы невысокой интенсивности требуют для продолжения упражнения интенсивного вовлечения БСа-волокон, а в его заключительной части и БСб-волокон (Wilmore, Costill, 2004).

Не менее важной для эффективной тренировочной и соревновательной деятельности является реакция адаптации, связанная с увеличением способности ЦНС к мобилизации двигательных единиц в мышцах. При выполнении упражнений с околопредельными или предельными отягощениями удается вовлечь в работу максимально возможное количество двигательных единиц. Обуславливается это прежде всего тем, что при произвольных сокращениях проявления силы зависят от состава мышечных волокон, вовлечённых в работу, и активизации двигательных единиц: чем большее количество мышечных волокон различных типов вовлечено в работу и чем интенсивней их нервная импульсация, тем выше будут показатели развиваемой силы (Moritani, 1992).

Активация мышечных БС-волокон происходит не только при выполнении работы высокой интенсивности, но и при работе относительно невысокой интенсивности, когда истощаются запасы гликогена в мышечных МС-волокнах (Мак-Комас, 2001).

Эффект долговременной адаптации к физическим нагрузкам силового характера проявляется в резком увеличении количества двигательных единиц, вовлекаемых в работу. Так, у нетренированного человека число двигательных единиц, которые могут быть мобилизованы при максимальных силовых напряжениях, обычно не превышает 50 %, а у хорошо тренированных к силовым нагрузкам лиц процент вовлечённых в работу моторных единиц может превышать 80—90 %. В основе этого явления лежит адаптация центральной нервной системы, приводящая к повышению способности моторных центров мобилизовывать большее число мотонейронов и к совершенствованию межмышечной координации (Hoffman, 2002).

Адаптация к силовым нагрузкам связана и с увеличением скорости потенциалов действия, запускаемых двигательным нейроном. При единичном потенциале действия мышца слегка активизируется после чего сразу расслабляется, возвращаясь к состоянию покоя. Если очередной потенциал действия запускается в расслабленном состоянии мышцы, то реакция будет такой же. Если же очередной потенциал возникает до расслабления мышцы, сила сокращения суммируется. С увеличением интенсивности поступления потенциалов действия суммирование силы достигает предела (Knierim, 2020).

Ещё одним направлением адаптации мышц является улучшение межмышечной координации, связанное с совершенствованием деятельности мышц-агонистов, обеспечивающих выполнение движения; мышц-синергистов, способствующих выполнению движения, и мышц-антагонистов, препятствующих выполнению движения, а также постуральных мышц, обеспечивающих статодинамическую устойчивость тела. Рациональная координация деятельности этих групп мышц не только

обеспечивает высокую силу и скорость сокращения, точность выполнения движения, но и обуславливает экономичность работы.

Экономичность работы в той её части, где это связано с деятельностью мышц-антагонистов, зависит от эластичности мышц, подвижности в соответствующих суставах. Так, незначительная эластичность мышц-антагонистов приводит к снижению амплитуды и экономичности движений (Gambetta, 1987), затрудняет эффективную координацию деятельности мышц-агонистов и мышц-синергистов в достижении конечного заданного эффекта (Алтер, 2001).

Связь эффективности внутри- и межмышечной координации с экономичностью работы и уровнем мастерства можно проследить по показателям активности мышц спортсменов разной квалификации при выполнении стандартных нагрузок: у спортсменов высокой квалификации отмечается значительно меньшая электрическая активность мышц по сравнению с менее квалифицированными спортсменами. В то же время при выполнении предельных нагрузок у спортсменов высокого класса выявляется значительно более высокая активность мышц-агонистов и мышц-синергистов по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, или спортсменами невысокой квалификации. В отношении мышц-антагонистов проявляется обратная зависимость: чем выше квалификация спортсмена, тем меньше активность мышц.

В результате специальной тренировки сила увеличивается в 1,5–2,5 раза быстрее по сравнению с увеличением мышечной массы (Hollmann, Hettinger, 1980). Существует два относительно самостоятельных механизма повышения силы. Первый механизм связан с морфофункциональными изменениями в мышечной ткани — гипертрофией мышечных волокон; второй предусматривает совершенствование способностей нервной системы синхронизировать возможно большее количество двигательных единиц, интенсифицировать процесс их импульсации, оптимизировать активность механорецепторов мышц (мышечных веретен) и сухожилий (сухожильных органов Гольджи) и др., что приводит к увеличению силы без увеличения объёма мышц. Гипертрофия обуславливается постоянным чередованием в силовой тренировке процессов белкового расщепления и белкового синтеза с преобладанием последнего. Изменения нервной регуляции проявляются в улучшении синхронизации деятельности двигательных единиц, изменении последовательности их рекрутирования, увеличении максимального уровня интегрированной электромиограммы. Эти нейрогенные реакции адаптации обеспечивают увеличение максимальной силы при незначительном увеличении мышечной массы (Brewer, 2017; Schmidt et al., 2019).

На различных этапах силовой подготовки увеличение силы происходит за счёт преимущественного использования либо нервных, либо мышечных механизмов адаптации. На первом этапе прирост силы связан прежде всего с повышением возможности нервной стимуляции мышечной деятельности. В дальнейшем постепенно разворачивается процесс мышечной гипертрофии. После исчерпания возможностей обоих путей увеличения силы спортсмены часто прибегают к использованию анаболических стероидов, что интенсифицирует прирост мышечной силы (рис. 7.14).

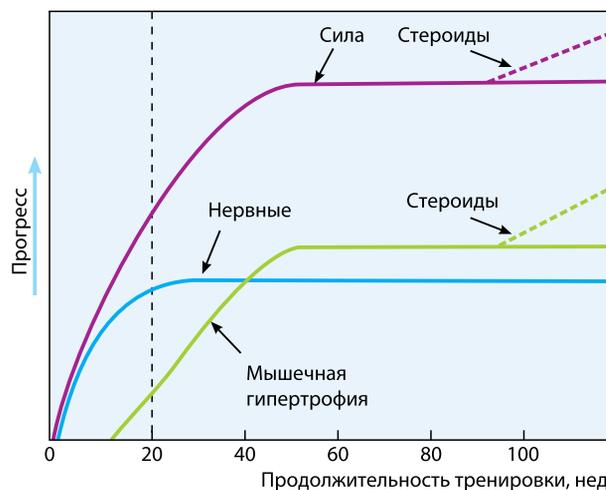


РИСУНОК 7.14 – Взаимоотношения между различными механизмами увеличения мышечной силы (Hoffman, 2002)

Долговременная адаптация мышц при предельных и околопредельных скоростно-силовых нагрузках связана со значительной гипертрофией мышц, особенно БС-волокон, что приводит к существенному увеличению их площади в поперечном срезе мышечной ткани (Tesch, Karlsson, 1984). При таких нагрузках не отмечается заметных изменений васкуляризации мышц, не изменяется мощность системы митохондрий в мышечных волокнах. Одновременно происходит перестройка энергетического метаболизма мышечных волокон в направлении увеличения мощности системы гликолитического ресинтеза (Hollmann, Hettinger, 1980; Wilmore, Costill, 2004).

Важно учитывать, что сила, приобретенная с помощью упражнений при высоких скоростях движений, имеет перенос на более низкие скорости (Counsilman, 1980), тогда как сила, развитая использованием упражнений при низких скоростях движения, переноса на двигательные действия, выполняемые с высокой скоростью, не имеет (Платонов, Булатова, 1995). Одновременно при тренировке с высокими скоростями движений отмечается большее снижение жировой ткани по сравнению с тренировкой на низких скоростях.

Специальными исследованиями установлено, что прирост силовых качеств в течение первых дней тренировки связан с совершенствованием внутри- и межмышечной координации, что обусловлено привлечением к работе большего количества двигательных единиц, оптимизацией работы мышц-синергистов, устранением иннервации мышц-антагонистов. При этом из числа синергистов основную нагрузку несут мышцы, которые в состоянии обеспечить наиболее эффективное выполнение данного движения с учетом его направленности (Кузнецов, 1970; Энока, 2000).

Адаптация костной и соединительной тканей

Интенсивное исследование адаптационных перестроек костной и соединительной тканей под влиянием различных факторов стало проводиться лишь в последние десятилетия. До этого считалось, что костная и, особенно, волокнистая соединительная ткань не предрасположены к адаптации. Однако в настоящее время установлено, что кости, фасции, сухожилия, связки весьма чувствительны к механическим нагрузкам и реагируют на них соответствующими структурными и функциональными изменениями.

В структуре костной ткани выделяют минеральные, органические и жидкостные компоненты. Минералы составляют около 50% общего объема кости и обеспечивают её твердость. Органические элементы составляют 40% объема кости (преимущественно коллаген – 95%) и обеспечивают её эластичность. Оставшиеся 10% приходятся на сосудистые каналы и клеточные пространства.

Минеральное содержание отличает кость от других соединительных тканей, в частности связок и сухожилий, которые представляют собой плотные волокнистые ткани, состоящие в основном из коллагена.

Механические свойства соединительных тканей определяются структурными белками – коллагеном и эластином. Коллаген и эластин образуют волокна, особенности которых определяют прочность, эластичность и растяжимость соединительной ткани.

Коллаген является основным структурным белком опорно-двигательного аппарата, составляет около 30% общего количества белка в организме человека. Более 95% коллагена, содержащегося в организме человека, сконцентрировано в костной ткани (около половины), сухожилиях, связках, межпозвоночных дисках, хрящах, фасциях, коже, т. е. в тех тканях, которые связаны с механическими свойствами и двигательной деятельностью.

Коллаген, состоящий из длинных волокнистых белков с высокой прочностью на разрыв, отличается крайне низкой податливостью к растяжению. Однако расположение нитей коллагена в сухожилиях, связках и других видах соединительной ткани носит спиралевидный характер, что под влиянием нагрузки позволяет им распрямляться и удлиняться, обычно не более чем на 20 %, ограничивая таким образом растяжение тканей (VanPutte et al., 2017). Эластичность тканей обеспечивается наличием другого белка — эластина — белка соединительной ткани, который отличается высокой растяжимостью. Перекрестные связи коллагена и эластина повышают прочность и эластичность тканей.

Коллаген синтезируется клетками соединительной ткани (фибробластами, остеобластами и др.). Этот процесс протекает медленно, однако интенсифицируется под влиянием физических нагрузок, в основном силового характера. Появились основания считать, что функции коллагена в организме не ограничиваются механическими, а клетки коллагена могут характеризоваться и информационным содержанием, несущим определённую роль в развитии адаптационных реакций, связанных с мышечной активностью. Разнообразные двигательные действия при их рациональном использовании оптимизируют обмен коллагена в тканях, способствуют функциональному расположению коллагеновых волокон, создавая тип соединительной ткани, способствующий оптимизации движений и двигательных действий.

Развитие мышечной гипертрофии под влиянием силовой подготовки с околопредельными отягощениями сопровождается чрезмерным увеличением количества коллагена во всех видах соединительной и костной ткани организма, увеличивая её плотность и одновременно нарушая поперечные связи коллагена и эластина, снижая эластичность ткани и нейромышечную регуляцию, ограничивая сократительные возможности мышечной ткани. Избыточный синтез коллагена, особенно в случаях хронического воспаления в результате чрезмерных нагрузок, приводит к фиброзу — разрастанию волокнистой ткани и её замене на более плотную с неупорядоченным расположением волокон и низкой растяжимостью (Kenney et al., 2019).

Сухожилия — белые коллагеновые полосы, соединяющие мышцы с костями, через которые силы мышечного сокращения передаются в костную систему. Важной является способность сухожилий обеспечивать проявление дополнительной силы за счёт их эластичных свойств, проявляемых в случаях околопредельного предварительного растяжения мышц (Stone, 1992). Связь сухожилия с костью происходит путем постепенного перехода от сухожилия к волокнистому хрящу, затем к минерализованному хрящу и кости. Коллагеновые волокна сухожилия могут также непосредственно смешиваться с коллагеновыми волокнами надкостницы.

Связки, представляющие собой пучки коллагеновых волокон, соединяют соседние кости и могут быть внешними и внутренними относительно суставной капсулы.

В настоящее время нельзя с достоверностью говорить о механизмах, определяющих способность костей и волокнистой соединительной ткани перестраиваться под влиянием физических нагрузок. Однако их наличие в виде существенных изменений в структуре и функциях костей, связок и сухожилий несомненно.

Адаптацию костной и волокнистой соединительной ткани могут обуславливать пищевые, гормональные и функциональные факторы. Например, минеральные вещества и витамины способствуют осаждению минеральных веществ в костях, повышают их плотность (Stone, 1992). Большое влияние на состав соединительной ткани оказывают анаболические стероиды (Wood et al., 1988). Однако основное влияние на адаптацию костной и волокнистой соединительной ткани оказывают физические нагрузки определенного характера и направленности (Brewer, 2017).

Физические нагрузки являются основным фактором, определяющим увеличение костной массы у людей. Степень адаптации костной ткани, естественно в генетически обусловленных пределах, находится в прямой зависимости от величины нагрузок (Lanyon, 1987).

Адаптационные изменения в костной ткани под влиянием физических нагрузок чаще всего связаны с повышением её прочностных свойств. Наиболее важные изменения сводятся к увеличению размеров, изменениям внешней формы и внутренней структуры компактного и губчатого вещества костей (Солодков, Судзиловский, 1996), минеральной плотности костной ткани (Williams et al., 1984). Обнаружены различия в минеральном составе, плотности и массе костей доминирующих конечностей по сравнению с недоминирующими, а наибольшие изменения отмечаются в тех участках скелета, которые подвергаются наиболее интенсивным механическим воздействиям (Montoye et al., 1980).

Плотность костей в значительной мере определяется квалификацией спортсменов, спецификой тренировочной и соревновательной деятельности в разных видах спорта. У спортсменов высокого класса отмечается повышенная плотность костей по сравнению со спортсменами средней квалификации и, особенно, лицами, не занимающимися спортом. Представители скоростно-силовых видов спорта, борьбы вольной и греко-римской имеют достоверно более высокие показатели плотности костей по сравнению со спортсменами, специализирующимися в циклических, игровых и сложно-координационных видах спорта (Wilmore et al., 2009).

Большие объёмы работы на выносливость приводят к снижению плотности костей (Michel et al., 1989). Особенно низкая плотность костей отмечается у пловцов на длинные дистанции, что обусловлено не только большим объёмом работы аэробного характера, спецификой отбора пловцов, способных показать высокие результаты на стайерских дистанциях, но и спецификой водной среды, резко снижающей нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

Установлено, что силовые нагрузки в детском и подростковом возрасте оказывают значительное влияние на плотность костей в зрелом возрасте (McCulloch et al., 1990). Молодая кость также очень восприимчива к внешним нагрузкам и реагирует на них интенсивным увеличением минеральной плотности костной ткани (Lanyon, 1987). Однако следует помнить, что большой объём напряженной силовой работы способен затормозить рост длинных трубчатых костей и отрицательно повлиять на перспективы юных спортсменов (Matsuda et al., 1986), негативно воздействовать на механические характеристики костей, а также сухожилий и связок (Carter, 1984).

Говоря об адаптации костной ткани, следует отметить необходимость учёта возрастных и половых особенностей спортсменов, а также особенностей питания, в частности потребления кальция.

В подростковом и юношеском возрасте, т.е. в период активного формирования скелета, рост костной массы во многом обуславливается рациональным питанием, содержащим в суточном рационе не только повышенное количество кальция, но и необходимое количество белков, фосфора, витаминов (особенно группы D). Такое питание повышает эффективность кальциевого метаболизма и способствует нормальному развитию скелета.

Интенсивно тренирующиеся спортсменки, особенно те из них, которые используют большие нагрузки в менструальный и постменструальный периоды, также нуждаются в кальциевой и гормональной поддержке с целью профилактики деминерализации костной ткани и развития остеопороза (Брукнер, 2002).

Адаптация сухожилий и связок к физическим нагрузкам включает большое количество различных изменений морфологического и биохимического характера. Длительная работа на развитие выносливости способствует интенсификации синтеза коллагена в сухожилиях (Stone, 1992). Силовая

тренировка с большими отягощениями способствует увеличению содержания коллагена в связках и общего его содержания в соединительнотканых оболочках мышц, которые, являясь каркасом для передачи мышечной силы сухожилиям и костям, во многом определяют силу мышечного сокращения (Fleck, Falke, 1986).

Важным итогом применения силовых упражнений является также повышение предела прочности на разрыв как в сухожилиях, так и в переходных элементах «кость — сухожилие», «кость — связка», «мышца — сухожилие» (Stone, 1992). Силовые упражнения, выполняемые с максимальной амплитудой и способствующие одновременному развитию силовых качеств и гибкости, являются эффективными для повышения длины и растяжимости сухожилий, накопления и увеличения силы за счёт использования эластичных свойств сухожилий и соединительной ткани оболочек мышц.

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Источником энергии для человека является окисление органических веществ, поступающих с пищей. При расщеплении пищевых продуктов до конечных элементов — углекислого газа и воды, — выделяется энергия, одна часть которой обеспечивает механическую работу мышц, а другая — используется для синтеза жизненно важных соединений, обновления клеток, накопления макроэргов, поддержания внутренней среды организма, проведения нервных импульсов. Химическая энергия, высвобождаемая при расщеплении пищевых продуктов, используется для производства аденозинтрифосфата (АТФ), который локализуется в мышечных клетках и является своеобразным топливом для производства механической энергии мышечного сокращения.

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) является единственным энергетическим источником для мышечной деятельности. Ресурсы АТФ в скелетной мышце очень невелики. У людей, не занимающихся серьезно спортом, запасов АТФ в мышцах хватает лишь на 2 с высокоинтенсивной работы. Ресинтез АТФ за счёт креатинфосфата, протекающий мгновенно, позволяет обеспечить энергией высокоинтенсивную работу еще в течение 5–6 с (Kraemer, 2017). Поэтому двигательная деятельность требует постоянного ресинтеза АТФ, который протекает в мышцах аэробным (окисление жиров, углеводов и белков) и анаэробным (гидролиз КрФ и гликолиз) путями.

Энергетические затраты состоят из регулируемых волей человека расходов энергии и нерегулируемых. К нерегулируемым относится расход энергии на основной обмен, величина которого зависит от возраста и пола человека, массы тела, соотношения мышечной и жировой ткани, пищевого рациона. Интенсивность основного обмена является стандартной мерой энерготрат в покое и представляет собой энерготраты человека в положении лежа после продолжительного сна и при комфортной температуре воздуха — 20–22 °С.

Высокая метаболическая активность мышечной ткани приводит к тому, что интенсивность основного обмена зависит от объёма мышечной массы. Чем она выше, тем выше суточные энерготраты. Поэтому у женщин интенсивность основного обмена меньше, чем у мужчин при одинаковой массе тела, что обусловлено меньшим объёмом мышечной ткани и большим — жировой в их организме.

Интенсивность основного обмена выше у детей по сравнению со взрослыми. С возрастом интенсивность основного обмена постоянно снижается, что в значительной мере связано с уменьше-

нием объёма мышечной ткани. Интенсивность основного обмена увеличивается при повышении температуры окружающей среды, а также под влиянием стресса. Влияет на интенсивность основного обмена и рацион питания: при диетах с повышенным содержанием углеводов его интенсивность значительно ниже, чем при смешанных и, особенно, преимущественно белковых. С учетом всех этих факторов величина основного обмена в сутки обычно не превышает 1150–1200 ккал.

Регулируемые затраты энергии определяются её расходом на выполнение мышечной работы и обусловлены её характером, объёмом, интенсивностью, психической напряженностью. Многочисленными исследованиями определены расходы энергии людей в зависимости от их образа жизни и особенностей деятельности. В частности, установлено, что в условиях основного обмена (после сна, в положении лежа) затраты энергии составляют около $1,1 \text{ ккал} \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ массы тела. У человека, ведущего сидячий образ жизни, энерготраты по отношению к показателям основного обмена могут возрасти в 1,5–2 раза. Физическая деятельность приводит к резкому увеличению потребности в энергии.

Спортивная деятельность умеренной интенсивности (бег, плавание, ходьба на лыжах, гребля) требует от 10 до $15 \text{ ккал} \cdot \text{ч}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ массы тела. При высокоинтенсивной спортивной деятельности, требующей мобилизации большей части мышечной системы, энерготраты могут в 20–40 и более раз превышать основной обмен. Например, при беге на дистанции 5000 и 10 000 м потребность в энергии в 25–30 раз выше, чем в условиях основного обмена. В отдельных случаях кратковременная двигательная деятельность предельно доступной интенсивности может потребовать 100-кратного увеличения потребности в энергии по сравнению с условиями покоя (Spriet, Howlett, 1999; Holloway, Spriet, 2009).

Суточные энерготраты мужчин с массой тела 75 кг, ведущих относительно малоподвижный образ жизни, могут составлять 2000–2400 ккал, у представителей тяжелого физического труда – 4500–5500 ккал. У спортсменов высокого класса, специализирующихся в видах спорта, требующих выполнения больших объёмов напряженной работы и тренирующихся в течение 4,5–6 ч в течение дня, суточные энерготраты могут превышать 7000 ккал. Например, у велосипедистов-шоссейников высокого класса в наиболее напряженные соревновательные или тренировочные дни суточные затраты энергии составляют 6500–7000 ккал. У пловцов на средние и длинные дистанции, отличающихся высоким ростом (185–200 см) и большой массой тела (85–95 кг), в наиболее напряженные периоды тренировки (двухразовые занятия в течение дня с суммарным объёмом работы 15–18 км и временными затратами 5–5,5 ч) суточные энерготраты нередко превышают 10000 ккал. Исключительно большие энерготраты характерны для тренировочной деятельности спортсменов, специализирующихся в гребле академической, триатлоне, лыжных гонках, беге на длинные дистанции и марафонском беге.

Энергию для мышечного сокращения дает расщепление АТФ до аденозиндифосфата (АДФ) и неорганического фосфата (P_i). Количество АТФ в мышцах очень невелико и его достаточно для обеспечения высокоинтенсивной работы лишь в течение 2–3 с. Для продолжения работы необходим ресинтез АТФ, который производится за счёт энергообразующих реакций различных типов. Воспроизводство запасов АТФ в мышцах позволяет поддерживать постоянный уровень его концентрации, необходимый для полноценного мышечного сокращения. Существенное снижение уровня АТФ может наблюдаться только в начале высокоинтенсивной работы в силу определенной инертности процессов, в результате которых производится энергия, или при явном утомлении в момент отказа от работы, когда системы энергообеспечения уже не в состоянии поддерживать необходимый уровень АТФ.

Ресинтез АТФ обеспечивается как в анаэробных, так и в аэробных реакциях с привлечением в качестве энергетических источников запасов креатинфосфата (КрФ) и АДФ, содержащихся в мышечной ткани, а также богатых энергией субстратов (гликоген мышц и печени, жировые запасы липоидной ткани и мышц, отдельные белки, метаболиты). При работе с интенсивностью, превышающей ПАНО, основным источником энергообеспечения является гликоген мышц. Гликоген печени вовлекается в процесс ресинтеза АТФ при продолжительной работе аэробного характера, дополняя окисление жиров (Herda, Cramer, 2016).

Химические реакции, обеспечивающие мышцы энергией, протекают в трех энергетических системах: 1) анаэробной алактатной, 2) анаэробной лактатной (гликолитической), 3) аэробной.

Образование энергии в первых двух системах осуществляется в процессе химических реакций, не требующих наличия кислорода. Третья система предусматривает энергообеспечение мышечной деятельности в результате реакций окисления, протекающих с участием кислорода.

Однако кислород играет исключительно важную роль в функционировании анаэробных систем энергообеспечения. Он обеспечивает протекание химических реакций, связанных с удалением и утилизацией продуктов промежуточного обмена, накопленных в процессе анаэробного гликолиза, а также восполнение запасов гликогена. Скорость восстановления в мышцах АТФ и КрФ, израсходованных алактатной системой энергообеспечения также обеспечивается кислородом.

В состоянии покоя более 70% АТФ образуется из жиров и менее 30% — из углеводов. Физическая нагрузка смещает это соотношение в сторону увеличения окисления углеводов и при её высокой интенсивности почти полностью обеспечивается за счёт углеводов. Продолжительная работа с интенсивностью ниже ПАНО приводит к постепенному изменению этого соотношения в обратную сторону — от углеводов к жирам (Herda, Cramer, 2016).

Наиболее общие представления о последовательности включения и количественных соотношениях в энергообеспечении мышечной деятельности каждой из указанных систем приведены на рисунке 8.1.

В условиях покоя и малоинтенсивной работы жизнедеятельность человека обеспечивается энергией, полученной от окисления жиров.

Интенсивность работы, при которой в энергообеспечение в дополнение к окислению жиров интенсивно привлекается окисление мышечного гликогена, принято связывать с понятием «аэробный порог»

(Buchheit, Laursen, 2019), который под влиянием тренировки смещается в сторону более высокой интенсивности работы (рис. 8.2). На уровне этого порога отмечается максимальное окисление жиров для энергообеспечения работы. Дальнейшее увеличение интенсивности работы связано с привлечением к энергообеспечению анаэробного гликолиза, что приводит к анаэробному (лактатному) порогу. Здесь некоторые специалисты (Buchheit, Laursen, 2019) выделяют два порога, один из которых связан с включением анаэробного гликолиза (VT_1) и появлением в мышечной ткани молочной кислоты, а другой — с резким увеличением анаэробного гликолиза (VT_2) и соответствующей динамикой молочной кислоты (см. рис. 8.2).

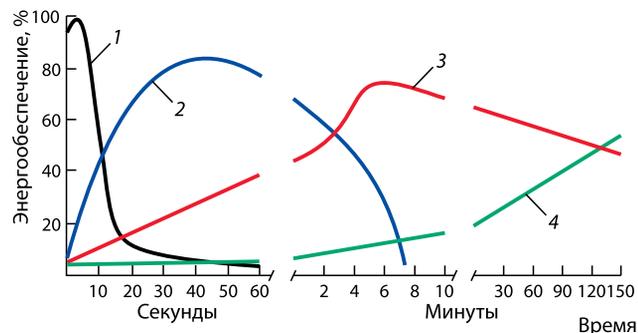


РИСУНОК 8.1 – Последовательность, источники и количественные соотношения процессов энергообеспечения мышечной деятельности у квалифицированных спортсменов в разных энергетических системах: 1 – фосфогенной; 2 – анаэробной лактатной (гликолитической); 3 – окисление гликогена; 4 – окисление жиров

Возможности каждой из энергетических систем и эффективность реализации их потенциала в тренировочной и соревновательной деятельности обуславливаются двумя группами факторов. К первой группе относятся **мощность** и **ёмкость**, определяющие функциональный резерв энергетической системы. Мощность характеризуется образованием максимального количества энергии в единицу времени, которая может быть освобождена в результате соответствующих метаболических процессов, а ёмкость — величиной запасов субстратных фондов. Другая группа — составляющие, связанные с эффективностью использования функциональных резервов энергетической системы. В их числе **подвижность**, проявляющаяся в скорости и вариативности процесса высвобождения энергии с учётом реальных потребностей тренировочной и соревновательной деятельности, и **экономичность**, характеризующаяся способностью к экономному использованию энергии, продуцируемой системой энергообеспечения.

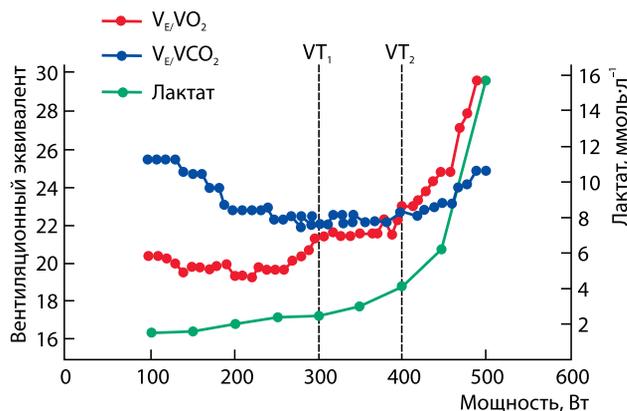


РИСУНОК 8.2 – Анаэробные пороги во время теста со ступенчато возрастающей нагрузкой у велосипедиста высокой квалификации ($VO_{2max} = 78,2 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$) (Buchheit, Laursen, 2019)

Кислородтранспортная система

Ключевая роль в адаптации организма к физическим нагрузкам принадлежит кислородтранспортной системе — динамичной функциональной системе организма, благодаря которой осуществляется поступление кислорода из окружающего воздуха в лёгкие и далее в кровь, а также обеспечивается его транспорт к активно работающим мышцам, мозгу и другим органам и тканям. Кислородтранспортная система включает в себя системы **внешнего дыхания**, **крови** (точнее, систему эритронов) и **сердечно-сосудистую**.

При активной физической нагрузке интенсификация доставки кислорода тканям осуществляется благодаря активизации функциональных резервов красной крови и кровообращения, увеличению лёгочных объёмов и ёмкостей, а также повышению диффузионной способности лёгких.

Система дыхания

Дыхание представляет собой совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода из окружающей среды, использование его в биологическом окислении и удаление из организма продукта окисления — диоксида углерода. Процесс дыхания разделяется на пять этапов — внешнее дыхание, диффузия газов через альвеолярно-капиллярную мембрану, транспорт газов кровью, диффузия газов через клеточную мембрану и тканевое (клеточное) дыхание.

К **исполнительным органам** системы дыхания относят дыхательные пути, лёгкие, дыхательные мышцы, плевральную полость, грудную клетку, систему эритронов, систему кровообращения, а к **механизмам регуляции** — нервные и гуморальные механизмы (среди них выделяют местные и центральные).

Внешнее дыхание — начальный этап дыхания, обеспечивающий обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом, в результате которого происходит артериализация притекающей по лёгочным капиллярам венозной крови, т. е. обогащение её кислородом и удаление избытка CO_2 . В альвеолы лёгких воздух поступает через дыхательные пути — носовые ходы, носовую и ротовую часть глотки, гортань, трахею, главные бронхи и бронхиальное дерево.

Увеличение интенсивности дыхания в процессе двигательной активности обусловлено возможностями мышц грудной клетки, отвечающих за процесс дыхания (рис. 8.3). Диафрагма, наружные межреберные, малая грудная и лестничные мышцы, верхняя задняя зубчатая мышца, поднимая ребра и увеличивая объём грудной полости, обеспечивают вдох. Внутренние межреберные, нижняя задняя зубчатая мышца, а также мышцы живота, опускают ребра и поднимая органы брюшной полости и диафрагму, — выдох. Сокращение диафрагмы обеспечивает 60–70%-ное увеличение объёма грудной полости во время вдоха. Диафрагма имеет форму купола, основание которого прикреплено к нижней окружности грудной клетки. Сокращение диафрагмы поднимает нижние ребра, опускает дно грудной полости, увеличивая её объём.

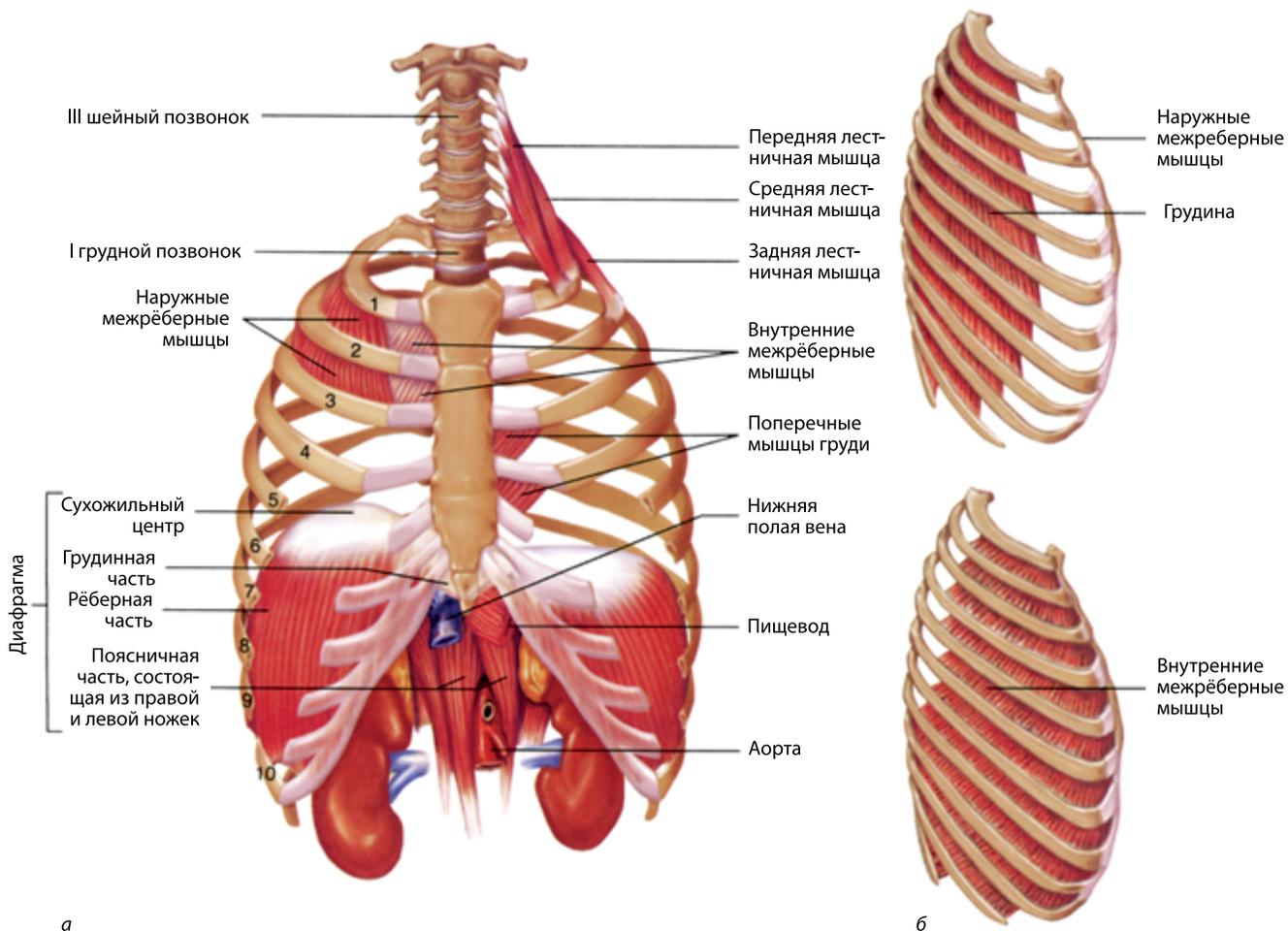


РИСУНОК 8.3 – Дыхательные мышцы: а – вид спереди (показаны несколько межрёберных мышц и диафрагма); б – вид сбоку (VanPutte et al., 2017)

Оценка состояния внешнего дыхания осуществляется путем измерения лёгочных объёмов и ёмкостей — спирографии. Показатели бывают статические и динамические. Статические показатели отражают резервы (потенциальные возможности) аппарата внешнего дыхания, а динамические — реализацию функциональных возможностей внешнего дыхания.

К статическим показателям относятся:

- дыхательный объём (ДО) — количество воздуха, поступающего в лёгкие за один спокойный вдох (примерно 500 мл);
- резервный объём вдоха ($PO_{\text{вдоха}}$) — максимальное количество воздуха, которое человек может вдохнуть после спокойного вдоха (1500–2000 мл);
- резервный объём выдоха ($PO_{\text{выдоха}}$) — максимальное количество воздуха, которое человек может выдохнуть после спокойного выдоха (1500–2000 мл);
- жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) — наибольшее количество воздуха, которое можно максимально выдохнуть после максимального вдоха (численно ЖЕЛ равна сумме объёмов воздуха, а именно $ЖЕЛ = ДО + PO_{\text{вдоха}} + PO_{\text{выдоха}}$).

После максимально глубокого выдоха в лёгких остаётся объём воздуха, называемый остаточным объёмом (около 1000 мл).

К динамическим показателям относятся: минутный объём дыхания (МОД), частота дыхательных движений (ЧДД); минутная альвеолярная вентиляция (МАВ); максимальная вентиляция лёгких (МВЛ); резерв дыхания (РД).

Второй этап дыхания — диффузия кислорода из лёгких в кровь и выход из крови углекислого газа — это пассивные процессы, характеризующие второй этап дыхания. Скорость перехода газов через альвеолярно-капиллярную мембрану, которая состоит из альвеолярных, сосудистых и кровяных клеток и слоев различных веществ, зависит от многих факторов. Главными из них являются градиент парциального давления газов, толщина диффузионной мембраны, площадь поверхности, через которую происходит диффузия, и свойства газов.

Транспорт кислорода от лёгких к тканям и диоксида углерода в обратном направлении осуществляется кровью. Кислород транспортируется в двух формах в виде:

- химической связи с гемоглобином эритроцитов (основная форма);
- простого физического растворения в плазме крови.

Кислород диффундирует внутрь эритроцитов, где связывается с дыхательным пигментом гемоглобином, образуя соединение — оксигемоглобин.

Связывание гемоглобина с кислородом является кооперативным процессом, т. е. каждая молекула гемоглобина присоединяет к себе четыре молекулы кислорода — по одной к каждой молекуле гема. Для диссоциации (разъединения) оксигемоглобина необходимым условием является наличие CO_2 . Когда в капиллярной крови CO_2 связывается с белковой глобиновой частью гемоглобина, молекула изменяет свою конфигурацию и отдает кислород в плазму капиллярной крови.

Транспорт CO_2 кровью осуществляется в трех формах в виде:

- бикарбонатов плазмы крови — 70 %;
- химической связи с гемоглобином — 23 %;
- простого физического растворения в плазме крови — 7 %.

В процессе метаболизма в клетках образуется CO_2 , который за счёт градиента парциального давления диффундирует в плазму крови и затем — в эритроциты.

Обмен газов между кровью системных капилляров и тканями осуществляется пассивно, благодаря диффузии. Парциальное давление CO_2 в клетках составляет около 60 мм рт. ст., в межклеточ-

ной жидкости — 46, а в артериальной крови капилляров — 40 мм рт. ст. Такой градиент давления обеспечивает диффузию CO_2 из клеток в капилляры. Напряжение кислорода в артериальной крови — около 100 мм рт. ст., в межклеточной жидкости — 40, в клетках — около 0 мм рт. ст. Такой градиент обеспечивает диффузию кислорода внутрь клеток, где он принимает участие в реакциях аэробного окислительного фосфорилирования.

Процессы регуляции дыхания представляют собой рефлекторные реакции приспособления дыхания к метаболическим потребностям организма. Конечный приспособительный результат регуляции дыхания — поддержание газового гомеостаза плазмы артериальной крови. Это касается как состояния покоя, так и физической нагрузки.

Механизмы регуляции дыхания направлены на коррекцию двух основных регулируемых параметров — частоты и глубины дыхания (зависящей от силы сокращения дыхательных мышц), обусловленных реальными потребностями организма (прежде всего, изменениями $p\text{O}_2$, $p\text{CO}_2$ и pH артериальной крови и спинномозговой жидкости). Процесс регуляции дыхания происходит при помощи бессознательных безусловно-рефлекторных механизмов, хотя в отдельных случаях может подчиняться сознательному контролю.

Дыхательный центр — управляющая процессом дыхания совокупность иерархически организованных специализированных структур ЦНС, подразделяющаяся на локальный и интегральный центры.

Локальный дыхательный центр состоит из дорсальной и вентральной дыхательных групп нейронов, расположенных в стволе мозга.

Дорсальная дыхательная группа состоит из инспираторных нейронов, получающих информацию об изменении газового состава и pH плазмы артериальной крови и спинномозговой жидкости от хеморецепторов. В соответствии с афферентной информацией нейроны данной группы генерируют нервные импульсы, приводящие к активации мотонейронов спинного мозга, от которых возбуждаются и сокращаются мышцы вдоха. Дорсальная группа нейронов обеспечивает ритм дыхания в состоянии покоя.

Вентральная дыхательная группа состоит из инспираторных и экспираторных нейронов, неактивна в состоянии покоя, активируется при физической или эмоциональной нагрузке, получая импульсы от дорсальных инспираторных нейронов в случае увеличения их активности. Импульсы от инспираторных (во время усиленного вдоха) и экспираторных (во время усиленного выдоха) нейронов поступают в мотонейроны грудных сегментов спинного мозга, что приводит к сокращению преимущественно вспомогательных дыхательных мышц.

Интегральный дыхательный центр включает в себя структуры ретикулярной формации, гипоталамуса и лимбической коры, которые делают возможным изменение частоты и глубины дыхания при переживании эмоций, а также обеспечивают осознанную регуляцию дыхания.

Регуляция дыхания при физической нагрузке осуществляется за счёт получения афферентной информации от проприорецепторов опорно-двигательного аппарата, влияния высших моторных центров коры головного мозга на моторные центры ствола мозга и спинальные мотонейроны, а также дыхательный и гемодинамический центры. Активная работа скелетных мышц приводит к метаболическим изменениям, вследствие чего происходит увеличение лёгочного кровотока, площади диффузии газов и диффузионной способности лёгких, усиление лёгочной вентиляции (вследствие возрастания частоты и глубины дыхания), а также увеличение артерио-венозной разницы по кислороду за счёт повышенного извлечения этого газа тканями из артериальной крови.

Отношение между лёгочной вентиляцией и потреблением кислорода называют вентиляционным коэффициентом (ВК), которому соответствует 20–25 л воздуха на литр потребляемого кислорода. С ростом нагрузки ВК уменьшается, а потребление кислорода тканями увеличивается.

Увеличение глубины дыхания способствует повышению потребления кислорода, в то время как частое и неглубокое дыхание снижает его потребление в связи с увеличением физиологического «мёртвого пространства».

Система крови

Дыхательная функция крови заключается в связывании и транспорте O_2 от лёгких к тканям и CO_2 в обратном направлении; трофическая обеспечивает доставку питательных веществ к клеткам от органов пищеварения, а также транспорт воды, гормонов, ферментов; экскреторная — транспорт конечных продуктов метаболизма к органам выделения; защитная — уничтожение чужеродных антигенов; гемостатическая заключается в образовании тромбов при повреждении стенки кровеносного сосуда и т. д.

Кровь представляет собой жидкую соединительную ткань и состоит из плазмы (55–60 % общего объёма крови) и форменных элементов (40–45 %). В состав плазмы крови входят вода как универсальный биологический растворитель и растворенные в ней минеральные вещества (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , K^+ и т. д.), а также белки (альбумины, глобулины, фибриноген), ферменты, гормоны, продукты обмена веществ и т. д. К форменным элементам крови относят эритроциты (обеспечивают транспорт газов), лейкоциты (выполняют защитную функцию) и тромбоциты (участвуют в реакциях образования тромба при повреждении стенки кровеносного сосуда).

На качество выносливости при физических нагрузках влияют прежде всего такие параметры системы крови, как объём циркулирующей крови, показатели системы эритрона (красной крови), а также кислотно-основное равновесие.

Объём циркулирующей крови (ОЦК) — один из параметров гомеостаза. В среднем у взрослого человека он составляет 6–8 % массы тела, причем у мужчин этот показатель немного выше, чем у женщин. Увеличение ОЦК имеет очень большое значение для повышения кислородтранспортной способности крови. При возрастании ОЦК возрастают минутный объём крови и венозный возврат к сердцу, что в результате приводит к повышению систолического объёма крови. Увеличение объёма плазмы создает компенсаторный резерв на случай массивной потери жидкости с потом при активной работе большой аэробной мощности, а также способствует более значительному разведению продуктов обмена веществ, поступающих в кровь во время сокращения мышц, тем самым снижая концентрацию метаболитов в крови.

Эритроциты — самые многочисленные форменные элементы крови. Они представляют собой узкоспециализированные образования, размер, форма и внутреннее содержание которых направлены на абсолютное выполнение одной функции — транспорт газов. Эритроцит имеет форму двояковогнутого диска, что позволяет ему значительно увеличить площадь своей поверхности для газообмена (рис. 8.4). При прохождении через узкие капилляры такая форма, а также эластичность мембраны обеспечивают еще одно преимущество — эритроцит может легко деформироваться, принимая почти любую форму, что позволяет ему протиснуться через самое узкое пространство без повреждения клеточной мембраны и разрыва самого эритроцита. Жизненный цикл эритроцита составляет примерно 120 дней, приблизительно одну треть этого времени эритроцит пребывает в депонированном состоянии в печени, селезенке и т. д.

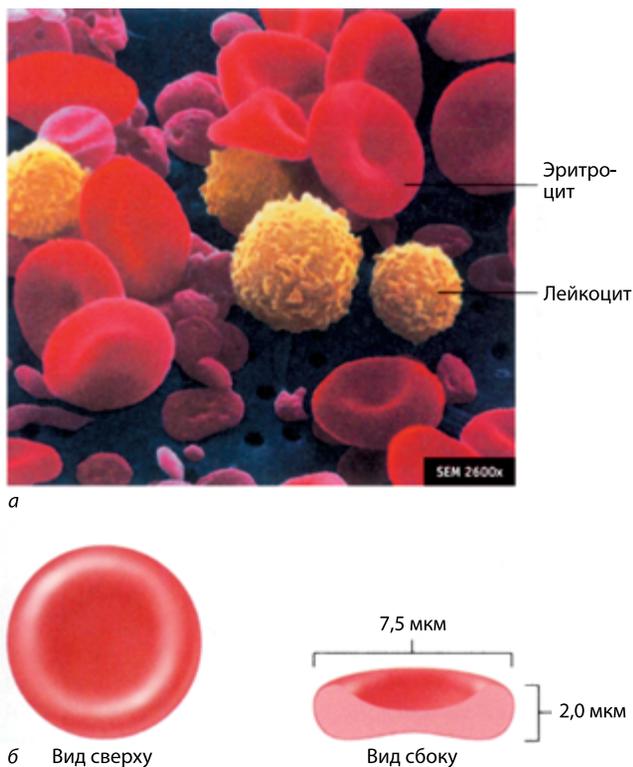


РИСУНОК 8.4 – Эритроциты и лейкоциты: *а* – электронная микрофотография эритроцитов (красные, имеющие форму двояковогнутого диска) и лейкоцитов (желтые); *б* – форма и размер эритроцита (Сили и др., 2007)

крови, повышения скорости кровотока и минутного объема крови, а также увеличения количества гемоглобина в единице объема крови в результате выхода эритроцитов из депо и возрастания объема циркулирующей крови. Оптимальное увеличение концентрации гемоглобина пропорционально мощности нагрузки и способствует созданию значительных резервов для повышения кислородной емкости крови и более экономичной работе сердца.

С повышением уровня тренированности спортсменов в видах спорта на выносливость концентрация гемоглобина в крови у женщин возрастает в среднем до $130\text{--}150\text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$, у мужчин – до $160\text{--}180\text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$.

Процесс активного сокращения скелетных мышц сопровождается накоплением молочной кислоты, которая считается одним из главных факторов, обеспечивающих появление утомления, поскольку ионы H^+ , образующиеся при диссоциации лактата, снижают скорость работы внутриклеточных и мембранных ферментных систем, негативно влияя на метаболизм. В реакции химической нейтрализации избытка метаболитов кислой природы вступают буферные системы крови, являющиеся функциональной частью системы поддержания активной реакции крови (pH), или кислотно-основного равновесия.

Показатель pH определяет кислотность и щелочность среды (чем больше H^+ , тем ниже pH) и является константой гомеостаза, которая должна поддерживаться на строго определенном уровне. В норме pH артериальной крови должен составлять 7,4, а венозной (за счёт вымываемых из тканей метаболитов преимущественно кислой природы) – 7,35.

В процессе созревания эритроциты утрачивают практически все органеллы, присущие другим клеткам. Зрелый эритроцит лишен ядра (следовательно, неспособен к размножению), митохондрий (образование АТФ происходит преимущественно благодаря анаэробному гликолизу непосредственно внутри эритроцита), лизосом, комплекса Гольджи и т.д. Это необходимо для того, чтобы внутри эритроцита стало возможным размещение максимального количества универсального дыхательного пигмента – гемоглобина. Именно содержание гемоглобина в крови определяет её кислородную ёмкость и, следовательно, её кислородтранспортные возможности. Способность связываться с кислородом и углекислым газом обеспечивает гемоглобину как дыхательному пигменту качество универсальности.

Количество гемоглобина у мужчин обычно составляет $130\text{--}160\text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$, у женщин $120\text{--}140\text{ г}\cdot\text{л}^{-1}$ (Swank, 2008). У людей, активно занимающихся спортом, эти показатели могут различаться. При физической нагрузке потребность активно работающих мышц в кислороде резко увеличивается. Недостаток кислорода компенсируется за счёт более полного извлечения его из артериальной

Увеличение H^+ в крови сопровождается снижением рН (ацидоз), а накопление в крови избытка щелочей приводит к увеличению рН (алкалоз). Регуляция кислотно-основного состояния плазмы крови в обоих случаях осуществляется прежде всего благодаря физико-химическим механизмам, а именно буферным функциям.

Кровь сама по себе является пассивной тканью, не способной к самостоятельному передвижению. Поэтому непосредственное обеспечение активной циркуляции крови в кровеносных сосудах — главная функция системы кровообращения, или сердечно-сосудистой системы.

Система кровообращения

Одним из главных факторов, лимитирующих работоспособность и уменьшающих кислородтранспортные возможности организма, является функциональное состояние системы кровообращения, а именно способность сердца прокачивать увеличенный объём крови по сосудам и тем самым обеспечивать высокую объёмную скорость кровотока через лёгкие, где кислород диффундирует из альвеолярного воздуха, а также через работающие мышцы. В этой связи важное теоретическое и практическое значение приобретает изучение физиологии сердечно-сосудистой системы.

Кровообращение представляет собой непрерывное движение крови по замкнутой системе полостей сердца и кровеносных сосудов, обеспечивающее тканям поступление крови, адекватное требованиям организма. Направленный ток крови обусловлен градиентом давления, который определяется нагнетательной (насосной) работой сердца, объёмом (массой) циркулирующей крови, её вязкостью, сопротивлением сосудов току крови и другими факторами. Величина градиента давления имеет пульсирующий характер, обуславливаемый периодическими сокращениями сердца и изменениями тонуса кровеносных сосудов.

Система кровообращения состоит из исполнительных органов (сердце как насос, кровеносные сосуды как пути транспорта крови) и механизмов регуляции — нервных и гуморальных. Конечным приспособительным результатом для сердечно-сосудистой системы является обеспечение минутного объёма крови (МОК, Q), адекватного требованиям организма. В состоянии покоя МОК может составлять около $5 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, при физической нагрузке — увеличиваться у нетренированных людей до $20\text{--}25 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$, у спортсменов высокой квалификации, тренирующих выносливость, — достигать значений $40 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$ и более.

В организме существует два круга кровообращения — **малый (лёгочный)** и **большой (системный)** (рис. 8.5). Однако они не являются кругами в истинном понимании, т. е. замкнутыми каждый сам на себя и функционирующими независимо друг от друга. Их можно рассматривать как продолжение друг друга в составе единой функциональной последовательной системы, которая обеспечивает циркуляцию крови согласно циклу: левый желудочек → большой круг кровообращения → правое предсердие → правый желудочек → малый круг кровообращения → левое предсердие → левый желудочек и т. д.

Большой круг кровообращения начинается из левого желудочка сердца, который изгоняет насыщенную кислородом артериальную кровь в аорту. От аорты отходят многочисленные артерии, которые обеспечивают приток крови ко всем тканям и органам. Вследствие ветвления артерий и артериол образуется сетка капиллярных сосудов, не имеющих мышечной оболочки и за счёт этого служащих сосудами обмена между кровью и тканями. В результате этого обмена артериальная кровь, отдав клеткам кислород и питательные вещества и забрав от них метаболиты и CO_2 , становится венозной. В месте слияния капилляров образуются вены, которые, в свою очередь, объ-

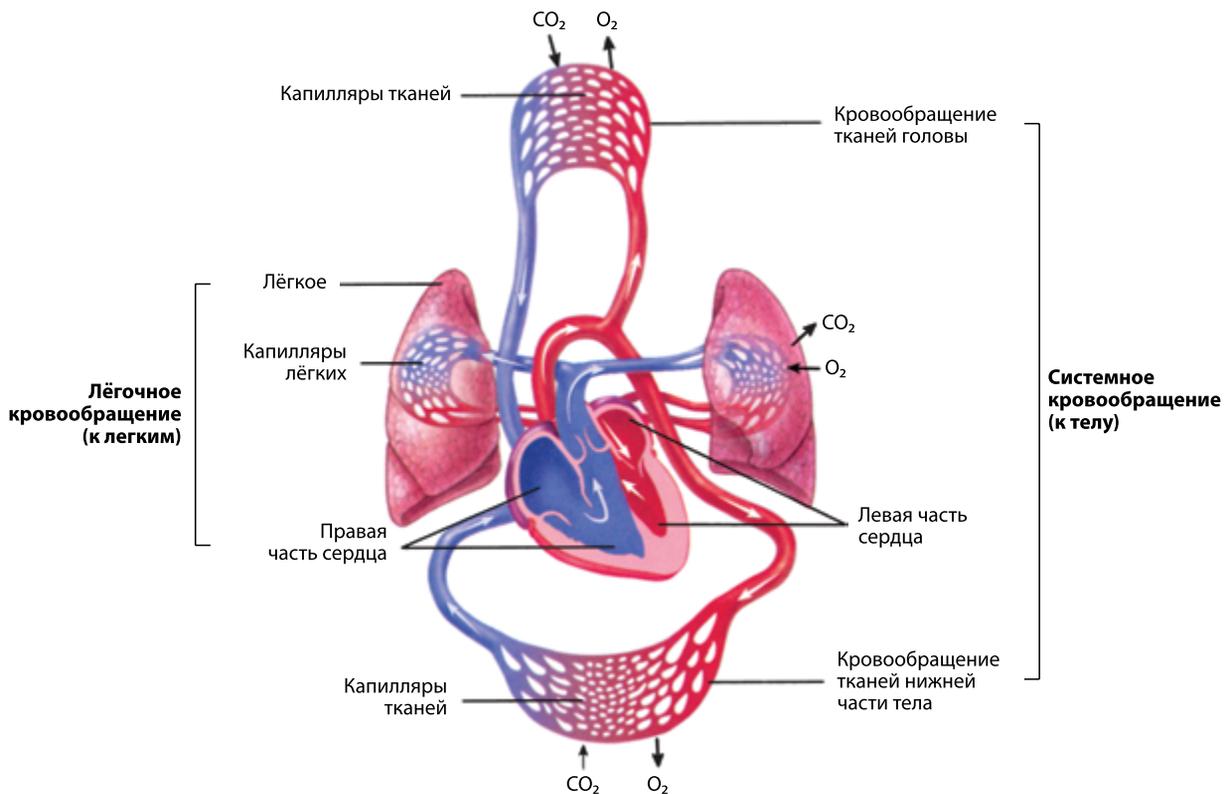


РИСУНОК 8.5 – Системное и лёгочное кровообращение. Правая часть сердца получает венозную кровь (голубой) из большого круга и изгоняет её к лёгким через малый круг. Левая часть сердца получает оксигенированную кровь (красный) от лёгких и выталкивает её в большой круг кровообращения, обеспечивая ткани кислородом и питательными веществами (Сили и др., 2007)

единяются в вены. Венозная кровь из них собирается в полые вены (от головы — в верхнюю полую вену, от нижней части тела — в нижнюю полую вену), несущие её в правое предсердие.

Далее венозная кровь попадает в правый желудочек сердца, из которого изгоняется в малый круг кровообращения и через лёгочный ствол поступает в лёгочные капилляры. За счёт диффузии газов через аэрогематический барьер венозная кровь претерпевает артериализацию (насыщается кислородом из лёгочных альвеол с одновременной отдачей углекислого газа) и становится артериальной. Через четыре лёгочные вены эта насыщенная кислородом кровь попадает в левое предсердие и далее в левый желудочек, вновь поступая в большой круг кровообращения.

Четырёхкамерное сердце является центральным органом системы кровообращения. Оно находится в центре грудной полости, однако смещено таким образом, что приблизительно две трети его располагаются левее от средней линии (рис. 8.6). Сердце объединяет малый и большой круги кровообращения в единую систему и обеспечивает непрерывное и направленное течение крови за счёт синхронной и ритмичной работы правой и левой половин сердца (оба желудочка при этом изгоняют в соответствующие сосуды одинаковое количество крови). Таким образом, сердце представляет собой не один, а фактически два насоса, так как обеспечивает наращивание разного давления в обеих половинах сердца, при этом правое сердце с меньшим давлением обеспечивает приток венозной крови в малый круг кровообращения, а левое сердце с большим давлением перекачивает артериальную кровь в большой круг.

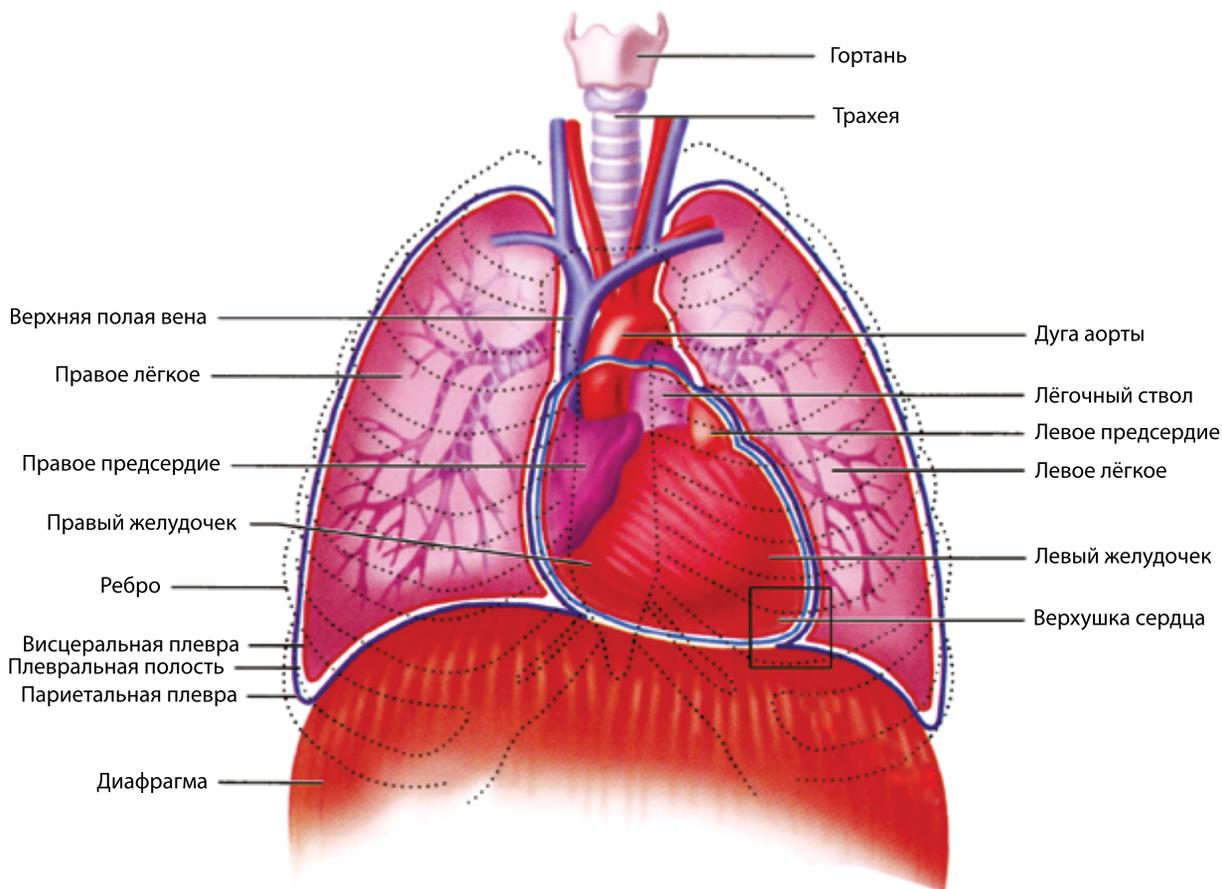


РИСУНОК 8.6 – Расположение сердца в грудной клетке: сердце находится вглубь и чуть левее от грудины. Основание сердца простирается ко второму межреберному пространству, а верхушка сердца находится в пятом межреберном пространстве примерно в 9 см слева от средней линии (VanPutte et al., 2017)

Внутрисердечное (коронарное) кровообращение. Кровеносные сосуды сердца, обеспечивающие трофику миокарда, представляют собой первые ветви аорты и снабжаются кровью из большого круга кровообращения. Проходя с внешней стороны миокарда, коронарные сосуды отдают ветви, которые углубляются в стенку сердца почти под прямым углом. Ритмичность работы сердца влияет на кровоснабжение миокарда — кровоток в нем минимальный во время сокращения сердца и максимальный во время расслабления. В то же время метаболическая активность миокарда сопровождается необычайно высокой степенью утилизации кислорода из крови. Таким образом, в венозной крови остается минимальное количество оксигемоглобина, и поэтому резерва для утилизации кислорода из крови миокард практически не имеет. Именно по этой причине при увеличении функциональной активности сердца необходимо пропорциональное увеличение кровотока через коронарные сосуды, что может стать одним из факторов, лимитирующих кислородтранспортную способность организма при физических нагрузках.

Стенка сердца состоит из трех слоев:

- наружный слой — эпикард — представляет собой гладкую, тонкую и прозрачную оболочку. При помощи соединительной ткани эпикард сращен с миокардом и обеспечивает скольжение серд-

ца при работе внутри сердечной сумки. Именно благодаря этому слою сердце не беспокоит своими движениями окружающие органы;

- средний (мышечный) слой — миокард — наиболее массивный слой, представленный, в основном, мышечной тканью. Именно миокард осуществляет упорядоченное сокращение сердца, обеспечивая непрерывный ток крови;
- внутренний слой — эндокард — по структуре схож с внутренней оболочкой кровеносных сосудов. Эндокард выстилает изнутри стенки сердца и клапанный аппарат, благодаря чему не происходит затруднение движения пристеночных слоев крови. Сердце находится внутри перикарда (сердечной сумки), который заполнен жидкостью, основная функция которой состоит в уменьшении трения стенок сердца о сердечную сумку при сокращении и амортизации ударов сердца о твердые ткани.

Миокард обладает рядом физиологических свойств, а именно автоматией, возбудимостью, сократимостью и проводимостью.

Автоматия (автоматизм) — способность миокарда ритмично сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом, независимо от внешних влияний.

Водитель ритма (пейсмейкер) — структура проводящей системы сердца, которая обеспечивает генерацию потенциалов действия с частотой, обуславливающей частоту сокращения сердца как насоса в нормальных физиологических условиях.

Водители ритма вместе с проводящими волокнами образуют проводящую систему сердца, основная функция которой заключается в образовании и проведении волн возбуждения (в ритме которых сокращается сердце) к миокарду предсердий и желудочков.

Проводимость — способность миокарда проводить волну возбуждения структурами сердца. Скорость проведения возбуждения характеризует время передачи возбуждения от одной возбудимой структуры миокарда к следующей и зависит от силы местных электрических токов, порога деполяризации, величины сопротивления контактных структур сердца и т. д.

Кроме автоматии миокарду свойственна **возбудимость** — способность реагировать на действие экстракардиальных (внешних по отношению к сердцу) раздражителей (нервных импульсов, гормонов и т. д.) возникновением на мембране кардиомиоцитов процесса возбуждения и, следовательно, изменением параметров сокращения сердца.

Сократимость — способность мышечных волокон сердца к сокращению. Механизмы сокращения и расслабления миокарда принципиально такие же, как и скелетных мышц, однако длительная фаза абсолютной рефрактерности (неспособности к возбуждению) делает невозможным для сердца возникновение тетанического (суммационного) сокращения. Это исключительно важно для наполнения камер сердца кровью во время расслабления (диастолы).

Сердце в системе кровообращения выполняет функцию насоса, т. е. обеспечивает создание разницы давлений, благодаря чему происходит перекачивание крови из области низкого давления в область высокого давления. Основным показателем нагнетательной функции сердца является минутный объём крови (сердечный выброс, представляющий собой произведение частоты сокращений сердца на систолический (ударный) объём). В спокойном состоянии у мужчин-неспортсменов систолический объём составляет около 70 мл, у женщин — до 60 мл. За счёт подключения резервных возможностей при регулярных физических нагрузках и тренированности сердца ударный объём может быть увеличен приблизительно в два раза.

Непосредственно нагнетательную функцию выполняют желудочки, выбрасывая кровь в артерии во время систолы. Предсердия, несмотря на наличие их систолы, выполняют преимущественно

резервуарную (накопительную) функцию и предотвращают возможность обратного возвращения крови в венозные сосуды.

Желудочки с обеих сторон имеют клапаны, которые обеспечивают движение крови только в одном направлении (из предсердий в желудочки, из желудочков в артерии). Клапаны открываются и закрываются пассивно за счёт тока крови из области большего давления в область меньшего давления.

На границе между предсердиями и желудочками располагаются два атриовентрикулярных клапана; в левом сердце это двустворчатый, или митральный клапан, а в правом — трехстворчатый клапан. С помощью сухожильных нитей они крепятся к сосочковым мышцам желудочков. Во время сокращения желудочков давление в них становится больше, чем в предсердиях, при этом благодаря разнице давлений кровь стремится вернуться в предсердия и захлопывает атриовентрикулярные клапаны. Удар лепестков клапанов друг о друга и о фиброзное кольцо создаёт при этом основной звуковой компонент первого (систолического) тона сердца.

В месте выхода аорты и лёгочной артерии из желудочков располагаются два полулунных клапана (аортальный и лёгочный). Во время диастолы желудочков вследствие их расслабления давление в них уменьшается и становится меньше, чем в артериях. Следовательно, кровь стремится вернуться в желудочки и закрывает полулунные клапаны. Процесс возвращения крови в желудочки становится невозможным. Захлопывание полулунных клапанов формирует основу второго (диастолического) тона сердца.

Сердечный цикл — это время, на протяжении которого все электрические и механические процессы в сердце происходят однократно. Сердечный цикл включает в себя систолу, диастолу и паузу.

Систола — сжатие полостей сердца, вызываемое сокращением мышц предсердий или желудочков, во время которого объём оказавшейся в них крови уменьшается. Во время систолы предсердий кровь поступает из них в желудочки, при систоле желудочков кровь изгоняется в артериальную систему. Во время **диастолы** камеры сердца возвращают свой исходный объём вследствие расслабления мышечных элементов миокарда, наполняясь при этом кровью. **Пауза** представляет собой общую диастолу предсердий и желудочков.

При ЧСС примерно $75 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$ длительность сердечного цикла составляет приблизительно $0,8 \text{ с}$ (норма $0,6\text{--}0,9 \text{ с}$). Однако существуют изменения сердечного ритма, например тахикардия (увеличение ЧСС, приводящее к уменьшению длительности сердечного цикла). Антагонистичным, по сути, явлением представляется брадикардия, которая характеризуется уменьшением ЧСС до $30\text{--}50 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$ вследствие снижения автоматии водителя ритма первого порядка. Она считается естественным физиологическим изменением сердечной деятельности для спортсменов, тренирующих кардиореспираторную выносливость и обладающих высокой аэробной производительностью. Данный сдвиг в кардиодинамике характеризуется снижением сократительной активности (но не сократительной способности) сердца и направлен на экономизацию сердечной деятельности в условиях относительного покоя, благодаря чему увеличивается функциональный резерв спортивного сердца, так как его энергетические запросы, кровоснабжение и потребление O_2 уменьшаются тем больше, чем ниже ЧСС. Поэтому при одном и том же сердечном выбросе (как в покое, так и при мышечной работе) эффективность работы сердца у тренированных спортсменов выше, чем у нетренированных людей.

Снижение ЧСС у хорошо тренированных спортсменов компенсируется за счёт увеличения ударного (систолического) объёма, что становится возможным благодаря увеличению объёма по-

лостей сердца, повышению сократительной способности миокарда и возрастанию венозного возврата к сердцу.

Движение крови осуществляется кровеносными сосудами, которые выполняют функцию путей транспорта крови, и могут быть разделены на амортизирующие, сосуды сопротивления (резистивные), сосуды обмена, шунтирующие и ёмкостные.

Амортизирующие сосуды — тип кровеносных сосудов, которые за счёт наличия в своей стенке эластических волокон сглаживают (амортизируют) систолические колебания кровотока, способствуя тем самым непрерывному течению крови несмотря на то, что сердце выбрасывает кровь отдельными порциями; к ним относят эластические и большие мышечные артерии.

Прекапиллярные сосуды сопротивления — кровеносные сосуды резистивного типа, к которым относят мелкие артерии и артериолы; за счёт очень мощной мышечной оболочки оказывают наибольшее сопротивление кровотоку (общее периферическое сопротивление), которое влияет прежде всего на величину диастолического артериального давления.

Сосуды обмена — капилляры. Из-за отсутствия в их стенке мышечной оболочки выполняют специфическую функцию, которая невозможна в других сосудах, — обеспечивают обмен газами, питательными веществами, метаболитами и т. д. между кровью и тканями.

Посткапиллярные сосуды сопротивления — кровеносные сосуды резистивного типа, к которым относят венулы и мелкие вены; поддерживают определенный уровень кровотока и величину давления в капиллярах.

Ёмкостные сосуды — венозные сосуды; характеризуются наименьшим сопротивлением кровотоку и легко растяжимыми податливыми стенкам, что позволяет депонировать большие объёмы крови.

Шунтирующие сосуды — тип кровеносных сосудов, связывающих артерии с венами, минуя капилляры; их функциональное значение состоит в разгрузке капиллярного русла.

Движение крови по сосудам (**гемодинамика**) подчиняется законам гидродинамики и зависит от давления в начале и в конце сосуда, а также от вязкости крови, а **общее периферическое сопротивление** — это суммарное сопротивление всех сосудов большого круга кровообращения.

Основными функционально значимыми показателями гемодинамики являются:

- **кровяное давление** — артериальное, венозное;
- **скорость кровотока** — линейная и объёмная.

Артериальное давление — давление, оказываемое кровью на стенки артерий; позволяет поддерживать постоянство кровотока в сосудах при пульсации сердца. Различают четыре вида артериального давления (систолическое, диастолическое, пульсовое, среднединамическое).

Систолическое давление (P_c) — наибольшее давление в артериях во время систолы сердца, обусловленное насосной функцией левого желудочка, его величина в норме от 100 до 139 мм рт. ст. (оптимальное значение 120 мм рт. ст.).

Диастолическое давление (P_d) — наименьшее давление крови в артериях во время диастолы; зависит от общего периферического сопротивления, создаваемого сосудами сопротивления (артериолами и венулами); его величина должна составлять от 60 до 89 мм рт. ст. (оптимальное значение — 80 мм рт. ст.).

Пульсовое давление представляет собой разницу между P_c и P_d . Обусловлено величиной объёма циркулирующей крови.

Среднединамическое давление — это среднее значение артериального давления на протяжении сердечного цикла, величина которого может быть рассчитана как сумма P_d и $1/3$ пульсового давления.

На величину артериального давления кроме перечисленных факторов влияют эластичность стенок сосудов, вязкость крови, венозный возврат к сердцу и т. д.

Линейная скорость кровотока — это расстояние, преодолеваемое частицей крови в кровеносном сосуде за единицу времени; она различна в сосудах разного типа и зависит от объёмной скорости кровотока (в сантиметрах) и площади поперечного сечения сосуда. В аорте, например, она составляет $20\text{--}25\text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$, а в капиллярах $0,03\text{--}0,05\text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$.

Объёмная скорость кровотока — это объём крови, протекающей через поперечное сечение кровеносного сосуда за единицу времени. Он одинаков в большом и малом кругах кровообращения, и равен объёму кровотока через суммарное поперечное сечение сосудов на любом отрезке круга кровообращения. В состоянии покоя у взрослого человека он составляет примерно $4\text{--}6\text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}$ и может изменяться в зависимости от функционального состояния организма.

Центральная нервная регуляция системного артериального давления и минутного объёма крови осуществляется при участии **гемодинамического центра** (ГДЦ) — локального центра регуляции гемодинамики — благодаря реализации прессорных или депрессорных рефлексов. Гемодинамический центр локализуется в спинном и заднем мозге. В заднем мозге он представлен прессорным и депрессорным отделами.

Прессорный отдел оказывает активирующее (прессорное) влияние на деятельность сердечно-сосудистой системы (сужает сосуды, повышает частоту и силу сердечных сокращений, увеличивает артериальное давление и минутный объём крови).

Депрессорный отдел угнетает деятельность прессорного отдела, за счёт чего достигаются депрессорные эффекты (функционально противоположные прессорным).

Алактатная система энергообеспечения

Наименее сложной является алактатная система энергообеспечения. Она отличается высокой скоростью мобилизации и большой мощностью процесса высвобождения энергии, однако небольшой ёмкостью в силу незначительных субстратных резервов. Метаболические процессы не требуют присутствия кислорода, не связаны с накоплением продуктов промежуточного обмена.

Основы функционирования

Образование энергии в алактатной системе происходит за счёт расщепления богатых энергией фосфатных соединений — АТФ и КрФ. АТФ включает четыре компонента — аденозин, состоящий из аденина и связанного с ним 5-углеродного сахара, и три фосфатные группы, две из которых соединены макроэргическими связями. Энергия, образующаяся в результате распада АТФ, в полной мере включается в процесс энергообеспечения работы уже на её первой секунде (рис. 8.7). Однако уже на второй секунде выполнение работы в значительной мере осуществляется за счёт КрФ, депонированного в мышечных волокнах и содержащего, как и АТФ, богатую энергией фосфатную связь. Расщепление этой связи приводит к интенсивному высвобождению энергии (рис. 8.8). Конечными продуктами расщепления КрФ являются креатин (Кр) и неорганический фосфат (P_i). Реакция стимулируется ферментом креатинкиназой и схематически выглядит следующим образом:



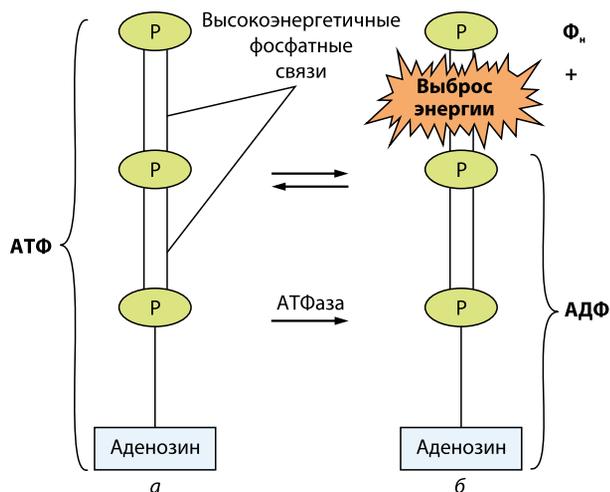


РИСУНОК 8.7 – Схематическое изображение молекулы АТФ (а) и её распада с высвобождением энергии (б)

(Lanza et al., 2006). Что же касается КрФ, то его запасы могут быть полностью исчерпаны в течение 10–50 с (Hirvonen et al., 1987; Kenney et al., 2021).

Специфика вида спорта накладывает существенный отпечаток на мощность алактатной анаэробной системы энергообеспечения: наивысшие показатели отмечаются у бегунов-спринтеров, метателей, прыгунов, велосипедистов-спринтеров, пловцов, специализирующихся на 50-метровых дистанциях. Мощность алактатных анаэробных источников, выраженная в эквивалентах кислорода, может достигать $200\text{--}250 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$ (Di Prampero et al., 1980). У нетренированных лиц показатели значительно ниже и обычно не превышают $140 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$, т. е. под влиянием тренировки мощность алактатной анаэробной системы может быть увеличена на 40–80% (Herda, Craemer, 2016).

В БС-волокнах содержание КрФ существенно выше, чем в МС-волокнах. Например, Мейер (Meyer et al., 1982) приводит данные, согласно которым в БС-волокнах количество КрФ составляло $22,0 \pm 2,0 \text{ ммоль}\cdot\text{кг}^{-1}$, а в МС-волокнах – $13,2 \pm 1,3 \text{ ммоль}\cdot\text{кг}^{-1}$. Что касается АТФ, то его концентрация является одинаковой в мышечных волокнах различного типа и составляет $4\text{--}6 \text{ ммоль}\cdot\text{кг}^{-1}$ мышечной ткани (Spriet, 1999).

Основным фактором, который способствует увеличению количества КрФ в БС- и, в определенной мере, МС-волокнах является интенсивная нервная стимуляция, характерная для выполнения упражнений с высокой интенсивностью (Olbrecht, 2007).

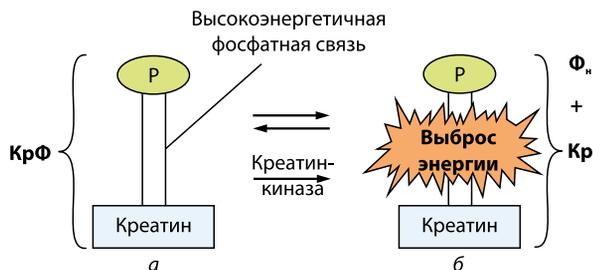


РИСУНОК 8.8 – Схематическое изображение КрФ (а) и его распада (б) с высвобождением энергии

Энергия, высвобождаемая при распаде КрФ, является доступной для процесса ресинтеза АТФ, поэтому за быстрым расщеплением АТФ в процессе мышечного сокращения незамедлительно следует его ресинтез из АДФ и Φ_n с привлечением энергии, высвобождаемой при расщеплении КрФ.

Мощность

В мышцах человека содержится около 100–150 г АТФ.

Концентрация АТФ в мышцах даже при исключительно интенсивной работе может уменьшиться не более чем до 50–60% дорабочего уровня (Taylor et al., 1986), что позволяет обеспечить высокоинтенсивную работу в течение 2–4 с

Еще одной адаптационной реакцией, определяющей мощность алактатной анаэробной системы, является ускорение ресинтеза фосфатов за счёт повышения активности ферментов, в частности креатинфосфокиназы и миокиназы (Stephens, Greenhaff, 2009). Более того, способность к повышению скорости расщепления и ресинтеза фосфатов некоторые специалисты (Голлник, Германсен, 1982) считают более важ-

ной реакцией адаптации, способствующей повышению мощности алактатной анаэробной системы, чем увеличение количества АТФ и КрФ в мышечной ткани. Косвенным подтверждением этого могут служить результаты исследований (Nevill et al., 1989), из которых видно, что после 8-недельной спринтерской тренировки мощность работы в 30-секундном беге с максимальной скоростью возросла на 60 %, в то время как в мышечной ткани испытуемых увеличение АТФ и КрФ было значительно меньшим. Авторы объясняют этот факт увеличением скорости обращаемости фосфагенов и активизацией анаэробного гликолиза. Обоснованность такого вывода подтверждают и результаты других исследований (Spriet, 1999), в которых показано, что 8-недельная тренировка скоростно-силовой направленности привела к увеличению содержания АТФ и КрФ в скелетных мышцах всего на 10 %.

Мощность анаэробной алактатной системы в значительной мере обуславливается объёмом БСа- и, особенно, БСб-волокон, способностью к их мобилизации при выполнении работы с максимальной интенсивностью за счёт интенсивной нервной импульсации.

Ёмкость

Алактатная система, отличаясь очень высокой скоростью высвобождения энергии, одновременно характеризуется крайне ограниченной ёмкостью, которая зависит от запасов АТФ и КрФ в мышечной ткани. Например, при концентрации АТФ $6 \text{ ммоль} \cdot \text{кг}^{-1}$ мышечной ткани, а запасов КрФ — $17 \text{ ммоль} \cdot \text{кг}^{-1}$ мышечной ткани, за счёт запасов фосфагенов на 1 кг мышечной массы может быть освобождено 0,19–0,23 ккал. При общем объёме мышечной массы около 43 % массы тела это составляет для мужчины, масса тела которого 70 кг, — 6,9 ккал; 80 кг — 7,9 ккал; 90 кг — 8,9 ккал. Такая ёмкость алактатной системы приводит к исчерпанию её возможностей при работе с предельной интенсивностью уже через 15–20 с после начала работы (Spriet, 1999; McArdle et al., 2007).

Под влиянием тренировки ёмкость алактатной анаэробной системы энергообеспечения существенно возрастает. Максимальная величина энергии, высвобождаемой в результате использования фосфагенов, у нетренированных лиц составляет 1,5–2 л потребления кислорода. В результате тренировки скоростно-силового характера ёмкость алактатных процессов может увеличиваться в 1,5–2 раза. Приведены данные (Volkov, 2010), согласно которым ёмкость алактатной анаэробной системы под влиянием целенаправленной многолетней тренировки может возрасти в 2,5 раза.

Увеличение ёмкости алактатной энергетической системы проявляется и в продолжительности работы максимальной интенсивности. Так, если у лиц, не занимающихся спортом, максимальная мощность алактатного анаэробного процесса, достигнутая через 0,5–0,7 с после начала работы, может удерживаться не более 7–10 с, то у спортсменов высшего класса, специализирующихся в спринтерских дисциплинах (бег, плавание, велосипедный спорт и др.), она может проявляться в течение 15 с. При этом увеличение продолжительности работы сопровождается и значительно большей её мощностью, что обуславливается высокой скоростью распада и ресинтеза высокоэнергетических фосфатов (Wilmore et al., 2009). Увеличение ёмкости в определённой мере связано и со способностью спортсмена к практически полному исчерпанию КрФ при выполнении работы максимальной интенсивности.

Концентрация АТФ и КрФ у мужчин и женщин практически одинакова. Однако общее количество фосфагенов, которые могут использоваться при мышечной деятельности, у мужчин значительно больше, чем у женщин, что обусловлено большими различиями в общем объёме скелетной мускулатуры.

Подвижность и экономичность

Интенсивный распад АТФ с высвобождением энергии происходит параллельно с началом мышечной деятельности, а креатинфосфокиназная реакция полностью разворачивается уже на второй секунде работы. Однако относится это, естественно, к тем двигательным единицам, которые мобилизованы для выполнения данной работы. Однако даже при высокоскоростной работе (бег на дистанции 100 м, легкоатлетические метания, старт в плавании, проплывание 10–15-метровых отрезков с максимальной скоростью и т. п.) спортсмены далеко не всегда способны к активизации максимального количества мышечных волокон, прежде всего БСб, необходимого для высокоэффективной деятельности. Поэтому способность нервной системы к активизации в кратчайшее время максимально возможного количества двигательных единиц играет решающую роль в обеспечении высокого уровня подвижности алактатной анаэробной системы.

Экономичность алактатной анаэробной системы обуславливается внешними факторами, а не оптимизацией процессов расщепления АТФ и КрФ. В частности, существенной экономии энергии, освобождённой в результате этих реакций, способствует оптимизация спортивной техники, в частности, внутри- и межмышечной координации. Большое значение имеет и подвижность анаэробной лактатной системы, которая у спортсменов высокого класса активно включается в энергообеспечение мышечной деятельности уже на 5–10-й секундах работы.

Лактатная система энергообеспечения

В лактатной системе энергообеспечения ресинтез АТФ происходит за счёт расщепления глюкозы и гликогена при отсутствии кислорода. Этот процесс принято обозначать как анаэробный гликолиз, хотя этим термином правильнее обозначать расщепление глюкозы с участием гликолитических ферментов. Что касается распада гликогена, то здесь правильнее говорить не о гликолизе, а о гликогенолизе. Однако поскольку после первого этапа распада гликогена обе реакции протекают одинаково, весь процесс анаэробного расщепления углеводов принято обозначать как анаэробный гликолиз. В процессе анаэробного гликолиза используется глюкоза как находящаяся в крови, так и образующаяся в результате расщепления гликогена, содержащегося в мышцах (около 2% массы мышцы) и печени. Анаэробный гликолиз обеспечивает неполное расщепление глюкозы — образование АТФ сопровождается накоплением побочного продукта метаболизма — молочной кислоты.

Основы функционирования

Анаэробный гликолиз является значительно более сложным химическим процессом по сравнению с механизмами расщепления фосфагенов в алактатной системе энергообеспечения. Он предусматривает протекание серии сложных последовательных реакций, в результате которых глюкоза и гликоген расщепляются до молочной кислоты, которая в серии сопряженных реакций используется для ресинтеза АТФ (рис. 8.9). Гликолитические ферменты (фосфоорилаза, гексокиназа, пируваткиназа, лактатдегидрогеназа и др.) стимулируют начальные реакции гликолиза и скорость протекания процесса.

В результате расщепления одной молекулы глюкозы образуется две молекулы АТФ, а при расщеплении одной молекулы гликогена — три молекулы АТФ. Одновременно с высвобождением энергии в мышцах и жидкостях организма происходит образование пировиноградной кислоты, которая

затем преобразуется в молочную кислоту. Молочная кислота быстро разлагается с образованием её соли — лактата.

Скорость образования АТФ в процессе гликолиза очень высока, при этом высвобождается большое количество энергии. Однако одновременно интенсивно расходуются и запасы гликогена: полное окисление одной молекулы глюкозы до CO_2 и воды в процессе аэробного окисления приводит к высвобождению 38 молекул АТФ. В процессе анаэробного гликолиза использование одной молекулы глюкозы приводит к образованию всего двух молекул АТФ. Если в результате аэробного процесса конечными продуктами являются относительно безвредные CO_2 и вода, то при анаэробном гликолизе образуются лактат и протоны. О низкой экономичности анаэробного гликолиза свидетельствует, например, то, что в плавании на 1500 м обеспечение энергией за счёт анаэробного гликолиза составляет всего 3%. Однако анаэробный метаболизм требует до 25–30% гликогена (Newsholme et al., 1992; Hoffman, 2002).

Накопление молочной кислоты в результате интенсивной деятельности гликолитического механизма приводит к значительному образованию лактата и H^+ в мышцах. В результате, несмотря на действие буферных систем, постепенно снижается мышечный pH с 7,1 до 6,9–6,7 и даже 6,5–6,4. Начиная с уровня 6,9–6,8, внутриклеточный pH замедляет интенсивность гликолитической реакции, а при pH 6,5–6,4 расщепление гликогена прекращается. Все это дает основание считать, что низкий мышечный pH является основной причиной ограничения возможностей гликолитической системы (Wilmore et al., 2009).

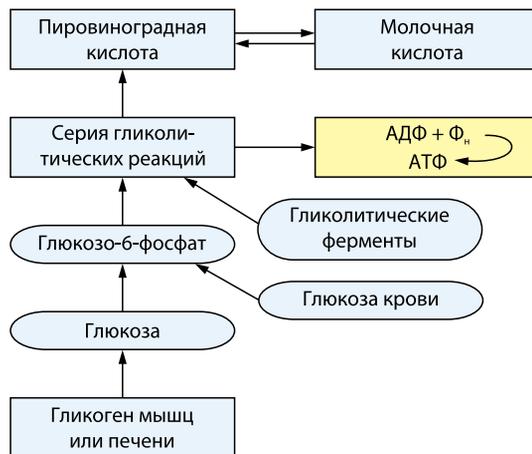


РИСУНОК 8.9 – Схематическое изображение процесса анаэробного гликолиза и гликогенолиза

Мощность

Мощность гликолитического процесса значительно уступает мощности креатинфосфокиназного механизма, однако является значительно более высокой по сравнению с возможностями системы аэробного окисления. В частности, если уровень энергопродукции АТФ за счёт распада КрФ составляет 9–10 ммоль·кг⁻¹ с. м. т.·с⁻¹, то при подключении гликолиза интенсивность продукции АТФ может увеличиться до 14 ммоль·кг⁻¹ с. м. т.·с⁻¹ (Spriet, 1999).

Максимальная мощность лактатной анаэробной системы у нетренированных лиц составляет около 2,5 кДж·кг⁻¹·мин⁻¹, а под влиянием специальной тренировки она может возрасти до 3,1 кДж·кг⁻¹·мин⁻¹ (Волков и др., 2000).

Ёмкость

Ёмкость лактатной анаэробной системы обеспечивает её превалирующее участие в энергопродукции при выполнении работы продолжительностью от 30 до 60 с. При более продолжительной работе роль гликолиза постепенно снижается, однако остается существенной и при продолжительности работы до 5 мин (Platonov, 2007). За счёт использования обоих источников ресинтеза АТФ в те-

чение 3-минутной интенсивной работы мышечная система человека способна вырабатывать около $370 \text{ ммоль} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с. м. т.}$ При этом на долю гликолиза приходится не менее 80 % общей продукции АТФ (Spriet, 1999).

Общее количество энергии, которое образуется за счёт гликолиза, наглядно может быть оценено и по показателям лактата крови после выполнения работы, требующей предельной мобилизации лактатной системы энергообеспечения. У нетренированных лиц предельная концентрация лактата в крови составляет $11\text{--}12 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Под влиянием тренировки ёмкость лактатной системы резко возрастает, и концентрация лактата в крови может достигать $25\text{--}30 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ и выше (Maglisco, 2003; Wilmore et al., 2009). Однако более половины энергии, выделенной в результате гликолиза, превращается в тепло и не может быть использовано для энергообеспечения мышечной деятельности, и только 35–52 % энергии может быть реализовано в виде АТФ (Волков и др., 2000).

Максимальные величины лактата в крови у женщин на 30–40 % ниже по сравнению с мужчинами такой же спортивной специализации (Wilmore et al., 2009). Юные спортсмены по сравнению со взрослыми отличаются невысокими анаэробными возможностями. Максимальная концентрация лактата при предельных нагрузках анаэробного характера у них обычно не превышает $10 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$, что в 2–3 раза ниже, чем у взрослых спортсменов (Прасад, 2003).

Спортсменки высокой квалификации, специализирующиеся в видах соревнований, предъявляющих высокие требования к лактатной системе энергообеспечения, значительно превосходят по показателям лактатной анаэробной производительности нетренированных женщин, но значительно уступают мужчинам. Однако, как и в случае с алактатной системой энергообеспечения, эти различия были бы значительно меньше, если бы лактатная производительность определялась в расчёте на 1 кг мышечной массы, а не на 1 кг общей массы тела (Kenney et al., 2021).

В зависимости от тренированности максимальные величины лактата и время их появления в артериальной крови после максимальной нагрузки колеблются в широких пределах (рис. 8.10).

Предельные величины лактата в артериальной крови наряду со специфическим влиянием тренировки в значительной мере зависят и от количества БС-волокон в мышечной ткани. Нетренированные лица с большим количеством таких волокон при предельных нагрузках могут достигать высоких показателей лактата в мышцах и артериальной крови (Shephard, 1992; Wilmore et al., 2009), так как концентрация гликогена в БС-волокнах на 15–20 % выше, чем в МС-волокнах (Spriet, 1999).

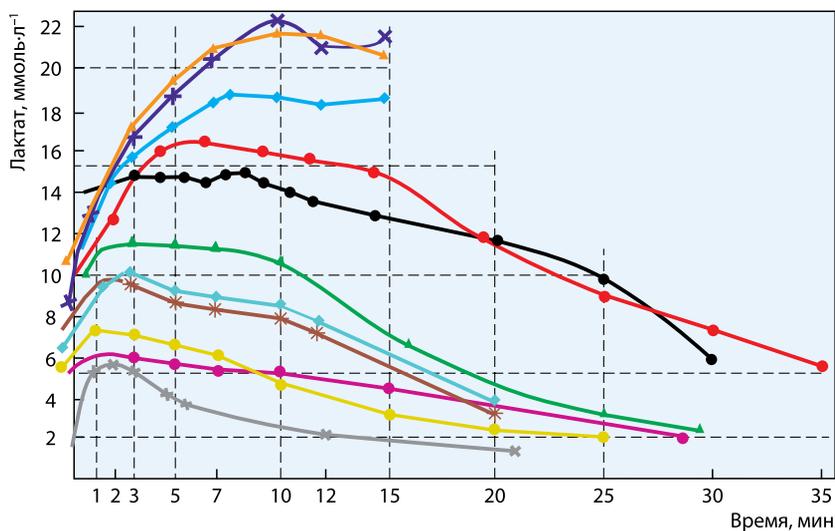


РИСУНОК 8.10 – Величина лактата в крови в восстановительном периоде после максимальных нагрузок у лиц с различными функциональными возможностями (Mader et al., 1978)

Подвижность

В отличие от алактатной системы энергообеспечения, мощность которой достигает максимальных показателей уже на первой секунде работы, процесс активизации гликолиза разворачивается значительно медленнее. У нетренированных максимальная активизация деятельности анаэробной лактатной системы отмечается через 15–20 с после начала работы. Под влиянием специальной тренировки подвижность гликолитического процесса резко возрастает и его производительность, близкая к максимальной, может отмечаться уже через 5–8 с после начала высокоинтенсивной работы, что в значительной мере обусловлено повышением способности к активизации БС-волокон.

Экономичность

Экономное расходование энергии, продуцируемой анаэробной лактатной системой, как и в случае с системой АТФ–КрФ, обусловлено главным образом внешними факторами, а не оптимизацией процесса анаэробного расщепления гликогена. В частности, совершенствование процесса активизации и координации деятельности двигательных единиц мышц (агонистов, синергистов и антагонистов) снижает накопление молочной кислоты, уменьшает нагрузку на буферные системы мышц и крови, и способно существенно повысить экономичность процесса анаэробного гликолитического обеспечения.

Энергообеспечение мышечной деятельности анаэробной лактатной системой, в отличие от алактатной, сопровождается быстрым развитием ацидоза, и как следствие, тяжелым утомлением и подавлением деятельности основных ферментов, осуществляющих катализ реакций гликолиза. Применительно к кратковременным действиям, это не является острой проблемой, так как мощность и ёмкость хорошо тренированных алактатной и лактатной анаэробных систем способны обеспечить энергией работу, выполняемую в течение 45–60 с. Что же касается более продолжительной работы, то здесь ситуация меняется кардинально. Например, уже при пробегании первой половины 800-метровой дистанции предельная активизация анаэробной лактатной системы способна привести к ацидозу, который вынудит бегуна резко снизить скорость на второй половине дистанции. Поэтому при преодолении дистанций 800 и 1500 м бегунам необходимо обеспечить сбалансированное участие различных энергетических систем в обеспечении мышечной деятельности. Анаэробная лактатная система должна вовлекаться лишь в той мере, которая не приводит к значительному ацидозу и не препятствует вовлечению в энергообеспечение аэробной системы. Высокие аэробные возможности являются важным фактором замедления развития ацидоза и ускорения процесса выведения побочных продуктов анаэробного обмена. Поэтому высокие аэробные возможности являются гарантией большего производства энергии лактатной анаэробной системой при одних и тех же концентрациях лактата в крови, т. е. обеспечивают экономичность её деятельности.

Аэробная система энергообеспечения

Аэробная система энергообеспечения значительно уступает алактатной и лактатной по мощности энергопродукции, скорости включения в обеспечение мышечной деятельности, однако многократно превосходит их по ёмкости и экономичности.

Особенностью аэробной системы является то, что образование АТФ в митохондриях, находящихся в мышечной ткани и примыкающих к миофибриллам или разбросанных в саркоплазме, проис-

ходит при участии кислорода, доставляемого кислородтранспортной системой, что предопределяет высокую экономичность аэробной системы и отсутствие вредных продуктов распада, а достаточно большие запасы гликогена в мышечной ткани и печени и практически неограниченные запасы липидов в адипозной и мышечной тканях — её большую ёмкость.

В состоянии покоя около 70% АТФ производится в результате окисления жиров и 30% — углеводов. Работа аэробной направленности с интенсивностью на уровне до 50% $\dot{V}O_{2max}$ на 30–60% обеспечивается окислением жиров и на 40–50% — углеводов. Увеличение интенсивности работы постепенно увеличивает долю ресинтеза АТФ за счёт гликогена (Stephens, Greenhaff, 2009). При выполнении работы с интенсивностью 90–100% $\dot{V}O_{2max}$ почти 100% энергии обеспечивается окислением углеводов. Однако это происходит лишь в случае их достаточного количества (Brooks, 2005).

Истощение различных источников гликогена находится в прямой зависимости от интенсивности тренировочной работы. Гликоген печени преимущественно расходуется при выполнении малоинтенсивной работы. Упражнения, выполняемые с более высокой интенсивностью (начиная с 50% $\dot{V}O_{2max}$), приводят к постоянно возрастающему использованию гликогена мышц в процессе ресинтеза АТФ (Saltin, Gollnick, 1983). Напряжённая продолжительная работа может привести практически к полному исчерпанию запасов мышечного гликогена, которое неизбежно влечёт за собой снижение концентрации глюкозы крови, снижение интенсивности работы и привлечение в качестве энергетических субстратов жиров и белков (Sherman, Wimer, 1991; Kenney et al., 2021).

Содержание мышечного гликогена составляет около 350 ммоль·кг⁻¹ сухой мышцы или 80 ммоль·кг⁻¹ влажной мышцы. Работа аэробной направленности с интенсивностью 80% $\dot{V}O_{2max}$ (на уровне порога анаэробного обмена) приводит к практически полному исчерпанию мышечного гликогена приблизительно в течение 70 мин. Однако расходуется гликоген очень неравномерно. Около 50% — в течение первых 15–20 мин. В дальнейшем темпы расходования существенно замедляются. Обусловлено это инертностью процесса гликогенолиза, постепенным развитием процесса окисления жиров и углеводов до достижения сбалансированного устойчивого состояния. В силу этих причин в начале работы в процесс энергообеспечения вовлекается гликолиз, требующий значительно более интенсивного расходования гликогена (Stephens, Greenhaff, 2009).

Основы функционирования

В наиболее упрощённом виде деятельность аэробной системы энергообеспечения осуществляется следующим образом. На первом этапе в результате сложных процессов происходит преобразование как гликогена, так и свободных жирных кислот (СЖК) в ацетил-кофермент А (ацетил-КоА) — активную форму уксусной кислоты, что обеспечивает протекание всех последующих процессов энергообразования по единой схеме. Однако до момента образования ацетил-КоА окисление гликогена и СЖК происходит самостоятельно.

В присутствии кислорода одна молекула глюкозы, образовавшаяся при расщеплении гликогена, полностью окисляется до CO_2 и H_2O с выделением энергии, достаточной для ресинтеза 39 молекул АТФ. Производство такого большого количества энергии обеспечивается серией сложных химических реакций, происходящих в митохондриях с участием ферментных систем.

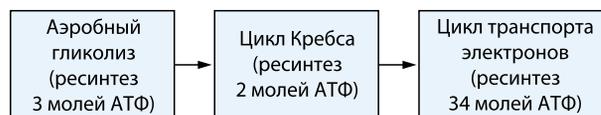


РИСУНОК 8.11 – Этапы реакций ресинтеза АТФ в аэробном процессе

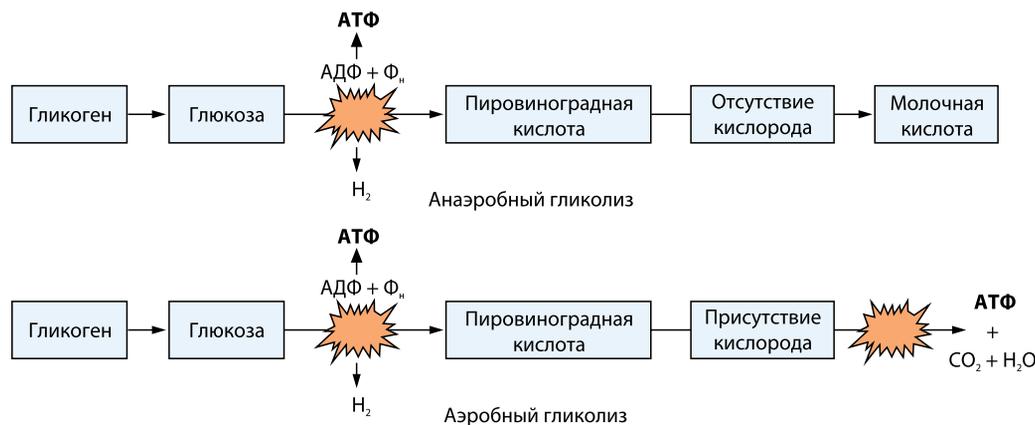
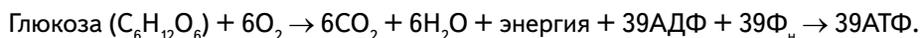


РИСУНОК 8.12 – Схема протекания анаэробного и аэробного гликолиза

Многочисленные химические реакции, происходящие в процессе аэробного ресинтеза АТФ, можно разделить на три типа: 1 – аэробный гликолиз; 2 – цикл Кребса; 3 – система транспорта электронов (рис. 8.11).

Если субстратом является не гликоген, а глюкоза, одна молекула АТФ используется на начальном этапе для превращения глюкозы в глюкозо-6-фосфат, доступный для последующих реакций. В этом случае весь процесс аэробного расщепления глюкозы приводит к ресинтезу 38 молекул АТФ.

Вся совокупность реакций, которые обеспечивают расщепление 1 моля глюкозы с образованием энергии и её использование для ресинтеза АТФ, можно схематически представить следующим образом:



Протекание аэробного гликолиза происходит по той же схеме, что и протекание рассмотренного выше анаэробного гликолиза. В обоих случаях в результате химических реакций гликоген преобразуется в глюкозу, а глюкоза – в пировиноградную кислоту с ресинтезом АТФ. В этих реакциях кислород не участвует. Присутствие кислорода обнаруживается в дальнейшем, когда при его участии пировиноградная кислота не преобразуется в молочную кислоту, а затем в лактат, что имеет место в процессе анаэробного гликолиза, а направляется в аэробную систему, конечными продуктами которой являются CO_2 , выводимый из организма легкими, и H_2O (рис. 8.12). Расщепление одной молекулы глюкозы на две молекулы пировиноградной кислоты происходит с выделением энергии, достаточной для ресинтеза трех молекул АТФ:

Из образовавшейся в результате расщепления гликогена пировиноградной кислоты сразу выводится CO_2 , превращая её из трехуглеродного соединения в двухуглеродное, которое сочетаясь с коферментом А образует ацетил-КоА, который включается во второй этап реакций аэробного образования АТФ – цикл лимонной кислоты, или цикл Кребса.

В цикле Кребса протекает серия сложных химических реакций, в результате которых происходит выведение ионов водорода (H^+) и электронов (e^-), которые в итоге попадают в систему транспорта кислорода и участвуют в реакциях ресинтеза АТФ на третьем этапе. В самом цикле Кребса образуется только две молекулы АТФ (рис. 8.13). Цикл Кребса – ключевой этап дыха-

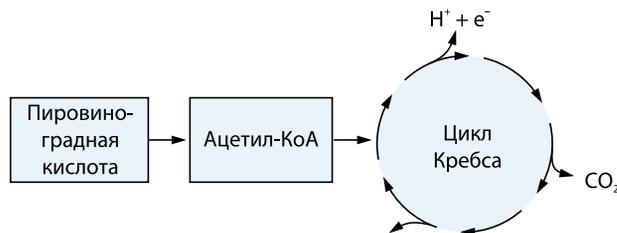


РИСУНОК 8.13 – Схематическое изображение окисления углеводов в цикле Кребса

ния клеток, использующих кислород, промежуточный этап между гликолизом и цепью транспорта кислорода, центр пересечения большого количества метаболических процессов. Кроме энергетической функции цикл Кребса играет важную роль в пластических процессах, связанных с синтезом аминокислот, углеводов, жирных кислот и др. (Сили и др., 2007).

Третий этап реакций протекает в цепи транспорта электронов (дыхательной цепи). Реакции, происходящие с участием коферментов, в общем виде сводятся к следующему. Ионы водорода и электроны, выделяемые в результате реакций, протекавших в цикле Кребса и в меньшей мере в процессе гликолиза, транспортируются к кислороду, чтобы в результате образовать воду. Одновременно выделяемая энергия в серии сопряженных реакций используется для ресинтеза АТФ. Весь процесс, происходящий по цепи передачи электронов кислороду, называется окислительным фосфорилированием. В процессах, происходящих в дыхательной цепи, потребляется около 90 % поступающего к клеткам кислорода (Волков и др., 2000) и образуется наибольшее количество АТФ. В общей сложности окислительная система транспорта электронов обеспечивает образование 34 молекул АТФ из одной молекулы глюкозы при расщеплении гликогена.

Усвоение и абсорбция углеводов в кровотоке происходят в тонком кишечнике. В печени они превращаются в гликоген, который депонируется в мышцах и печени, а также используется различными органами и тканями в качестве источника энергии для поддержания деятельности. В организме здорового с высоким уровнем физической подготовленности мужчины с массой тела 75 кг содержится 500–550 г углеводов в виде гликогена мышц (около 80 %), гликогена печени (примерно 16–17 %), глюкозы крови (3–4 %), что соответствует энергетическим запасам порядка 2000–2200 ккал.

Гликоген печени (90–100 г) используется для поддержания уровня глюкозы крови, необходимого для обеспечения нормальной жизнедеятельности различных тканей (например, для головного мозга необходимо 5 г·ч⁻¹ гликогена). При продолжительной работе аэробного характера, приводящей к истощению запасов мышечного гликогена, часть гликогена печени может использоваться мышцами. Обеспечивается это гликогенолизом — процессом распада гликогена печени до глюкозо-6-фосфата, который под действием содержащегося в печени специфического фермента расщепляется с высвобождением в кровь свободной глюкозы. При напряженной продолжительной работе к процессу образования глюкозы подключается еще один механизм — глюконеогенез, при котором происходит трансформация в глюкозу определенных аминокислот, глицерола и лактата, извлекаемых печенью из крови. Под влиянием тренировки существенно возрастают мощность и ёмкость гликогенолиза и мощность глюконеогенеза.

Гликогенные запасы мышц и печени могут существенно увеличиваться под влиянием тренировки и пищевых манипуляций, предусматривающих углеводное истощение и последующее углеводное насыщение. В частности, концентрация гликогена в печени под влиянием тренировки и специального питания может увеличиться в 2 раза (Kjaer, 1999; Мохан и др., 2001). Увеличение количества гликогена является очень важным не только в связи с увеличением углеводных ресурсов и соответственно их доли в процессе энергообеспечения, но и в связи с тем, что увеличение дорабочей концентрации гликогена повышает его доступность и скорость утилизации при выполнении последующей мышечной работы.

При продолжительных физических нагрузках средней интенсивности образование глюкозы в печени возрастает в 2–3 раза по сравнению с образованием её в состоянии покоя (Ahlborg, 1994). Напряженная продолжительная работа может привести к 7–10-кратному увеличению образования глюкозы в печени по сравнению с данными, полученными в состоянии покоя (Kjaer, 1999).

При работе продолжительностью от 30 до 90–120 мин образование глюкозы в печени (до 90 %) обеспечивается гликогенолизом. Однако под влиянием накопления лактата и гормональной активиза-

ции постепенно разворачивается процесс глюконеогенеза — восполнения глюкозы за счёт неуглеводных источников — лактата, глицерола, аминокислот и др. Учитывая то, что запасы гликогена в печени при выполнении работы с интенсивностью 60–80% $\dot{V}O_2\text{max}$ исчерпываются через 1,5–2 ч, что проявляется в снижении концентрации гликогена до 6–10% исходного уровня, дальнейшее продолжение работы во многом обуславливается интенсивностью глюконеогенеза (Abumrad et al., 1995; Weinberg, Gould, 2003). При выполнении работы продолжительностью 3–4 ч и более вклад глюконеогенеза в продукцию глюкозы печени может возрасти до 50% (Kjaer, 1999).

В целом гликогенные ресурсы мышц и печени, возможности глюконеогенеза ограничены и позволяют обеспечить выделение до 2000–2200 ккал энергии, что недостаточно для полноценного обеспечения тренировочной, а также продолжительной соревновательной деятельности, в частности, в велосипедных шоссейных гонках, марафонском беге, марафонских заплывах, триатлоне и др. Что касается жиров, содержащихся в адипозной ткани и мышечных волокнах, то их запасы во много раз превышают реальные запросы тренировочной и соревновательной деятельности и обычно соответствуют 70 000–75 000 ккал (около 290 000–310 000 кДж), а во время продолжительной работы, приводящей к истощению ресурсов гликогена, вклад жиров в ресинтез АТФ может оказаться существенным — от 3 до 18% (Smith et al., 1998; Kenney et al., 2019).

Среди всех соединений, относящихся к жирам (фосфолипиды, триглицериды, холестерол), для образования энергии могут использоваться триглицериды, которые в процессе липолиза могут расщепляться на глицерол и свободные жирные кислоты (СЖК), которые попадая с током крови в мышечные волокна подвергаются расщеплению. Процесс расщепления СЖК в митохондриях, активизируемый АТФ, с помощью ферментов приводит к образованию уксусной кислоты, которая превращается в ацетил-КоА. Весь процесс преобразования СЖК в ацетил-КоА определяется как бета-окисление (β-окисление) жиров. При метаболизме жиров образуется значительно больше ацетил-КоА, чем при метаболизме углеводов, поэтому при дальнейшем окислении ацетил-КоА, поступившего в результате катаболизма жиров, в цикле Кребса и в цепи переноса электронов из одного моля наиболее типичных жирных кислот образуется в 4–5 раз больше АТФ, чем из одного моля гликогена или глюкозы. В результате окисления стеариновой кислоты (18-углеродная молекула) и пальмитиновой (16-углеродная молекула) обеспечивается выделение энергии, достаточной для ресинтеза соответственно 147 и 130 молекул АТФ. Однако для окисления жиров требуется значительно больше кислорода, чем для окисления углеводов.

Если на 1 моль ресинтезируемого АТФ за счёт окисления гликогена требуется, как отмечалось выше, 3,45 л O_2 , то при окислении пальмитиновой или стеариновой кислоты — 3,96 л. Таким образом, для ресинтеза АТФ за счёт окисления триглицеридов требуется примерно на 13% больше кислорода. Это, естественно, предусматривает меньшую интенсивность работы, выполняемой за счёт энергии, полученной в результате метаболизма жиров. Общая схема, отражающая метаболизм жиров и углеводов, представлена на рисунке 8.14.

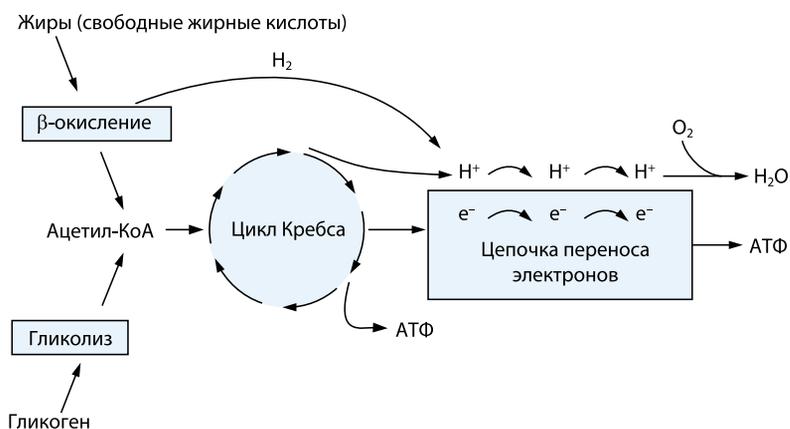


РИСУНОК 8.14 – Общие пути обмена жиров и углеводов (Wilmore et al., 2009)

Важно отметить, что не более 30% энергии, образовавшейся в результате окисления углеводов и жиров, идет на обеспечение мышечной деятельности, остальная энергия выделяется в виде тепла.

Жировые запасы, используемые в процессе энергообеспечения, примерно в равной мере охватывают два источника. Первый — липозная ткань, из нее в кровь поступает около половины СЖК, которые доставляются к мышечным клеткам для последующей утилизации. Вторым источником — внутримышечный триацилглицерол, который содержится в адипоцитах, находящихся между волокнами или в виде триацилглицероловых образований непосредственно в волокнах, и используется для расщепления и последующей поставки СЖК в плазму крови. Мобилизация жировых запасов стимулируется снижением содержания глюкозы в крови по мере выполнения продолжительной работы. Концентрация СЖК в плазме во время продолжительной и достаточно интенсивной работы может увеличиться в 5–10 раз (с $0,2–0,4$ ммоль·л⁻¹ до $2,2$ ммоль·л⁻¹), что является определяющим для интенсивности их окисления.

Хотя в процессе мышечной деятельности липолиз разворачивается постепенно, однако уже на 30–40-й минутах работы средней интенсивности её энергообеспечение в равной мере осуществляется за счёт окисления как углеводов, так и липидов. Дальнейшее продолжение работы, приводящее к постепенному исчерпанию ограниченных углеводных ресурсов, связано с увеличением окисления СЖК. Например, энергообеспечение в шоссейных велосипедных гонках, марафонском беге, стайерских дистанциях в лыжном спорте во многом связано с использованием жиров.

Несмотря на то что использование энергии от окисления липидов имеет реальное значение для обеспечения выносливости только при продолжительной мышечной деятельности, начиная уже с первых минут работы с интенсивностью, превышающей 60% $\dot{V}O_{2max}$, отмечается освобождение из триацилглицеридов СЖК, их поступление и окисление в сокращающихся мышцах (Turcotte et al., 1999). По мере продолжения нагрузки или увеличения её интенсивности скорость мобилизации СЖК начинает превосходить скорость их утилизации, в результате чего возрастает концентрация СЖК в плазме. Одновременно начинает происходить накопление лактата. Под влиянием тренировки способность к утилизации СЖК существенно возрастает, и процесс поступления СЖК перестает превалировать над их окислением (Kiens et al., 1993).

Внутримышечная утилизация триглицеридов существенно возрастает под влиянием тренировки. Эта адаптационная реакция проявляется как в быстроте развертывания процесса образования энергии за счёт окисления СЖК, поступивших из триглицеридов мышц, так и в возрастании их утилизации из мышечной ткани. Известно, что при продолжительной мышечной работе (2–3 ч и более) на уровне интенсивности 60–70% $\dot{V}O_{2max}$ может отмечаться снижение концентрации триглицеридов в работающих мышцах на 25–50% (Costill et al., 1973; Essen, 1977). Однако у тренированных спортсменов снижение содержания в мышце триглицеридов на 30% может отмечаться уже через 30 мин работы (Essen-Gustavsson, Tesch, 1990), и даже 5-минутная высокоинтенсивная нагрузка способна привести к существенному снижению (более 20%) их концентрации в мышечной ткани (Turkotte et al., 1999). Естественно, что количество энергии, поступающей в результате окисления СЖК, при работе такой продолжительности незначительно по сравнению с вкладом других источников энергопродукции, однако им нельзя пренебрегать ни в тренировочной, ни в соревновательной деятельности спортсменов.

Не менее важным адаптационным эффектом тренированной мышечной ткани является повышение её способности к утилизации жировых запасов. Так, после 2-часовой физической нагрузки с интенсивностью 65% $\dot{V}O_{2max}$ у нетренированных лиц отмечалось снижение содержания триглицеридов в работающих мышцах на 20%. После 12-недельной тренировки аэробной направленности способность к их утилизации резко возросла и достигла 40% (Hurley, 1986). Важно учесть, что интенсивность работы аэробной направленности, наиболее благоприятная для повышения способно-

сти использовать жировые запасы в качестве субстрата для ресинтеза АТФ, колеблется в диапазоне 50–65% $\dot{V}O_{2max}$. Более напряженная работа приводит к снижению интенсивности окисления жиров и увеличению окисления углеводов (Holloway, Spriet, 2009).

Благодаря значительным запасам гликогена и жиров в организме и неограниченной возможности потребления кислорода из атмосферного воздуха, аэробные процессы, обладая меньшей мощностью по сравнению с анаэробными, могут обеспечивать выполнение работы в течение длительного времени (т.е. их ёмкость очень велика) при очень высокой экономичности. Исследования показывают, что, например, энергообеспечение интенсивной работы продолжительностью 1,5–2 ч на 80–85% может быть осуществлено за счёт резервов гликогена мышц и печени. Остальная энергия образуется в результате окисления жирных кислот. Однако скорость их диффузии из крови в мышцы ограничена, что лимитирует производство энергии за счёт этих кислот. Энергии, продуцируемой вследствие окисления СЖК, достаточно для поддержания интенсивности работы мышц на уровне 40–50% $\dot{V}O_{2max}$ (Newsholme et al., 1992), в то время как сильнейшие марафонцы способны преодолевать дистанцию с интенсивностью, превышающей 80–90% $\dot{V}O_{2max}$, что свидетельствует о высоком уровне адаптации аэробной системы энергообеспечения, позволяющем обеспечить не только оптимальное сочетание использования углеводов, жиров, отдельных аминокислот и метаболитов для производства энергии, но и экономное расходование гликогена (Kenney et al., 2012).

Таким образом, вся совокупность реакций, обеспечивающих аэробное окисление гликогена, выглядит следующим образом. На первом этапе в результате гликолиза образуется пировиноградная кислота и ресинтезируется некоторое количество АТФ. На втором, в цикле Кребса, производится CO_2 , а ионы водорода (H^+) и электроны (e^-) вводятся в систему транспорта электронов также с ресинтезом некоторого количества АТФ. И наконец, заключительный этап связан с образованием H_2O из $H^+ + e^-$ и кислорода с высвобождением энергии, используемой для ресинтеза подавляющего количества АТФ. Жиры и белки, использующиеся в качестве топлива для ресинтеза АТФ, также проходят через цикл Кребса и систему транспорта электронов (рис. 8.15).

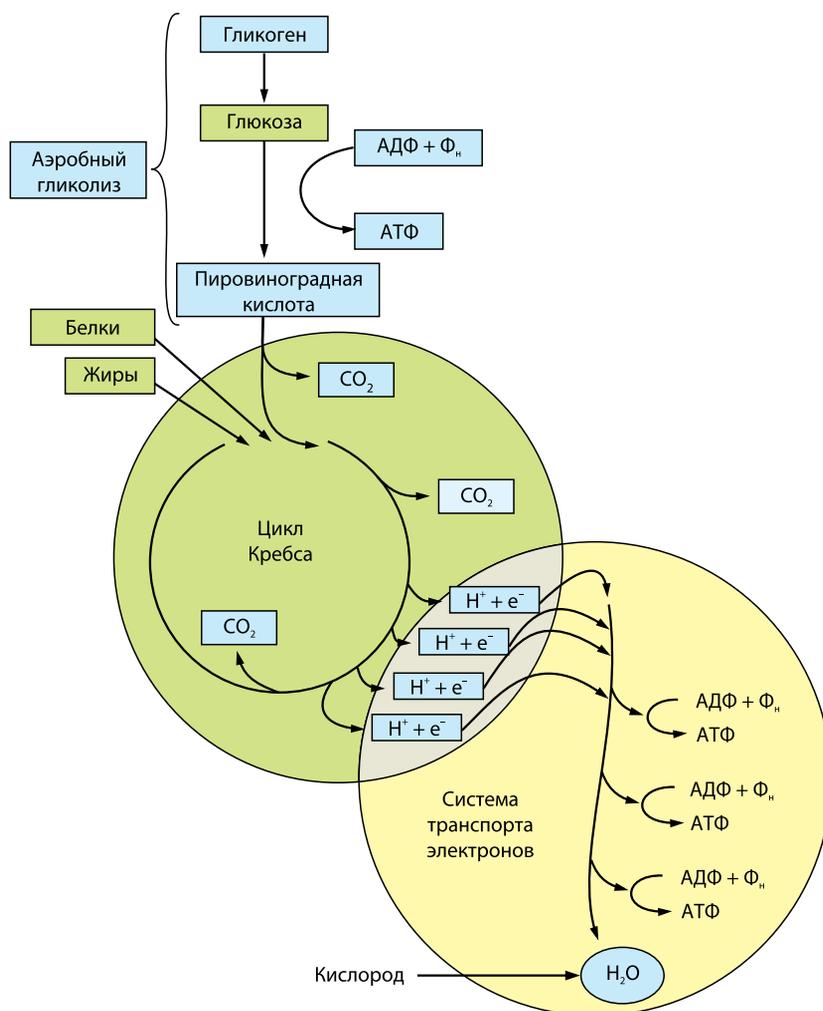


РИСУНОК 8.15 – Схематическое изображение функционирования аэробной системы энергообеспечения (Fox et al., 1993)

Следовательно, сбалансированность процессов ресинтеза АТФ путем окисления углеводов и жиров, а также усиление интенсивности процесса окисления жиров как следствие специальной тренировки являются исключительно важными для повышения работоспособности, отдаления процесса утомления и экономии мышечного гликогена во многих видах соревновательной и тренировочной деятельности (Stephens, Greenhaff, 2009).

Мощность

Мощность аэробной системы энергообеспечения обуславливается многими факторами. В числе важнейших — мощность и эффективность внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы; величина фондов субстратов; соотношение мышечных волокон разного типа; плотность и количество капилляров в мышечной ткани; количество, величина и плотность митохондрий в мышечных клетках; количество и активность многочисленных окислительных ферментов и коферментов, гормонов и других регуляторов окислительных процессов.

Повышение уровня максимального потребления кислорода способствует повышению мощности аэробной системы. Если у лиц, имеющих уровень $\dot{V}O_{2max}$ 40–45 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, энергопродукция за счёт аэробного окисления составляет 0,8–1,2 кДж·кг⁻¹·мин⁻¹, то у спортсменов высокого класса с уровнем $\dot{V}O_{2max}$ 80–90 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ она возрастает до 1,6–1,8 кДж·кг⁻¹·мин⁻¹ (Волков и др., 2000).

Наивысших величин потребления кислорода при прочих равных условиях девушки достигают в возрасте 14–16 лет, юноши — в 18–20 лет. У взрослых мужчин максимальные показатели потребления кислорода значительно превышают показатели у женщин: у мужчин в возрасте 20–30 лет, не занимающихся спортом, отмечаются величины порядка 3300 ± 200 мл·мин⁻¹, у женщин — 2000 ± 200 мл·мин⁻¹. Относительные величины $\dot{V}O_{2max}$ у мужчин обычно колеблются в пределах 42–48 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, у женщин — 35–40 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (Swank, 2008).

Различия в абсолютных значениях $\dot{V}O_{2max}$ между мужчинами и женщинами в значительной мере обусловлены меньшим объёмом мышечной ткани и большим содержанием жира в организме женщин по сравнению с мужчинами. Если это принять во внимание, то различия между мужчинами и женщинами уменьшаются до 5%, что обусловлено пониженным содержанием гемоглобина в крови женщин (Nygaard, Hede, 1987), а также меньшим количеством капилляров, приходящихся на мышечное волокно (Wilmore et al., 2009).

До 10–12 лет средний показатель $\dot{V}O_{2max}$ у девочек составляет 85–90% характерного для мальчиков. После окончания пубертатного периода эти различия увеличиваются, и показатели у девочек составляют около 80% уровня $\dot{V}O_{2max}$ у мальчиков. Максимальные относительные величины потребления кислорода у юных спортсменов, находящихся в препубертатном и пубертатном периодах, на 20–30% выше, чем у их сверстников, не занимающихся спортом, и на 10–20% ниже, чем у взрослых спортсменов (Прасад, 2003).

Рассматривая возможности адаптации аэробной системы энергообеспечения организма человека в связи с проблемой спортивного отбора, следует отметить, что у 98,6% мужского населения величины потребления кислорода находятся в пределах 31,5–58,5 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, и у менее 1% — выше 60 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (Taylor, Rowell, 1974). Практически это означает, что лишь один из нескольких сотен юношей в результате специальной тренировки имеет потенциальные возможности к достижению показателей $\dot{V}O_{2max}$ порядка 80–90 мл·кг⁻¹·мин⁻¹.

При рассмотрении зависимости возможностей аэробной системы от генетических предпосылок, следует отметить, что генетическая детерминированность уровня $\dot{V}O_{2max}$ колеблется в преде-

лах 50–85%. Не менее важно, что генетически детерминированы и возможности спортсмена к тренируемости аэробной мощности. Таким образом, уровень $\dot{V}O_{2max}$ определяется двумя видами генетической предрасположенности. Во-первых, морфофизиологическим базисом (соотношение мышечных волокон различного типа, особенности нейромышечной иннервации, возможности системы транспорта кислорода и др.), а во-вторых, способностью к адаптации под влиянием целенаправленной тренировки. Обе эти генетические составляющие не менее чем на 75% определяют уровень $\dot{V}O_{2max}$ (Diskhuth, 2004).

У спортсменов высокого класса, специализирующихся на дистанциях, требующих проявления выносливости при аэробной работе, отмечаются абсолютные величины $\dot{V}O_{2max}$, достигающие 6,0 л·мин⁻¹ и более, относительные величины могут превышать 80 мл·кг⁻¹·мин⁻¹. У женщин, достигших высшего спортивного мастерства в этих видах соревнований, абсолютные величины $\dot{V}O_{2max}$ могут достигать 4,0–4,5 л·мин⁻¹, относительные – 65–70 мл·кг⁻¹·мин⁻¹. Рекордные величины $\dot{V}O_{2max}$, зарегистрированные у выдающихся спортсменов, составили у мужчин 94,0 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, у женщин – 77 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (Kenney et al., 2021).

Требования, которые предъявляют разные виды спорта к мощности аэробной системы энергообеспечения, достаточно наглядно отражают данные, представленные в таблице 8.1.

Вероятность отбора лиц с высокими природными величинами $\dot{V}O_{2max}$, а также перспективы его повышения под влиянием напряженной тренировки определял Р. Шепард (Shephard, 1992) (рис. 8.16). И хотя эти результаты не в полной мере совпадают с данными других авторов, они свидетельствуют о том, что лица с очень высокими величинами $\dot{V}O_{2max}$ встречаются редко: из 2000 юношей только один имеет исходные данные на уровне 72 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, каждый 40-й – 64 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ и каждый шестой – 56 мл·кг⁻¹·мин⁻¹. Это свидетельствует о том, что ориентировать

ТАБЛИЦА 8.1 – Типичные значения максимального потребления кислорода в разных видах спорта (Neumann, 1984)

Виды спорта	Максимальное потребление кислорода, мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹	
	Мужчины	Женщины
Циклические		
Бег на длинные дистанции	75–80	65–70
Лыжные гонки	75–78	65–70
Биатлон	75–78	–
Велосипедный спорт (шоссе)	70–75	60–65
Велосипедный спорт (трек)	65–70	55–60
Конькобежный спорт	65–72	55–60
Плавание	60–70	55–60
Гребля	65–69	60–64
Спортивные игры		
Футбол	50–57	–
Гандбол	55–60	48–52
Хоккей на льду	55–60	–
Волейбол	55–60	48–52
Баскетбол	50–55	40–45
Теннис	48–52	40–45
Теннис настольный	40–45	38–42
Единоборства		
Бокс	60–65	–
Борьба	60–65	–
Дзюдо	55–60	50–55
Фехтование	45–50	40–45
Скоростно-силовые		
Спринтерская гонка на треке	55–60	45–50
Легкоатлетический спринт (100 м, 200 м)	48–52	43–47
Прыжки в длину	50–55	45–50
Тяжелая атлетика	40–50	–
Метание диска, толкание ядра	40–45	35–40
Метание копья	45–50	42–47
Прыжки с шестом	45–50	–
Прыжки на лыжах с трамплина	40–45	–
Сложнокоординационные		
Скоростной спуск на лыжах	60–65	48–53
Фигурное катание	50–55	45–50
Гимнастика спортивная	45–50	40–45
Гимнастика художественная	–	40–45
Парусный спорт	50–55	45–50
Стрелковый спорт	40–45	35–40

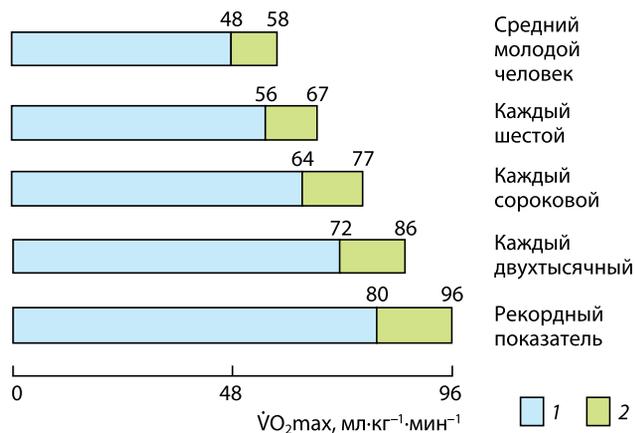


РИСУНОК 8.16 – Возможности отбора и напряженной тренировки для достижения высоких величин максимального потребления кислорода: 1 – без тренировки; 2 – влияние напряженной тренировки (Shephard, 1992)

тренировки можно не более чем на 20%. В то же время другие авторы, изучая эффективность современных методов повышения аэробной производительности, показали значительно большие возможности повышения $\dot{V}O_{2max}$ под влиянием тренировки – до 30–35% (Hollmann, Hettinger, 1980) и даже 50% и более (Hartley, 1992; Volkov, 2010).

Следует отметить, что большой разброс во мнениях специалистов, изучавших возможность тренировки в отношении повышения мощности аэробной системы энергообеспечения, в значительной мере связан с отсутствием анализа индивидуальных адаптационных возможностей испытуемых, обусловленных различиями в структуре мышечной ткани. Однако в фундаментальной работе Е. Фокса, Р. Боуэра и М. Фосса (Fox et al., 1993) убедительно показано, что адаптационный резерв в отношении $\dot{V}O_{2max}$ у лиц, мышечная ткань которых содержит большой процент МС-волокон, очень велик. Под влиянием тренировки у таких лиц уровень $\dot{V}O_{2max}$ может возрасти в 1,5–1,7 раза (рис. 8.17).

Многие специалисты преувеличивают роль $\dot{V}O_{2max}$ для достижения высоких результатов в видах спорта, требующих высокого уровня выносливости к длительной работе. Для подтверждения этого достаточно сослаться на факты (Robinson et al., 1937; Åstrand, 1992), согласно которым много лет назад, когда спортивные результаты в видах спорта, требующих выносливости, были несопоставимы с современными, у сильнейших бегунов-стайеров регистрировались показатели $\dot{V}O_{2max}$, превышающие 80 мл·кг⁻¹·мин⁻¹.

Хотя зарегистрированные наивысшие показатели в настоящее время несколько превышают эти величины, многие выдающиеся спортсмены (велосипедисты, бегуны-стайеры, пловцы-стайеры, лыжники) добиваются побед на чемпионатах мира, Олимпийских играх и

на виды соревнований, требующих очень высоких показателей аэробной производительности, можно лишь одного из 30–50 обследованных юношей, а на виды, в которых аэробная производительность находится в числе важнейших факторов, определяющих результат (например, плавание на 200 и 400 м, гребля академическая, бег на дистанции 1500 м и др.), одного из 10–15 претендентов. Естественно, что эти рекомендации касаются только одного показателя; учет других морфофункциональных и психологических параметров, конечно, изменяет это соотношение в сторону значительно меньшей вероятности появления перспективного спортсмена.

Как отмечал Р. Шепард (Shephard, 1992), повысить уровень $\dot{V}O_{2max}$ за счёт напряженной

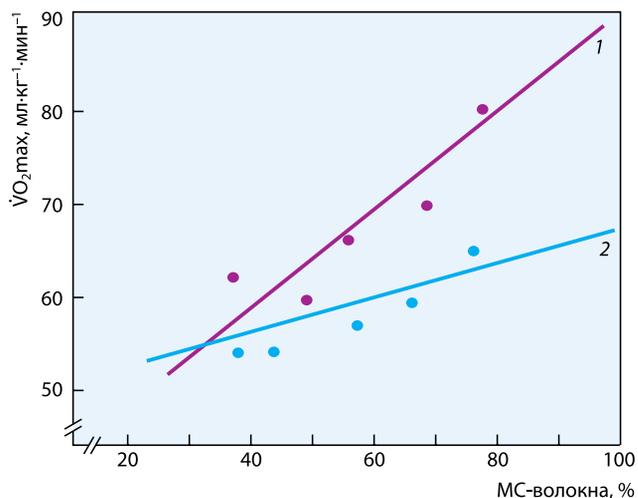


РИСУНОК 8.17 – Уровень $\dot{V}O_{2max}$ в зависимости от содержания в мышечной ткани спортсменов МС-волокон: 1 – тренированные; 2 – нетренированные (Fox et al., 1993)

других крупнейших соревнованиях при уровне $\dot{V}O_{2max}$ в пределах 65–75 мл·кг⁻¹·мин⁻¹. Более того, специалисты (Åstrand, 1992; Wilmore et al., 2009) отмечают исключительно широкую вариативность значений $\dot{V}O_{2max}$ у современных выдающихся спортсменов и одновременно широкий разброс в уровне спортивных результатов при одних и тех же показателях максимального потребления кислорода (Платонов, 2021).

Особенности адаптации аэробной системы энергообеспечения тесно связаны со специфической соревновательной деятельностью в конкретном виде спорта. В частности, деятельность гребцов, пловцов или велосипедистов не связана с необходимостью совершать значительную работу против силы тяжести, поэтому масса тела спортсменов указанных специализаций обычно намного превышает массу тела бегунов-марафонцев (Gullstrand, 1992; Secher, 1992; Neumann, 1992). Достаточно сказать, что у большинства выдающихся гребцов (гребля академическая) масса тела обычно колеблется в пределах 90–110 кг, велосипедистов-шоссейников – 70–80, пловцов на длинные дистанции – 80–95 кг. В то же время у бегунов на длинные дистанции, и особенно у марафонцев, масса тела составляет 50–60 кг. Именно поэтому в плавании, велосипедном спорте, гребле академической выдающиеся спортсмены достигают высоких показателей выносливости при умеренных величинах относительного $\dot{V}O_{2max}$ (65–70 мл·кг⁻¹·мин⁻¹) и исключительно высоких абсолютных показателях (6000–7000 мл·мин⁻¹), а бегуны-марафонцы – при высочайших относительных показателях $\dot{V}O_{2max}$ – до 80–90 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ и умеренных абсолютных – 4000–4800 мл·мин⁻¹ (Di Prampero, 1992).

На рисунке 8.18 показаны устоявшиеся представления о совокупности физиологических факторов, обуславливающих уровень $\dot{V}O_{2max}$. Однако в этой схеме опущены факторы, обуславливающие нервную регуляцию деятельности различных органов и механизмов, влияющих на уровень $\dot{V}O_{2max}$, в частности, способность центральной нервной системы к рекрутированию двигательных единиц, обеспечению эффективной внутри- и межмышечной координации.

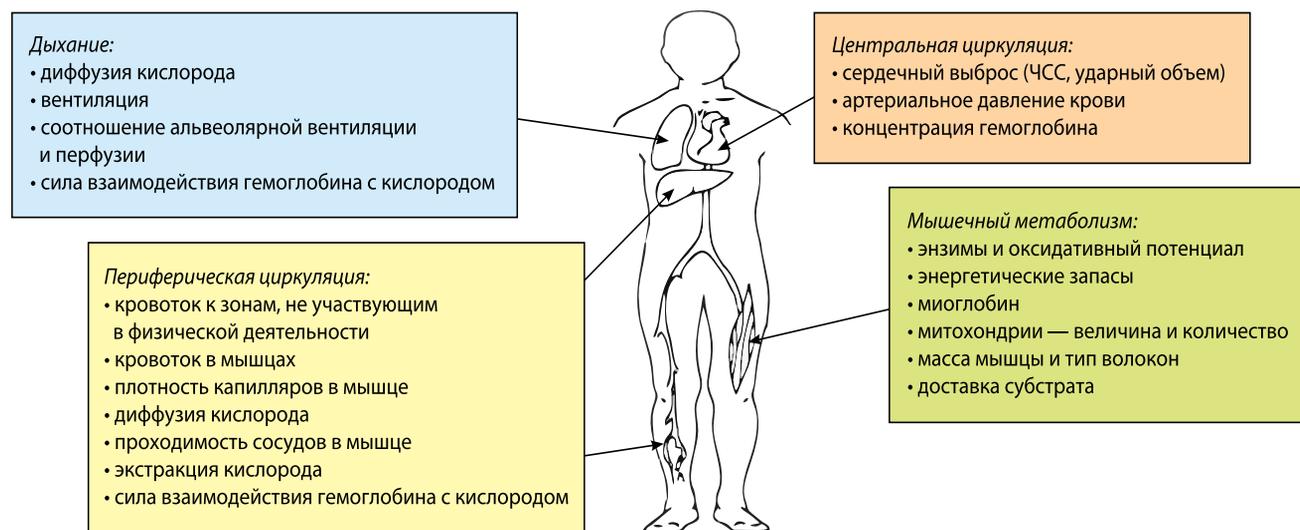


РИСУНОК 8.18 – Физиологические факторы, ограничивающие мощность аэробной системы энергообеспечения (Noakes et al., 2009)

Ёмкость

Нетренированные лица в среднем способны в течение 30 мин работать на уровне 70% $\dot{V}O_{2max}$ при $\dot{V}O_{2max}$ 3,2 л·мин⁻¹. Спортсмены высокой квалификации, специализирующиеся в велосипедном спорте (шоссе), беге на длинные дистанции и в марафонском беге, лыжном спорте и биатлоне могут поддерживать мощность аэробной системы энергообеспечения на уровне 70% $\dot{V}O_{2max}$ ($\dot{V}O_{2max}$ 5,0–6,0 л·мин⁻¹) в течение 2 ч (Lacour, Flandrois, 1977). Установлено также (Hollmann, Hettinger, 1980), что спортсмены высокого класса, специализирующиеся на стайерских дистанциях циклических видов спорта, способны работать на уровне 70% $\dot{V}O_{2max}$ даже в течение 3–4 ч. Спортсмены мирового класса, специализирующиеся в видах спорта, требующих высоких аэробных возможностей, могут выполнять работу на уровне 100% $\dot{V}O_{2max}$ в течение 10 мин, 95% – свыше 30 мин, 85% – свыше 60 мин, 80% – в течение 2 ч и более. Имеются данные (Kenney et al., 2012), согласно которым выдающийся марафонец Альберто Салазара, уровень $\dot{V}O_{2max}$ у которого составлял всего 70 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, пробежал марафонскую дистанцию за 2 ч 8 мин при среднем потреблении кислорода на уровне 86% $\dot{V}O_{2max}$. При этом важно отметить, что продолжительная работа не сопровождается существенным накоплением лактата, что свидетельствует об увеличении уровня порога анаэробного обмена по мере повышения подготовленности спортсмена.

Подвижность

Подвижность аэробной системы энергообеспечения представляет собой относительно самостоятельное свойство, проявляющееся в способности к активизации деятельности системы и скорейшем достижении показателей её максимальной мощности. Проявляется подвижность и в способности варьировать активностью аэробной системы энергообеспечения в зависимости от условий соревновательной деятельности, что наглядно проявляется уже в уровне частоты сокращений сердца. Например, в футболе многократно изменяется интенсивность работы в диапазоне от 100–110 до 170–190 уд·мин⁻¹. В шоссейных велогонках частота сокращений сердца может колебаться в пределах 120–220 уд·мин⁻¹. Способность к быстрому и эффективному изменению активности аэробной системы энергообеспечения важна как для обеспечения высокой спортивной работоспособности, интенсивности двигательных действий, так и для протекания восстановительных реакций, обеспечения высокого суммарного уровня работоспособности (Платонов, 2015).

Известно, что у лиц, не занимающихся спортом, после начала интенсивной работы аэробные процессы разворачиваются медленно, а уровень $\dot{V}O_{2max}$ достигается не ранее чем через 3–4 мин, а иногда может затянуться и до 5–6 мин (Robergs, Roberts, 2002; Wilmore, Costill, 2004) и даже до 7–8 мин (Jones, Poole, 2009). Например, показано, что в динамике повышения $\dot{V}O_2$ выделяются две стадии – срочная и отставленная. Срочная протекает в течение 2–3 мин при выполнении работы любой интенсивности. Отставленная (заштрихованные участки) развивается лишь через 3–4 мин после начала тяжелой и максимально доступной работы. Достижение максимального уровня потребления кислорода отмечается лишь на 7–8-й минутах работы и сопровождается достижением близкой к максимальной концентрации лактата (рис. 8.19).

Таким образом, применительно к большому количеству видов соревнований разных видов спорта способность спортсмена к максимально быстрой активизации аэробной системы энергообеспечения во многом определяет долю аэробного энергообеспечения в процессе соревновательной деятельности. Можно привести множество примеров, свидетельствующих о том, что высокая

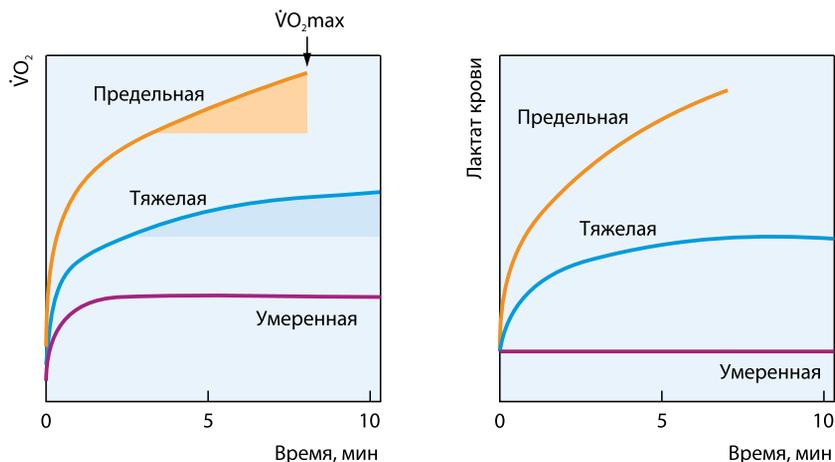


РИСУНОК 8.19 – Динамика повышения $\dot{V}O_2$ и лактата крови при выполнении работы разной интенсивности у нетренированных мужчин (Jones, Poole, 2009)

лизации кислорода, активизация окислительных ферментов (Jones, Корро, 2005). Под влиянием специальной тренировки подвижность аэробной системы энергообеспечения может увеличиться в несколько раз, и бегуны, пловцы, конькобежцы или лыжники могут оказаться в состоянии достичь показателей потребления кислорода, близких к максимальным уже в конце первой – начале второй минуты работы. Обеспечивается это одновременной активизацией всех составляющих системы энергообеспечения, начиная от внешнего дыхания и заканчивая утилизацией кислорода непосредственно в мышцах. Важными показателями подвижности является скорость мобилизации энергетических субстратов в соответствии с требованиями, диктуемыми продолжительностью и интенсивностью конкретной работы, а также скорость устранения продуктов метаболизма анаэробного гликолиза, которые неизбежно накапливаются в начале работы, пока не развернулись аэробные процессы и не достигнуты необходимые значения потребления кислорода.

Исключительно высокая подвижность аэробной системы энергообеспечения характерна не только для видов соревнований со смешанным аэробно-анаэробным энергообеспечением (плавание – 200, 400 м, бег – 800, 1500 м, велогонки 4000 м и т. п.), но и для стайерских видов соревнований (марафонский бег, шоссейные велогонки, лыжные гонки – 30 и 50 км и др.). Например, показано, что у рекордсменки мира в марафонском беге П. Рэдклифф полное развертывание аэробной функции до устойчивого состояния происходило всего в течение 45 с (рис. 8.20), а достижение 63% этого уровня – в течение 9 с. Для сравнения отметим, что достижение 63% устойчивого состояния $\dot{V}O_{2max}$ у молодых здоровых женщин отмечается лишь через 30–35 с, а полностью устойчивого состояния – не ранее, чем через 3,0 мин (Berger et al., 2006).

подвижность энергообеспечения может в большей мере повлиять на долю аэробного обеспечения соревновательной деятельности, чем уровень $\dot{V}O_{2max}$.

Увеличение подвижности аэробной системы энергообеспечения под влиянием тренировки обуславливается многими факторами, важнейшими из которых являются эффективность нервной регуляции в различных звеньях энергетической системы, ёмкость капиллярного русла мышц, увеличение количества и способности митохондрий к утили-

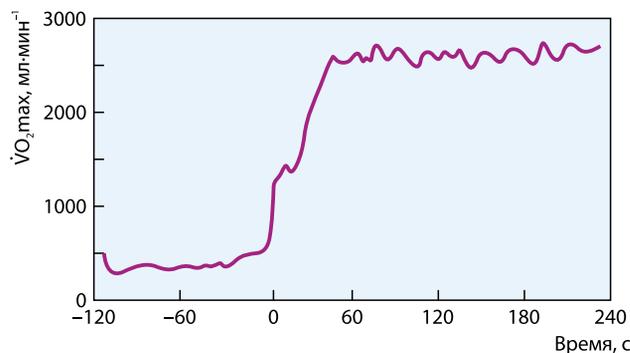


РИСУНОК 8.20 – Подвижность аэробной системы энергообеспечения рекордсменки мира в марафонском беге Паулы Рэдклифф при беге со скоростью 16 км·ч⁻¹. Устойчивое состояние достигнуто в течение 45 с (Jones, Poole, 2009)

Экономичность

Экономичность работы столь же важна для достижения высоких результатов в видах соревнований, предъявляющих высокие требования к аэробной системе энергообеспечения, как и уровень $\dot{V}O_2\max$. Одни спортсмены отличаются высоким уровнем $\dot{V}O_2\max$ при относительно низкой экономичности; другие, наоборот, имеют высокую экономичность при относительно невысокой мощности, и наконец, третьи, как правило наиболее талантливые и подготовленные, имеют высокие показатели как $\dot{V}O_2\max$, так и экономичности. При одинаковом уровне $\dot{V}O_2\max$ несомненное преимущество имеет спортсмен, способный к достижению более высокого уровня потребления кислорода в тренировочной и соревновательной деятельности (рис. 8.21).

Объективным показателем экономичности является и динамика потребления кислорода с увеличением интенсивности работы. На рисунке 8.22 приведены данные, отражающие связь скорости бега с уровнем потребления кислорода. Достижение определенной скорости при меньшем потреблении кислорода является свидетельством экономичности работы.

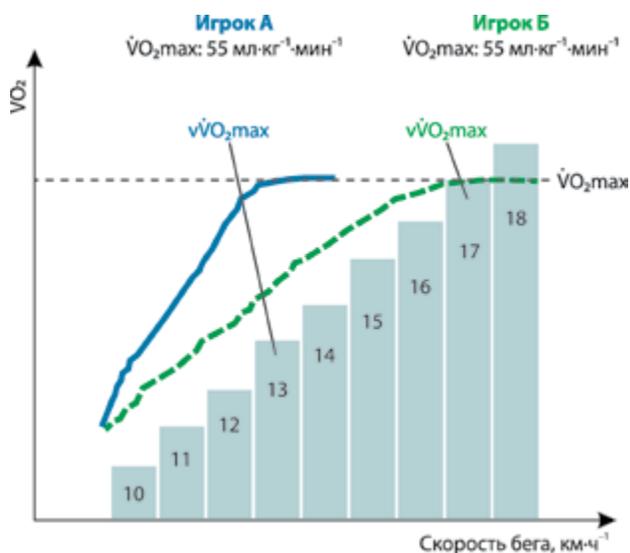


РИСУНОК 8.22 – Динамика потребления кислорода двух футболистов с одинаковой мощностью аэробной системы энергообеспечения при беге с возрастающей интенсивностью. Тестирование отражает значительно более высокую экономичность работы у игрока В, что отражается в скорости бега ($v\dot{V}O_2\max$), при которой достигается $\dot{V}O_2\max$ (Buchheit, Laursen, 2019)

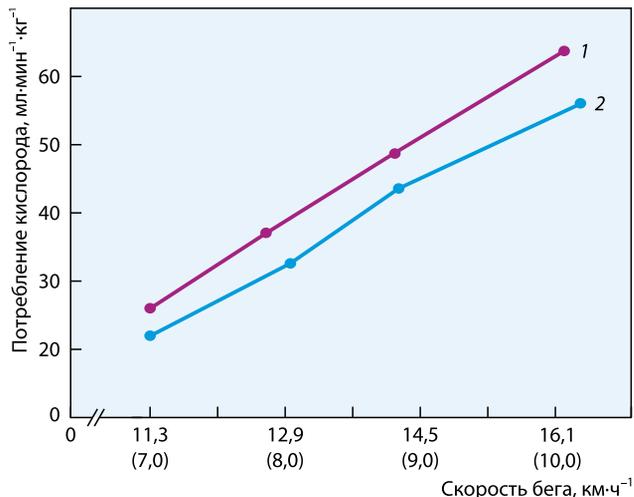


РИСУНОК 8.21 – Потребление кислорода у двух бегунов на длинные дистанции, не отличающихся по уровню $\dot{V}O_2\max$ (65 мл·кг⁻¹·мин⁻¹), при разной скорости бега: 1 – бегун А; 2 – бегун Б (Kenney et al., 2012)

Нельзя не отметить, что для совершенствования экономичности работы требуется значительно больше времени, чем для достижения индивидуального максимального уровня потребления кислорода. Это в значительной степени объясняет повышение выносливости у взрослых спортсменов, давно достигших максимального индивидуального уровня потребления кислорода.

Экономичность находится в прямой зависимости от доли аэробных механизмов в энергообеспечении конкретной работы, и здесь важны не только возможности аэробной системы энергообеспечения, но и способность их рационально использовать в тренировочной и соревновательной деятельности. Установлено, что межличностные различия в потреблении кислорода при выполнении стандартной работы исключительно велики. Например, у высококвалифицированных бегунов на длинные дистанции при беге со скоростью 16 км·ч⁻¹ величины потребления кислорода отмечались в диапазоне 44–58 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, что было обусловлено совокупностью факторов

физиологического, анатомического и биомеханического характера, определяющих экономичность работы (Jones, Carter, 2000). У спортсменов высокой квалификации (мастеров спорта международного класса), специализирующихся в видах спорта, требующих проявления выносливости, при выполнении стандартной нагрузки с интенсивностью работы на уровне 90–100 % $\dot{V}O_{2max}$ отмечается значительно меньшая концентрация молочной кислоты в мышцах по сравнению со спортсменами средней квалификации (I спортивный разряд), которые также выполняли, стандартную работу с интенсивностью 90–100 % $\dot{V}O_{2max}$ уровня их возможностей.

Затрудненность внешнего дыхания, обусловленная спецификой соревновательной деятельности, может существенно ограничивать лёгочную вентиляцию. Напряжение мышц затрудняет периферическое кровообращение и утилизацию кислорода, выведение продуктов промежуточного обмена. Работа над совершенствованием техники дыхания, внутри- и межмышечной координации может существенно увеличить долю энергии, поставляемой аэробной системой.

Велико влияние и особенностей спортивной техники. Например, установлено, что бегуны на длинные дистанции при беге умеренной интенсивности оказываются примерно на 5–10 % более экономичными по сравнению с бегунами на средние дистанции и, особенно, спринтерами. Различия в значительной мере обусловлены тем, что у спринтеров и бегунов на средние дистанции амплитуда вертикальных движений значительно выше, чем у марафонцев (Kenney et al., 2021).

Существенное влияние на повышение экономичности оказывает увеличение способности БСа и БСб-волокон к утилизации кислорода, чему способствует специальная тренировка, направленная на повышение ёмкости капиллярной сети, увеличение количества митохондрий, активности окислительных ферментов.

Заметное влияние на повышение экономичности и продолжительности работы оказывает повышение способности организма спортсменов к активизации процесса окисления СЖК и, естественно, к более экономному расходованию запасов гликогена. В результате специальной тренировки способность к утилизации жировых запасов может значительно возрасти, что существенно влияет на работоспособность спортсменов. Например, экспериментально установлено, что энергообеспечение работы на уровне порога аэробного обмена может на 5 % и более быть осуществлено за счёт жирового обмена (Holloszy et al., 1986), а трехмесячная напряжённая тренировка с такой интенсивностью приводит к тому, что мышечный гликоген будет расходоваться на 40–50 % более экономно (Wilmore et al., 2009).

Экономичность работы, особенно при выполнении программ тренировочных занятий со значительным количеством упражнений, требующих активности анаэробных систем энергообеспечения, во многом зависит от быстроты протекания восстановительных процессов в интервалах отдыха между упражнениями. Интенсивное устранение продуктов промежуточного обмена во время отдыха создаёт благоприятные условия для более экономичной работы в последующих повторениях, способствует повышению работоспособности, улучшению условий для контроля за динамическими и кинематическими характеристиками спортивной техники.

Адаптация аэробной системы энергообеспечения

Мощность и эффективность аэробной системы энергообеспечения обеспечиваются исключительно сложным сочетанием деятельности различных органов и механизмов, протеканием множества процессов. В этой связи очень сложно выделить факторы, лимитирующие аэробную производительность.

Адаптационные реакции аэробной системы энергообеспечения сводятся к изменениям системы внешнего дыхания и повышению эффективности процесса транспорта кислорода из вдыхаемого воздуха в кровь через лёгочные капилляры; увеличению функциональных возможностей сердца и интенсификации кровотока; повышению экстракции кислорода из крови и его использования в окислительном процессе в мышцах.

Внешнее дыхание

У нетренированных мужчин максимальная жизненная ёмкость лёгких обычно составляет 3,0–3,5 л, максимальная вентиляция лёгких — 80–100 л·мин⁻¹, частота дыхания в покое — 10–12 циклов в минуту, максимальная частота дыхания — 40–60 циклов, максимальная скорость потока воздуха при вдохе — 0,6–0,7 л·с⁻¹, максимальная глубина дыхания — 2,0–2,5 л. У гребцов, лыжников, пловцов высокого класса, отличающихся большими размерами тела, максимальная жизненная ёмкость лёгких может достигать 7–8 л, максимальная вентиляция лёгких — 180–220 л·мин⁻¹ и более, частота дыхания в покое у них ниже и составляет 5–8 циклов в минуту, максимальная скорость потока воздуха при вдохе и максимальная глубина дыхания значительно выше — соответственно 1,5–1,8 л·с⁻¹ и 3,4–3,5 л. Возможности респираторной системы у женщин значительно ниже по сравнению с мужчинами: даже у спортсменов высокой квалификации максимальная вентиляция лёгких обычно не превышает 120–130 л·мин⁻¹.

Вентиляционный эквивалент кислорода (отношение легочной вентиляции к количеству потребляемого кислорода (V_E/VO_2)) в состоянии покоя и при умеренных нагрузках является достаточно стабильным и колеблется в пределах 23–28 л воздуха на литр потребляемого кислорода. Однако при интенсивной и продолжительной работе, превышающей ПАНО, V_E/VO_2 повышается до 30 и более литров воздуха на литр потребляемого кислорода. До определенного уровня интенсивности работы увеличение V_E идет параллельно с увеличением VO_2 . Однако когда интенсивность работы достигает 55–75% $\dot{V}O_{2max}$, увеличение легочной вентиляции начинает превышать потребление кислорода. Этот момент, который обозначается как вентиляционный порог, совпадает с наступлением порога анаэробного обмена и накоплением в крови лактата и связан с необходимостью устранения избыточного количества CO_2 (рис. 8.23). Таким образом, наступление порога анаэробного обмена можно установить по моменту возрастания V_E/VO_2 .

Рациональное протекание адаптации аэробной системы энергообеспечения проявляется в экономизации реакций в условиях покоя и во время стандартных нагрузок и увеличенном уровне реакций во время околопредельных или предельных нагрузок. Уменьшение вентиляции лёгких в покое и при выполнении стандартной работы преимущественно связано с повышением способности тканей извлекать кислород из

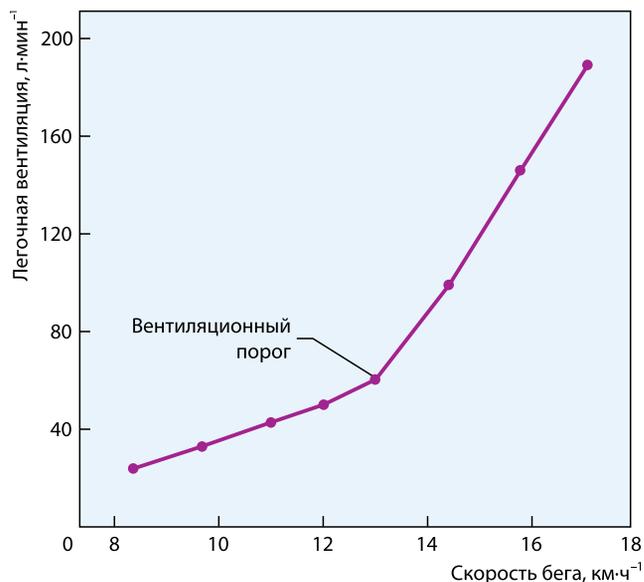


РИСУНОК 8.23 – Изменение лёгочной вентиляции во время бега с различной скоростью, иллюстрирующее явление вентиляционного порога (Wilmore, Costill, 2004)

протекающей крови. Способность к достижению высоких показателей вентиляции лёгких и их длительному удержанию при предельных нагрузках обеспечивается увеличенной мощностью аппарата внешнего дыхания и повышенной способностью дыхательного центра поддерживать предельный уровень возбуждения (McConnell, 2011).

Значительное повышение мощности аппарата внешнего дыхания под влиянием тренировки позволяет полностью обеспечить доступ необходимого количества воздуха в альвеолы, а время, в течение которого альвеолярный воздух контактирует с кровью (0,75 с), является вполне достаточным для почти полного (98 %) насыщения гемоглобина (Wilmore et al., 2009). Это даёт основание многим специалистам утверждать, что доставка атмосферного воздуха в альвеолы, транспорт кислорода через лёгочные капилляры, скорость насыщения им гемоглобина не являются факторами, ограничивающими мощность аэробной системы энергообеспечения, которая в основном зависит от величины сердечного выброса и утилизации кислорода в мышцах (Dempsey et al., 2006; Gibala, Rakobowchuk, 2009).

Действительно, для такой позиции есть объективные основания, когда речь идет о мощности аппарата внешнего дыхания, проявляемой в специально созданных лабораторных условиях, не ограничивающих лёгочную вентиляцию. Однако в реальных условиях соревновательной деятельности практически во всех видах спорта существует большое количество факторов, лимитирующих внешнее дыхание и резко снижающих лёгочную вентиляцию. В их числе — жесткое сопротивление в спортивных играх, боксе, разных видах борьбы и связанные с ним двигательные действия, способные резко ограничить лёгочную вентиляцию. Выбор обтекаемого положения тела, что характерно для конькобежного, велосипедного, горнолыжного спорта, крайне затрудняет деятельность дыхательных мышц, препятствует полноценному вдоху. В плавании глубина дыхания ограничивается спецификой координации движений рук, ног с дыханием, а также трудностями, связанными с преодолением давления воды при вдохе. На снижение величины максимальной вентиляции лёгких, наряду с этими причинами, большое влияние оказывают и продолжительные задержки дыхания при преодолении подводных отрезков дистанции после старта и поворотов.

Все эти и подобные им факторы, характерные и для других видов спорта, способны превратить возможности аппарата внешнего дыхания в ограничивающие мощность, подвижность и экономичность аэробной системы энергообеспечения. Вполне естественно, это должно быть учтено как при анализе составляющих, определяющих аэробные возможности, так и в процессе тренировки, направленной на расширение возможностей реализации потенциала системы внешнего дыхания в тренировочной и соревновательной деятельности.

Сердечно-сосудистая система

Наиболее ярко адаптационные возможности кислородтранспортной системы проявляются уже при рассмотрении такого обобщающего показателя, как ЧСС. Например, у велосипедистов или конькобежцев высокой квалификации ЧСС при предельной нагрузке по отношению к данным покоя может возрастать в 4–5 раз, в то время как у лиц, не занимающихся спортом, — всего в 2,5–3 раза. При особо напряженных кратковременных нагрузках отмечаются случаи, когда ЧСС может достигать $220 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$ и более. Здесь, однако, важно отметить, что величины максимального систолического объёма крови наблюдаются лишь в определенном диапазоне ЧСС. Нижней границей этой зоны у молодого нетренированного человека обычно является ЧСС $100\text{--}110 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$, верхней — $170 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$. У спортсменов высокой квалификации нижняя граница может

составлять 110–130 уд·мин⁻¹, верхняя — 190–200 уд·мин⁻¹. В случае превышения этих величин отмечается уменьшение систолического объёма крови (Turkevich et al., 1988). При ЧСС 200–220 уд·мин⁻¹ диастола составляет всего 0,10–0,15 с и этого времени уже может быть недостаточно для полного наполнения обоих желудочков сердца несмотря на то, что адаптированная мышца сердца способна не только к более интенсивному сокращению, но и к более быстрому и эффективному расслаблению, что способствует диастолическому расширению обоих желудочков после окончания систолы и, следовательно, создает лучшие условия для притока крови из предсердий к желудочкам (Карпман, Любина, 1982; Venson, Connolly, 2020).

Специальная тренировка не только повышает максимальные величины ЧСС, но и приводит к выраженной брадикардии в состоянии покоя. ЧСС 40–50 уд·мин⁻¹ в состоянии покоя является обычной для квалифицированных спортсменов. У отдельных выдающихся спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к аэробной системе энергообеспечения, ЧСС в покое может составить менее 40 уд·мин⁻¹. Тренировка приводит к существенному уменьшению ЧСС и при выполнении стандартных нагрузок.

Адаптация сердца в процессе занятий протекает в различных направлениях: отмечаются гипертрофия сердца, совершенствование функций возбуждения, обмена веществ и нейрогуморальной регуляции его деятельности (Правосудов, 1982; Åstrand, Rodahl, 1986; Kenney et al., 2012). Умеренная гипертрофия сердца сопровождается значительным увеличением капилляризации его мышечных волокон (Дембо, 1974; Ehsani et al., 1991).

Особенности адаптации сердца зависят от его исходного состояния, генетических факторов, адаптационных резервов, характера тренировки. Оптимальным вариантом адаптации сердца является умеренное утолщение мышечной стенки и увеличение полости левого желудочка (Козупица и др., 2000). В этом случае наблюдаются повышение сократительной способности миокарда и эластических свойств его магистральных сосудов, более низкие величины артериального давления, оптимальное соответствие сердечного выброса периферическому сопротивлению, что позволяет сердцу работать в экономичном режиме (Граевская и др., 1997).

Особая роль в адаптации сердца к физическим нагрузкам отводится приросту сократительной способности сердечной мышцы и, как следствие, увеличению систолического объёма. Это связано с тем, что увеличение сердечного выброса значительно экономичнее, если он осуществляется не за счёт увеличения ЧСС, а за счёт систолического объёма (рис. 8.24). Важным моментом адаптации миокарда под влиянием физических нагрузок является увеличение растяжимости, прирост скорости и амплитуды сокращения и еще более высокий прирост скорости расслабления. Отсюда следует, что миокард тренированного спортсмена может сохранять необходимую диастолу и обеспечивать сокращения при частотах, которые недоступны для нетренированного сердца (Пшенникова, 1986). Увеличение систолического объёма и сердечного выброса приводит к повышению систолического давления крови, которое у квалифицированных спортсменов при нагрузках, предъявляющих максимальные требования к аэробной системе энергообеспечения, может достигать 220–250 мм рт. ст. При продолжительной работе умеренной интенсивности систолическое давление может постепенно снижаться, что является нормальной адаптационной реакцией, отражающей усиление расширения артериол в работающих мышцах и снижение общего периферического сопротивления. Диастолическое давление при любой интенсивности работы практически остается постоянным (Kenney et al., 2021).

Средний объём сердца у здорового мужчины обычно колеблется в пределах 700–800 см³ или 10–11 см³ на 1 кг массы тела. В результате длительной напряженной тренировки объём сердца существенно увеличивается, вплоть до величины 1200–1500 см³ и более. У женщин, не занимающихся

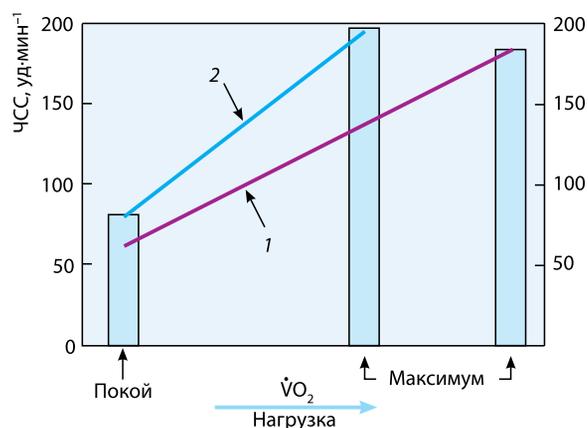
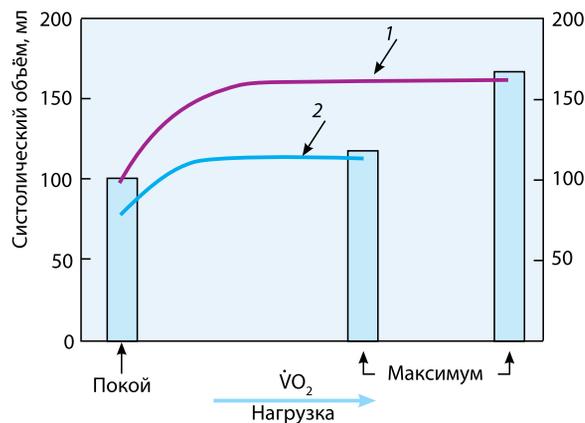
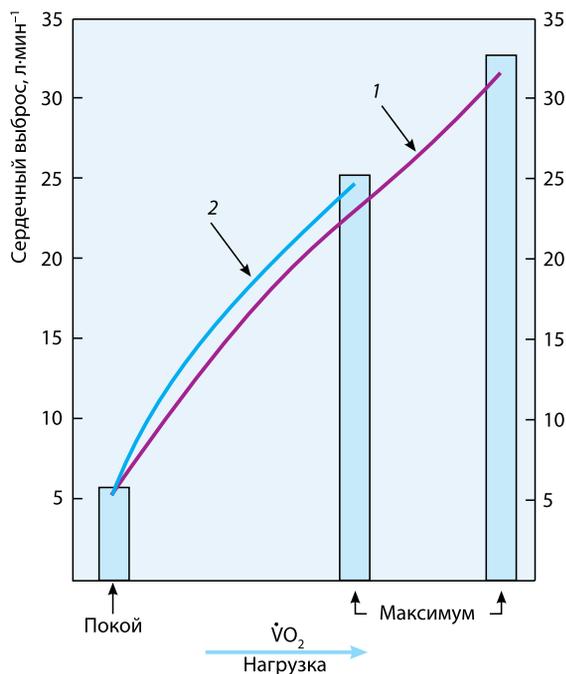


РИСУНОК 8.24 – Сердечный выброс, систолический объём и ЧСС при выполнении спортсменами интенсивной продолжительной работы: 1 – тренированными; 2 – нетренированными (Fox et al., 1993)

спортом, объём сердца обычно составляет 500–550 см³. Тренировка способна привести к существенному увеличению объёма сердца – до 500–700 см³ и более.

Увеличение сердца происходит в основном за счёт расширения его полостей, одновременно утолщаются стенки сердца до 15 мм при нормальной толщине 9–10 мм. Существенно возрастают количество коронарных капилляров на единицу массы миокарда, ёмкость коронарного русла, что приводит к значительному увеличению доставки кислорода к клеткам. Одновременно возрастает мощность систем, ответственных за доставку субстратов к митохондриям, что обеспечивает более эффективную утилизацию из крови глюкозы, высокий темп ресинтеза гликогена (Landry et al., 1985; Ehsani et al., 1991). Адаптационные перестройки прежде всего касаются левого желудочка: увеличиваются его общая масса, толщина перегородки и задней стенки (Le Meur et al., 2017; Benson, Connolly, 2020).

Гипертрофия сердца, увеличение его сократительной способности и растяжимости сопровождаются увеличением систолического объёма крови, который у тренированного спортсмена в состоянии покоя может достигать 100–110 мл против 60–70 мл у нетренированных лиц. При нагрузках, требующих максимальной мобилизации сердечной деятельности, систолический объём у спортсменов может достигать 200–220 мл и даже 230–250 мл. В то же время у нетренированных лиц при максимальных физических нагрузках редко отмечаются величины, превышающие 130–140 мл.

Увеличение систолического объёма под влиянием тренировки происходит за счёт увеличения объёма венозной крови, возвращаемой в сердце; увеличения растяжимости желудочков, повышающей их наполнение; увеличения сократительной способности желудочков; снижения аортально-

го давления, облегчающего движение крови, выбрасываемой в аорту из левого желудочка. Важно отметить, что у перетренированных людей максимальные величины систолического объёма регистрируются при интенсивности работы, составляющей 40–60% $\dot{V}O_{2max}$, и ЧСС 120–130 уд·мин⁻¹. До этого момента увеличение сердечного выброса обуславливается повышением как ЧСС, так и систолического объёма. Дальнейшее увеличение сердечного выброса происходит исключительно за счёт повышения ЧСС при стабилизации или даже уменьшении систолического объёма (Wilmore et al., 2009). С ростом тренированности повышение ЧСС уже не связано со снижением систолического объёма. Что же касается спортсменов высшей квалификации, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих максимальные требования к аэробной системе энергообеспечения, то у них максимальные величины сердечного выброса в равной мере обуславливаются повышением как ЧСС, так и систолического объёма.

Увеличение критической ЧСС при одновременном возрастании максимального систолического объёма крови приводит к исключительно высоким величинам максимального сердечного выброса, который у тренированных спортсменов часто достигает 40 л·мин⁻¹, а у выдающихся спортсменов-мужчин, имеющих особенно высокие спортивные достижения на длинных дистанциях циклических видов спорта, нередко регистрируются и величины порядка 44–47 л·мин⁻¹, у женщин – 30–34 л·мин⁻¹. В то же время у здоровых взрослых мужчин, не занимающихся спортом, предел срочной адаптации сердца не превышает 20–25 л·мин⁻¹ (табл. 10.4). Таким образом, при напряженной работе сердечный выброс у нетренированных лиц увеличивается в среднем в 4–5 раз (с 5 до 20–25 л·мин⁻¹), а у тренированных – в 8–10 раз.

Важнейшим показателем, свидетельствующим об эффективности долговременной адаптации сердца, является его устойчивость к напряженной работе в течение длительного времени. Спортсмены высшей квалификации способны в течение 2 ч и более работать при ЧСС 180–190 уд·мин⁻¹, систолическом объёме крови 170–200 мл, сердечном выбросе – 33–38 л·мин⁻¹, т. е. поддерживать близкие к максимальным показателям сердечной деятельности в течение продолжительного времени. Нетренированные лица обладают значительно меньшими возможностями: работа на уровне предельных или околопредельных величин сердечной деятельности им доступна лишь в течение 5–10 мин.

Максимальное развитие функционального потенциала сердца в результате напряженной специальной тренировки у взрослых происходит в течение 2–3 лет, а у детей, приступивших к занятиям спортом в возрасте 8–9 лет, этот процесс может продолжаться до 7–9 и более лет (Arnot, Gaines, 1992). Дальнейшая напряженная тренировка уже не будет способствовать повышению функциональных возможностей сердца, однако может быть существенным фактором риска развития неэффективных адаптационных реакций, связанных со снижением функциональных резервов сердца, проявлением признаков перенапряжения и переадаптации (Граевская и др., 1997). В этом случае резервы повышения возможностей кислородтранспортной системы следует искать в периферических звеньях, увеличении количества энергетических субстратов, повышении экономичности и др.

В результате тренировки увеличивается и общий объём крови. Если у мужчин, не занимающихся спортом, общий объём крови обычно колеблется в пределах 5–6 л, а у женщин – 4,0–4,5 л, то у спортсменов высокой квалификации объём крови может повышаться соответственно до 7–8 и 5,5–6,0 л. Увеличение общего объёма крови приводит к увеличению количества гемоглобина, являющегося носителем кислорода. Увеличение количества гемоглобина связано с увеличением общего объёма крови, а его концентрация остается без изменений. Эти адаптационные перестрой-

ки являются очень важными, так как при длительной работе, требующей функционирования значительных мышечных объёмов, фактором, определяющим работоспособность, являются возможности центральной циркуляции крови (Shephard, Plylye, 1992; Robergs, Roberts, 2002).

Существенным элементом срочной адаптации кислородтранспортной системы к физическим нагрузкам является её удивительная способность к перераспределению кровотока при напряженной мышечной деятельности к работающим мышцам. И здесь важными адаптационными реакциями являются: артериогенез — процесс расширения артериальных сосудов, приводящий к увеличению сердечного выброса, и ангиогенез — процесс увеличения ёмкости капиллярной сети. Расширенная капиллярная сеть обеспечивает большую поверхность для обмена между кровью и тканями и увеличивает время этого обмена. В результате возрастает интенсивность подачи кислорода к мышечным волокнам, удаления углекислого газа и продуктов промежуточного обмена, в частности, лактата.

При нагрузке объём крови в работающих мышцах может превысить 80% всего кровотока против 20% в условиях покоя (рис. 8.25). Локальный кровоток в работающих мышцах с учетом резко увеличенного сердечного выброса может повыситься в 20–25 раз и более (Уилмор, Костилл, 2001). Резко возрастает количество функционирующих капилляров. Если в состоянии покоя функционирует только 5–7% капилляров, то при длительной напряженной нагрузке функционируют практически все капилляры, притом, что важно, при дополнительном расширении. Увеличение сети функционирующих капилляров и расширение их поверхности приводят к многократному увеличению ёмкости капиллярного русла.

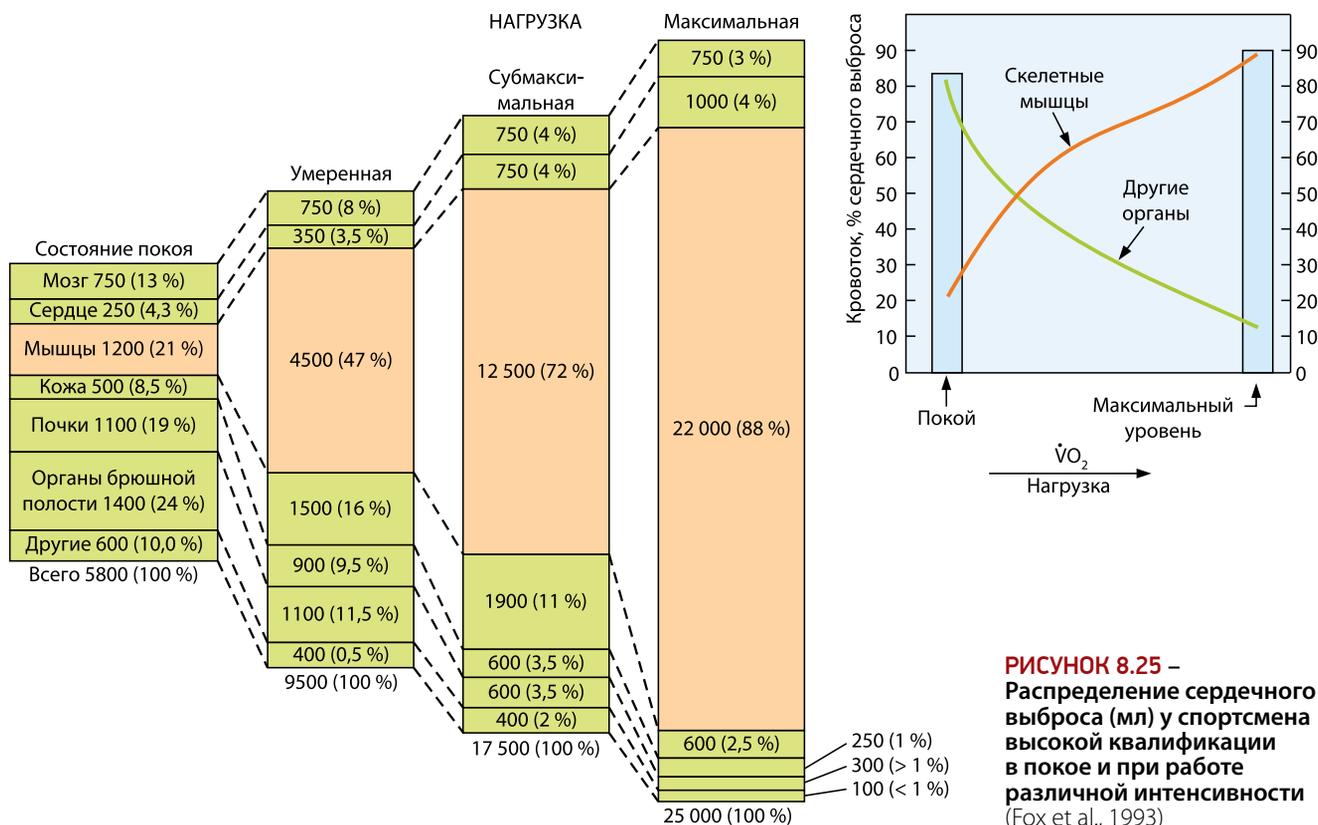


РИСУНОК 8.25 – Распределение сердечного выброса (мл) у спортсмена высокой квалификации в покое и при работе различной интенсивности (Fox et al., 1993)

Мышечный кровоток и метаболическая адаптация

Периферическая адаптация может осуществляться путём гемодинамических и метаболических изменений. Гемодинамические изменения связаны с улучшением капилляризации, улучшением распределения крови в организме, в том числе и внутримышечного. Улучшение капилляризации обусловлено вовлечением ранее не функционировавших капилляров, расширением и удлинением работающих капилляров, а также образованием новых. В результате тренировки на выносливость первые адаптационные изменения связаны с изменением капиллярной сети — вначале наблюдается расширение отдельных капилляров, а затем выход ростков и рост новых капилляров. Изменению капилляризации предшествует повышение активности аэробных ферментов (Brown et al., 1983; Kenney et al., 2021). Увеличение количества капилляров в мышечных волокнах зависит от их типа: наибольшие адаптационные реакции протекают в МС-волокнах, а наименьшие — в БСб-волокнах (Plylye, 1990).

Количество открытых капилляров прямо связано и с кровотоком в мышцах. Известно, что кровоток, не превышающий в состоянии покоя $2-4 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot 100 \text{ мл}^{-1}$ объёма мышцы, при значительной нагрузке на выносливость может превысить $100 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot 100 \text{ мл}^{-1}$ мышцы. Были получены максимальные показатели кровотока в мышцах, достигающие $400 \text{ мл}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot 100 \text{ мл}^{-1}$ (Rowell, 1988). Однако всегда следует помнить, что повышение внутримышечного давления при выполнении работы с высокой интенсивностью способно существенно ограничить местный кровоток в мышцах.

Метаболическая адаптация к работе аэробного характера включает увеличение в мышечных волокнах количества и величины митохондрий, повышение активности оксидативных ферментов, прирост содержания гемоглобина и миоглобина, увеличение внутримышечного содержания и окисления гликогена, окисления жиров. Увеличение количества, размера и общей поверхности митохондрий в мышечной ткани приводит к повышению окислительных способностей мышечных клеток, улучшение условий для диффузии субстратов, возрастание способности клеток к утилизации кислорода (Coggan, Williams, 1999).

Увеличение количества и размера митохондрий имеет исключительное значение, так как в сочетании с увеличением мощности кислородтранспортной системы оно обеспечивает увеличение аэробной мощности организма — возрастание его способности утилизировать кислород и осуществлять аэробный ресинтез АТФ, необходимой для интенсивного функционирования опорно-двигательного аппарата.

Адаптационные реакции, отражающие повышение окислительных способностей мышц проявляются и в возросшей активности ферментов, вовлеченных в процесс окисления жиров, а также увеличении запасов внутримышечного триацилглицерола (Talanian et al., 2007). Конечным результатом этих адаптационных реакций является изменение соотношения использования жиров и углеводов в качестве источников энергии в сторону увеличения окисления жиров (Holloway, Spriet, 2009). Окисление жиров происходит при стабилизации или даже снижении скорости утилизации гликогена мышц и глюкозы крови (Jouner, Coyle, 2008). При этом возрастает как использование СЖК, транспортируемых к мышцам кровью из адипозной ткани, так и утилизация внутримышечных триглицеридов (рис. 8.26).

Смещение характера энергообеспечения продолжительной работы в сторону преимущественного использования жиров при снижении скорости утилизации гликогена и сохранении его запасов в мышцах следует рассматривать в качестве одной из важнейших адаптационных реакций, обеспечивающих увеличение выносливости при выполнении длительной работы.

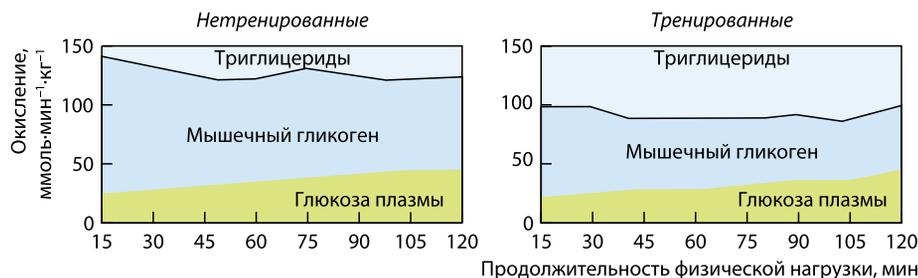


РИСУНОК 8.26 – Влияние 12-недельной тренировки, направленной на развитие выносливости, на утилизацию мышечных триглицеридов во время велоэргометрической нагрузки в течение 2 ч с мощностью, соответствующей 60% дотренировочного уровня $VO_2\max$ (Hurley, 1986)

Напряженная тренировка вызывает примерно двукратное повышение способности МС-, БСа- и БСб- волокон к аэробному метаболизму, однако соотношение их возможностей практически остается без изменений, т. е. МС-волокна обладают значительно большей способностью к окислительному метаболизму по сравнению с БСб-волокнами, т. е. здесь правильнее говорить не о переходе БС-волокон в МС-волокна и появлении промежуточного типа волокон между БС- и МС-волокнами (Henriksson, 1992; Мохан и др., 2001), а о существенном изменении структуры и функций БС-волокон под влиянием аэробной тренировки.

Эффективность адаптации к длительной работе аэробного характера обусловливается также организацией сменности в работе двигательных единиц преимущественно медленного типа. Повышение эффективности внутри- и межмышечной координации является одним из важнейших направлений совершенствования экономичности. Именно это в значительной мере предопределяет возможность выполнения такой работы в течение нескольких часов (Зимкин, 1984), что можно проиллюстрировать результатами следующего опыта. Группа пловцов и велогонщиков высокого класса, имеющих высокие аэробные возможности, но не тренированных в беге, сумели путём специальной беговой тренировки в течение 6 нед. значительно (на 10%) сократить потребление кислорода при стандартных беговых испытаниях. В этом случае максимальные показатели аэробной производительности остались на прежних уровнях: у пловцов при выполнении плавательных тестов, а у велосипедистов – велоэргометрических.

Энергообеспечение мышечной работы разной интенсивности и продолжительности

Высокая мощность анаэробной алактатной системы энергообеспечения определяет её решающую роль в видах соревнований, требующих выполнения кратковременной работы с максимально возможной интенсивностью.

Анаэробные лактатные источники играют важную роль в энергообеспечении работы, продолжительность которой колеблется от 30 с до 5 мин (рис. 8.27).

Аэробный путь энергообеспечения является основным при длительной работе: беге на дистанции 5000 и 10 000 м, марафонском беге, велосипедных гонках на шоссе, лыжных гонках, плавании на дистанции 800 и 1500 м, беге на коньках на дистанции 5000 и 10 000 м (рис. 8.28).

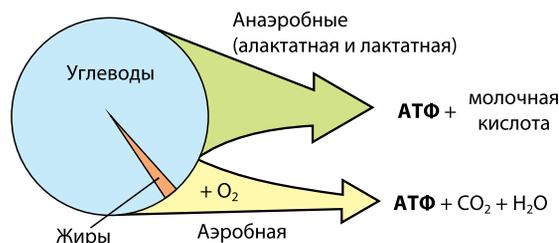


РИСУНОК 8.27 – Участие разных систем в энергообеспечении мышечной работы продолжительностью 30 с – 5 мин

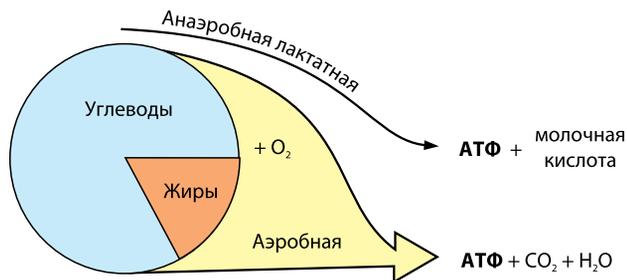


РИСУНОК 8.28 – Энергообеспечение мышечной работы продолжительностью 60–120 мин

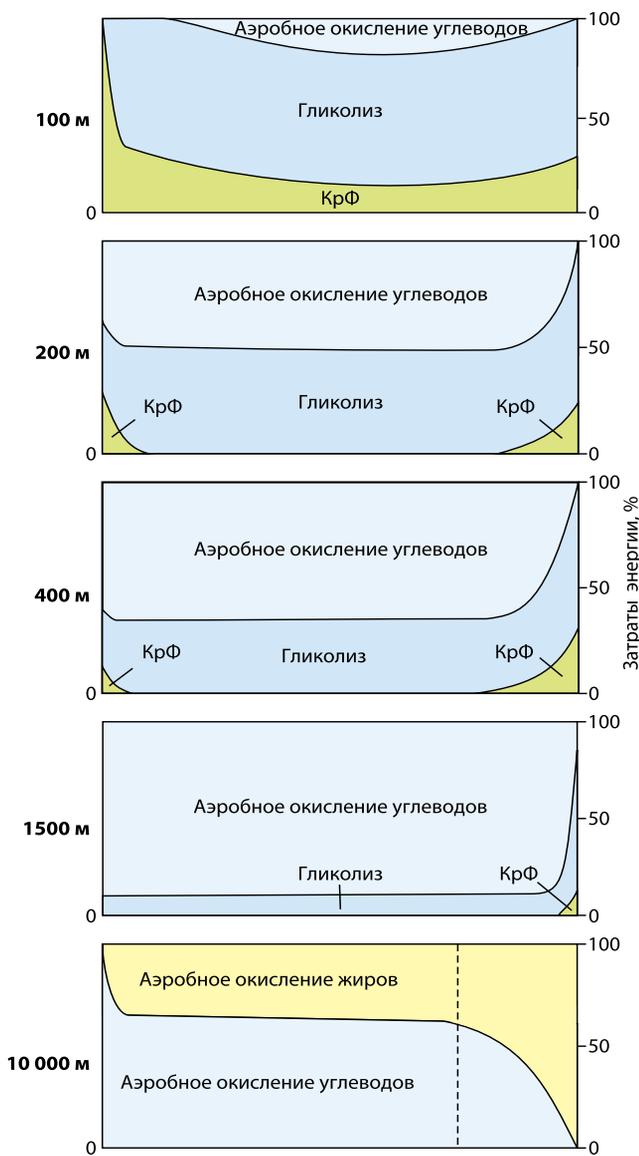


РИСУНОК 8.29 – Соотношение различных путей энергообеспечения бега на разные дистанции (Волков и др., 2000)

Большое значение аэробные источники имеют и при менее длительной работе, обеспечиваемой преимущественно анаэробными поставщиками энергии. Даже частичное получение энергии аэробным путём даёт существенные преимущества. Во-первых, образование АТФ идет более экономично, во-вторых, что более важно, для обеспечения доставки кислорода увеличивается мышечный кровоток, что позволяет продуктам распада быстрее диффундировать из мышц в кровяное русло и устраниваться. Достаточно полное представление о роли разных систем энергообеспечения при выполнении работы разной интенсивности и продолжительности, характерной для современного спорта, позволяют получить материалы таблицы 8.2 и рисунков 8.29–8.31.

Специфика соревновательной деятельности в спортивных играх предъявляет высокие требования к различным компонентам всех трёх систем энергообеспечения, функционирующих в постоянном взаимодействии с преимущественной ролью тех или иных. Например, во время футбольного матча игроки высокого класса пробегают 8–12 км со средней интенсивностью, соответствующей порогу анаэробного обмена. До 90% энергии образуется в результате аэробного метаболизма, а 10% связаны с многочисленными действиями скоростной и скоростносиловой

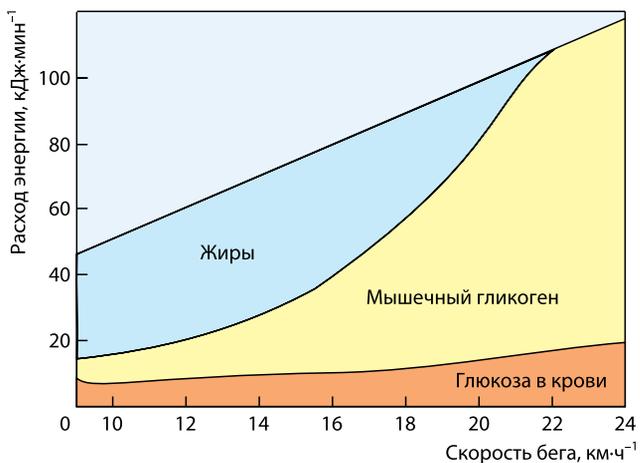


РИСУНОК 8.30 – Относительный вклад углеводов и жиров в энергетику бега в зависимости от его интенсивности (Волков и др., 2000)

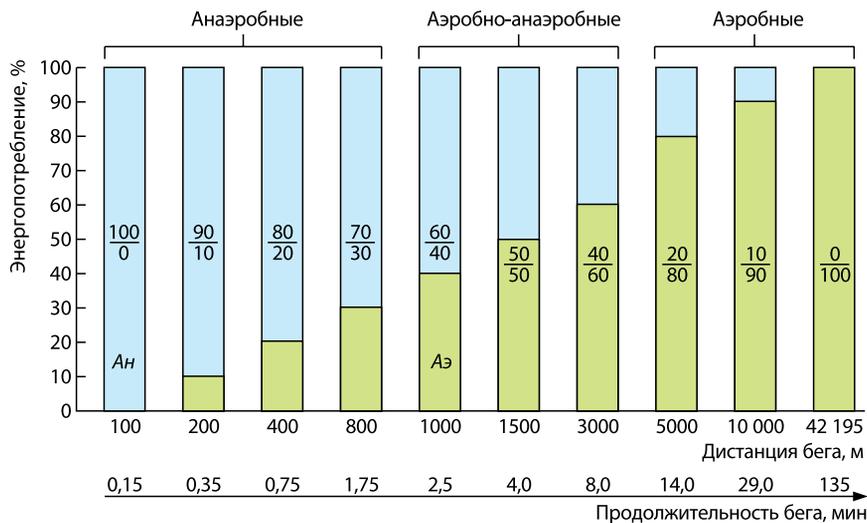


РИСУНОК 8.31 – Относительный энергетический вклад анаэробных (Ан) и аэробных (Аэ) механизмов в обеспечение бега на разные дистанции (Волков и др., 2000)

направленности (ускорения, борьба за мяч, прыжки, удары и др.) и покрываются за счёт анаэробного метаболизма – мощности и ёмкости алактатной системы (АТФ и КрФ), подвижности, мощности и ёмкости анаэробного гликолиза. Эффективность восстановительных реакций после скоростно-силовых действий зависит от подвижности и мощности аэробной системы энергообеспечения, а суммарная работоспособность в течение всего матча – от ёмкости и экономичности аэробных процессов.

Широко распространено мнение, что при выполнении кратковременной работы высокой интенсивности энергия в основном поставляется за счёт запасов АТФ и КрФ, а активации анаэробного распада гликогена и продукции лактата не наблюдается, пока запасы фосфагенов существенно не истощатся. Однако исследования реакции организма на высокоинтенсивную работу убедительно показали, что с первых секунд работы в мышце активизируется гликолиз, который обеспечивает интенсивный ресинтез АТФ при работе уже 2–5-секундной продолжительности (рис. 8.32).

Конечно, доля АТФ и КрФ в энергообеспечении кратковременной работы в значительной мере зависит от ёмкости анаэробной алактатной системы, подвижности и мощности анаэробной лактатной системы. И здесь, как показывают различные исследователи, возможны большие колебания. Например, одни специалисты (Hultman et al., 1991) показывают, что при работе с предельно доступной интенсивностью в течение 20 с 30% энергии обеспечивалось за счёт АТФ и КрФ, а 70% – гликолиза, а при 30-секундной работе это соотношение составляло уже 10 и 90%. Другими специалистами показано, что 30-секундная

ТАБЛИЦА 8.2 – Процентный вклад разных источников энергии в ресинтез АТФ в разных видах бега (Newsholme et al., 1992)

Виды бега, м	Креатин-фосфат	Гликоген		Глюкоза крови (гликоген печени)	Триглицерид (жирные кислоты)
		анаэробный	аэробный		
100	50	50	–	–	–
200	25	65	10	–	–
400	12,5	62,5	25	–	–
800	–	50	50	–	–
1500	–	25	75	–	–
5000	–	12,5	87,5	–	–
10 000	–	3	97	–	–
Марафон	–	–	75	5	20
Супермарафон (84 км)	–	–	35	5	60
24-часовой забег	–	–	10	2	88

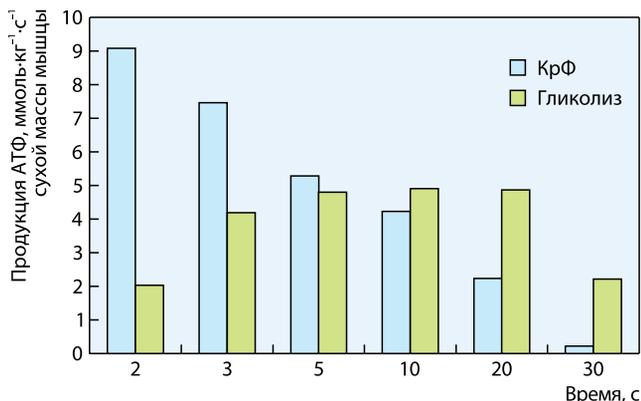


РИСУНОК 8.32 – Соотношение ресинтеза АТФ за счёт КрФ и гликолиза при выполнении высокоинтенсивной работы разной продолжительности (Hultman et al., 1991)

работа максимальной мощности с вовлечением большей части мышечной массы обеспечивается примерно на 5% резервами АТФ, 32% — креатинфосфата и 63% — анаэробным гликолизом (Cheetham et al., 1987).

Резкое возрастание уровня лактата в мышцах и крови квалифицированных спортсменов отмечается и при смешанной анаэробно-аэробной работе. Например, серийное выполнение упражнений в плавании (8x200 м, 4x400 м и т.п.) с интенсивностью 90% уровня $\dot{V}O_{2max}$ приводит к резкому возрастанию уровня молочной кислоты в мышцах и лактата в крови. Если же интенсивность работы снижается до уровня 70% $\dot{V}O_{2max}$, работа приобретает преимущественно аэробный ха-

рактический характер, приводит к существенной активизации деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, достижению высоких показателей $\dot{V}O_2$, постепенному устранению лактата с последующей его стабилизацией на уровне ПАНО.

Существенным параметром, определяющим эффективность аэробного энергообеспечения и выносливости спортсмена, является способность к реализации имеющегося функционального потенциала, которая может быть оценена по показателям ПАНО. У нетренированных лиц он обычно достигается при работе такой интенсивности, когда потребление кислорода составляет примерно 50–60% уровня $\dot{V}O_{2max}$. У спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в видах спорта, требующих мобилизации возможностей аэробной системы энергообеспечения, отмечается значительное увеличение ПАНО — до 75–80% и более уровня $\dot{V}O_{2max}$. Например, выдающийся велосипедист-шоссейник Лэнс Армстронг выходил за ПАНО при потреблении кислорода на уровне 87% максимального (Армстронг, Кармайкл, 2004).

Высокие показатели ПАНО обуславливаются повышением так называемой функциональной экономизации, которая наряду с биомеханическими элементами экономизации техники в значительной мере определяет уровень выносливости спортсменов (Patel, Pratt, 2009).

ТРЕНИРОВОЧНЫЕ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ

Общая характеристика нагрузок

Под нагрузкой следует понимать воздействие на организм спортсмена, вызывающее увеличение активности его функциональных систем. Нагрузку спортсмен может получить в результате применения отдельных упражнений и их серий, выполнения программ отдельных занятий, микроциклов и более крупных структурных образований тренировочного процесса, включая макроциклы, стадии и этапы многолетней подготовки. С нагрузками тесно связаны такие понятия, как утомление, восстановление, суперкомпенсация, отставленный тренировочный эффект, срочная и долговременная адаптация, переутомление, перенапряжение функциональных систем, перетренированность и др. Важнейшую роль в управлении процессом подготовки спортсменов играет баланс между тренировочными и соревновательными нагрузками, с одной стороны, и восстановительными и адаптационными реакциями — с другой. Любые несоответствия между этими процессами нарушают эффективность процесса подготовки либо в сторону снижения её эффективности, либо в сторону риска переутомления, перенапряжения функциональных систем и перетренированности.

По характеру нагрузки подразделяются на тренировочные и соревновательные, специфические и неспецифические, локальные, частичные и глобальные; по величине — на малые, средние, значительные (околопредельные), большие (предельные), сверхнагрузки; по направленности — развивающие отдельные двигательные способности (скоростные, силовые, координационные, ловкость, выносливость, гибкость), системы энергообеспечения (алактатные или лактатные анаэробные возможности, аэробные возможности), совершенствующие структуру движений и управление ими, стороны психической подготовленности или тактического мастерства и др.; по координационной сложности — выполняемые в стереотипных условиях, не требующих значительно мобилизации координационных способностей, ловкости или связанные с выполнением движений высокой координационной сложности; по психической напряженности — предъявляющие различные требования к психическим возможностям спортсменов; по характеру распределения — в виде равномерно распределенных или сконцентрированных воздействий.

Определяют нагрузки и по принадлежности к тому или иному структурному образованию тренировочного процесса. В частности, следует различать нагрузки отдельных тренировочных и соревновательных упражнений или их серий, нагрузки тренировочных занятий, дней, суммарные нагрузки микро- и мезоциклов, периодов и этапов подготовки, макроциклов, тренировочного года, стадий и этапов многолетней подготовки.

Величину тренировочных и соревновательных нагрузок можно охарактеризовать с «внешней» и «внутренней» стороны.

«Внешняя» сторона нагрузки в наиболее общем виде может быть представлена показателями суммарного объёма работы. В их числе: общий объём работы в часах, объём циклической работы (бега, гребли, плавания и др.) в километрах, количество тренировочных занятий, серий упражнений, соревновательных стартов и т. д. Для полной характеристики «внешней» стороны тренировочной нагрузки выделяют частные объёмы нагрузки, отражающие планирование в общем объёме работы, выполняемой с повышенной интенсивностью или способствующей преимущественному развитию отдельных качеств или совершенствованию сторон подготовленности. Для этого определяют, например, процент интенсивной работы в общем её объёме, соотношение работы, направленной на развитие отдельных качеств и способностей, средств общей и специальной подготовки и др. Для оценки «внешней» стороны нагрузки широко используют и показатели её интенсивности. К таким показателям относят: темп движений, скорость их выполнения, время преодоления тренировочных отрезков и дистанций, величину отягощений, вовлечённость различных систем энергообеспечения и др.

Оценка нагрузки с **«внутренней» стороны** предполагает выявление реакции организма спортсмена на выполняемую работу. Здесь наряду с показателями, несущими информацию о срочном эффекте нагрузки, проявляющемся в изменении состояния функциональных систем непосредственно во время работы и сразу после её окончания, могут использоваться данные о характере и продолжительности протекания периода восстановления. О величине нагрузки при этом можно судить по самым разным показателям, характеризующим степень активности функциональных систем, преимущественно обеспечивающих выполнение данной работы. К таким показателям относятся: время двигательной реакции, время выполнения одиночного движения, величина и характер развиваемых усилий, данные о биоэлектрической активности мышц, ЧСС, частота дыхания, лёгочная вентиляция, сердечный выброс, потребление кислорода, скорость накопления и концентрация лактата в крови и др. Величина нагрузки, помимо указанных показателей, может быть охарактеризована продолжительностью восстановления работоспособности, запасов гликогена, активности окислительных ферментов, быстроты и подвижности нервных процессов, устранения лактата и др.

Основным стимулом для формирования адаптационных реакций являются большие нагрузки, которые находят широкое применение в подготовке спортсменов уже достаточно высокой квалификации, находящихся в конце этапа специализированной базовой подготовки и на последующих этапах в системе многолетнего совершенствования. Необходимость применения таких нагрузок и их высокая эффективность были убедительно показаны многими специалистами ещё в 1960—1980-х годах. В последующие десятилетия широкое использование больших нагрузок, как и их взаимосвязь с такими понятиями, как суммарное и кумулятивное утомление, восстановление, суперкомпенсация, сужение, отставленный тренировочный эффект и др., стало характерной чертой рационально построенной подготовки в различных видах спорта.

В последние годы в специальной литературе приобрел популярность и такой термин, как «сверхнагрузка», который, однако, не имеет однозначного толкования. Под сверхнагрузкой принято понимать воздействие, требующее максимально допустимой мобилизации физиологических, психозмо-

циональных и адаптационных ресурсов организма спортсмена. Однако сверхнагрузка, стимулируя бурную защитную реакцию, являясь мощным стимулом для интенсификации восстановительных и адаптационных реакций, не должна переходить границ возникновения риска для здоровья спортсменов — развития перенапряжения функциональных систем, перетренированности, спортивных травм.

Сверхнагрузку рекомендуется разделять на **функциональную** — приводит к позитивным адаптационным перестройкам, и **нефункциональную** — способна вызвать перетренированность (Meeusen et al., 2006; Nederhof et al., 2006; Buchheit, 2014; и др.). Применительно к нагрузке, которая характеризуется большим объёмом работы и максимальными требованиями к функциональным возможностям спортсмена, иногда используется такой термин, как «перегрузка» (Армстронг, Кармайкл, 2004).

Приставка «сверх», означающая высшую степень проявления чего-либо, применительно к нагрузке вполне приемлема. Однако выделение функциональной и нефункциональной сверхнагрузок не представляется конструктивным. Нагрузку, не выходящую за границы возможностей спортсмена, однако вызывающую их максимально доступную мобилизацию, логично обозначать как сверхнагрузку, а выходящую за границы — как чрезмерную, как этого принято в отечественной литературе. Нецелесообразно использовать применительно к тренировочным нагрузкам, вписывающимся в рационально построенный тренировочный процесс, и термин «перегрузка», содержание которого предполагает наличие чего-либо чрезмерного, избыточного, ведущего к негативным последствиям.

В связи с изложенным, требуется разделение понятий «большая нагрузка» и «сверхнагрузка». Под **большой нагрузкой** следует понимать воздействие, предъявляющее высокие требования к функциональным возможностям организма, оптимизирующее приспособительные реакции, однако планирующееся регулярно, не предъявляющее сверхтребований к организму спортсменов. Например, большие нагрузки тренировочных занятий планируются регулярно, до 2—4 и более раз в недельном микроцикле. Они сопровождаются явным утомлением, характеризуются большим суммарным объёмом тренировочной работы (Платонов, 2015).

Что же касается **«сверхнагрузки»**, то это событие разовое, неординарное, связанное с созданием специальных условий для предельной мобилизации скрытых функциональных резервов. Такие нагрузки отличаются не только большими объёмами тренировочной работы, её высокой интенсивностью, но и выраженной мотивацией, использованием всякого рода дополнительных средств (среднегорье, высокогорье, ограниченный рацион питания и др.). И это происходит независимо от того, к какому элементу структуры процесса подготовки относится «сверхнагрузка» — тренировочному занятию, микроциклу или мезоциклу (Платонов, 2021).

Когда речь идет о суммарной нагрузке микроциклов или, особенно, мезоциклов или периодов, принципиально важно найти ту грань, за которой максимально возможная стимуляция адаптационных реакций перерастает в риск переутомления, перенапряжения функциональных систем и перетренированности. Оптимизация тренировочного процесса в этом направлении требует ориентации на различные признаки, характерные для чрезмерных тренировочных нагрузок (табл. 9.1).

Сверхнагрузки особенно важны в тех видах, которые требуют выносливости, развития способности к продуцированию энергии в анаэробном гликолитическом и аэробном процессах. Именно адаптация систем энергообеспечения, увеличение их мощности и ёмкости требует огромных объёмов напряженной работы, планирования больших нагрузок и эпизодического использования сверхнагрузок.

Применение «сверхнагрузки» допустимо лишь для спортсменов высшей квалификации, хорошо адаптированных к различного рода тренировочным воздействиям. Во всех случаях «сверхнагрузка» имеет скачкообразный характер по отношению ко всем предшествовавшим нагрузкам.

ТАБЛИЦА 9.1 – Физические, биохимические и психоповеденческие признаки чрезмерной нагрузки (Fyfe et al., 2019)

Признаки	Реакции и симптомы
Физические	Снижение максимальной и субмаксимальной производительности Болезненность, скованность или усталость в мышцах Общая стойкая утомляемость Брадикардия Вегетативный дисбаланс
Биохимические	Чрезмерный окислительный стресс или повреждение Повышенная восприимчивость к вирусным, бактериальным и другим инфекциям Воспаление Недоедание Гормональный дисбаланс Сниженный уровень гликогена в мышцах
Психоповеденческие	Беспорядочное питание Депрессия Бессонница Нарушенное настроение Потеря мотивации Пониженная умственная концентрация Беспокойство

Такая нагрузка способна перевести спортсмена на новый уровень осознания своих возможностей, стимулировать «адаптационный скачок» и явно выраженный отставленный тренировочный эффект. Одновременно такая нагрузка является серьёзным фактором риска переутомления, перенапряжения функциональных систем. Поэтому её применение целесообразно лишь эпизодически и только для спортсменов высшей квалификации, организм которых очень сложно вывести на новый, более высокий уровень адаптации. Таким нагрузкам должна предшествовать специальная подготовка со всесторонним анализом состояния здоровья и подготовленности, организацией соответствующего питания и медицинского контроля.

В качестве примера «сверхнагрузки» в таком понимании можно привести сведения из опыта подготовки выдающегося велосипедиста-шоссейника Лэнса Армстронга. Например, если объём работы в обычных занятиях у спортсмена составлял около 80 км, то в занятии со сверхнагрузкой — 225 км; если обычный среднегодовой объём работы в гонках и тренировочном процессе — около 40 тыс. км, то годовой объём работы со «сверхнагрузкой» — 48 тыс. км (Армстронг, Кармайкл, 2004).

В современной практике спорта высших достижений существует большое количество примеров проявления скрытых резервов организма спортсменов при планировании «сверхнагрузок». Например, опыт американских тренеров по плаванию, склонных к установлению всякого рода рекордов, показывает, что хорошо подготовленные и мотивированные спортсмены способны продемонстрировать в тренировочных занятиях удивительную работоспособность и выполнить программы в 1,5—2 раза превышающие по объёму самые смелые прогнозы (Rose, 2001; Платонов, 2013). Примеры подобного рода можно привести и из практики работы известного российского тренера по велосипедному спорту А. Кузнецова, воспитавшего многих выдающихся спортсменов. Его наиболее знаменитый ученик В. Екимов в течение наиболее напряженного года подготовки ежедневно, практически без выходных, планировал по четыре тренировочных занятия при суммарном годовом объёме работы более 47 тыс. км (в том числе более 100 дней гонок — 20 тыс. км соревновательного объёма).

Периодическое использование сверхнагрузок в тренировочных занятиях является мощным стимулом для развития у спортсменов чувства уверенности в эффективности процесса подготовки и достижении поставленных целей, что принципиально важно для успешности процесса подготовки и соревновательной деятельности (Schmidt et al., 2019). Естественно, что подготовка к такой нагрузке должна быть тщательно продумана с целью обеспечения высокого уровня готовности к планируемой работе. Необходимо обеспечить полное восстановление после предшествовавших нагрузок, полноценное питание как предшествующее работе, так и в процессе её выполнения, рациональный

питьевой режим, разностороннюю психологическую подготовку. В случае несоблюдения этих условий сверхнагрузка может не только не привести к раскрытию внутренних резервов спортсмена, демонстрации его самоэффективности и уверенности, но и иметь обратный эффект.

Широко распространенным в современном спорте вариантом сверхнагрузки является 2—3-недельная напряженная тренировка в отдельном микроцикле на фоне недовосстановления, с прогрессирующим физическим и умственным утомлением. Такая тренировка, завершающаяся восстановительным микроциклом, может оказаться мощным стимулом для перевода адаптации организма спортсмена на более высокий уровень (Платонов, 2015). Такой вариант динамики нагрузок приводит к так называемой функциональной тренировке (Aubry et al., 2014).

Компоненты нагрузки и реакции адаптации

Величина и направленность нагрузок определяются особенностями применения и порядком сочетания следующих компонентов: продолжительностью и характером отдельных упражнений, интенсивностью работы при их выполнении, продолжительностью и характером пауз между отдельными повторениями, количеством упражнений в структурных образованиях тренировочного процесса (отдельных занятиях и их частях, микроциклах и др.). Иногда варьированием даже одного из указанных компонентов можно в корне изменить направленность тренировочной нагрузки. Например, выполнение тренировочной серии типа 10 x 50 м в плавании со скоростью 95 % максимальной, в зависимости от продолжительности пауз отдыха, может оказывать принципиально различное влияние на организм спортсмена. Паузы 10—15 с будут приводить к кумуляции функциональных сдвигов, а паузы 2—3 мин позволят спортсмену восстановить работоспособность и устранить сдвиги, вызванные предшествующим упражнением. В первом случае тренировочные упражнения способствуют развитию специальной выносливости, совершенствованию психической устойчивости к преодолению утомления, устойчивости техники к значительным сдвигам во внутренней среде организма; во втором — совершенствованию техники в устойчивом состоянии организма, повышению скоростных возможностей спортсмена, мощности анаэробных систем энергообеспечения.

Иным является характер воздействия на организм занимающихся упражнений различной продолжительности, выполняемых в интервальном режиме, даже при постоянном соотношении продолжительности работы и интервалов отдыха — 1 : 2 (рис. 9.1). Испытуемые выполнили одинаковый объем работы при постоянной мощности нагрузки. Однако динамика концентрации лактата крови была принципиально различной во всех трех случаях, что обусловлено неодинаковым вовлечением алактатной и лактатной систем энергообеспечения при выполнении упражнений различной продолжительности.

Продолжительность пауз между упражнениями оказывает принципиальное влияние на направленность тренировочного процесса. Например, когда стоит задача повышения мощности и ёмкости анаэробной алактатной системы, паузы отдыха между кратковременными упражнениями должны быть продолжительными и позволять восстановить в мышцах запасы КрФ (рис. 9.2). Сокращение пауз будет смещать направленность работы в сторону стимуляции адаптационных реакций, связанных с подвижностью и мощностью лактатных анаэробных процессов, подвижностью — аэробных.

Специалисты утверждают, что восстановление запасов АТФ в мышцах происходит в течение 3—5 мин, а полный ресинтез КрФ требует 8 мин (Hultman, Sjoholm, 1986). Однако достаточно оснований полагать, что с ростом подготовленности спортсменов этот процесс может быть существенно

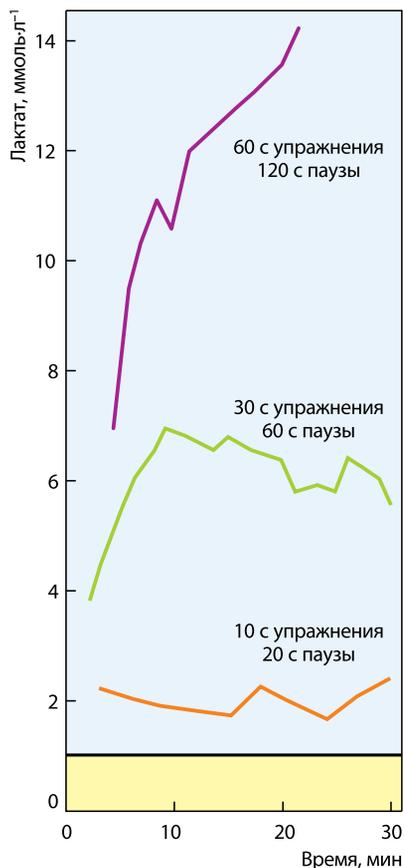


РИСУНОК 9.1 – Концентрация лактата в крови в зависимости от режима работы и отдыха при 30-минутной стандартной работе (247 кДж) и постоянной мощности (412 Вт) (Åstrand, 1992)

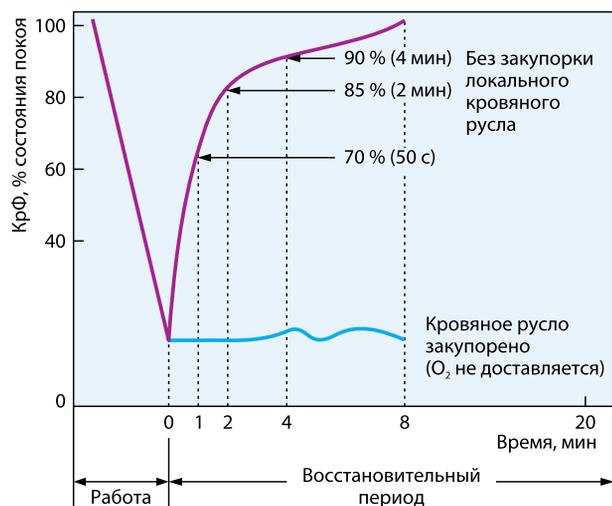


РИСУНОК 9.2 – Синтез КрФ в мышце после кратковременной истощающей работы (Harris et al., 1976; Le Meur, Hausswirth, 2013)

ускорен. Косвенным свидетельством этого являются и данные, приведенные на рисунке 9.2, согласно которым ресинтез АТФ и КрФ зависит от кровоснабжения мышц, мощности кислород-транспортной системы. При отсутствии доступа кислорода к мышцам прекращается ресинтез КрФ, а при открытом кровеносном русле уже через 1 мин восстанавливается 70 % израсходованного КрФ, а полное восстановление завершается в течение 6—8 мин.

Упражнения одинаковой продолжительности и интенсивности, выполняемые в постоянном режиме работы и отдыха, в зависимости от количества повторений вызывают различные реакции систем энергообеспечения.

По-разному воздействуют на организм спортсмена упражнения, вовлекающие в работу различные объемы мышечного массива. Например, при выполнении продолжительных упражнений локального характера, вовлекающих в работу менее 1/3 общего объема мышц, работоспособность спортсмена обуславливается прежде всего возможностями системы утилизации кислорода в мышечной ткани. В силу этого такие упражнения приводят к возникновению в мышцах специфических изменений, связанных с увеличением количества и плотности функционирующих капилляров, увеличением количества и плотности митохондрий, а также их способности использовать транспортируемый кровью кислород для синтеза АТФ. Эффект упражнений локального характера особенно возрастает, если используются методические приемы или технические средства, увеличивающие нагрузку на работающие мышечные группы.

Использованием упражнений частичного характера, вовлекающих в работу до 40—60 % мышечного массива, обеспечивается более широкое воздействие на организм спортсмена, начиная от повышения возможностей систем энергообеспечения и заканчивая достижением оптимальной координации двигательной и вегетативных функций в условиях применения тренировочных и соревновательных нагрузок.

Наиболее сильное воздействие на организм спортсмена оказывают упражнения глобального характера, вовлекающие в работу свыше 60 % мышечного массива. При этом следует учитывать, что центральные адаптационные перестройки, например, увеличение объёма сердечной мышцы, сердечного выброса, жизненной ёмкости лёгких, максимальной легочной вентиляции и др., зависят только от объёма функционирующих мышц и не связаны с их локализацией.

Важным моментом обеспечения эффективной адаптации является соответствие применяемых упражнений требованиям результативной соревновательной деятельности. Несоответствие характера упражнений заданному направлению адаптации мышечной ткани приводит к неадекватным специализации спортсмена изменениям её метаболизма и протеканию адаптации, противоречащей требованиям вида соревнований.

Особенности срочных адаптационных реакций зависят и от степени освоения применяемых упражнений. Адаптация организма спортсмена к стандартным нагрузкам, связанным с решением известных двигательных задач, сопровождается меньшими сдвигами в деятельности обеспечивающей системы по сравнению с той, где двигательная задача носит вероятностный характер. Более выраженная реакция на такие нагрузки связана с повышенным эмоциональным возбуждением, менее эффективной внутри- и межмышечной координацией, а также координацией двигательной и вегетативных функций в результате несовершенства нейрогуморальных процессов (Berger, 1994; Платонов, 2015).

Рассматривая интенсивность работы как степень напряженности деятельности функциональной системы организма, обеспечивающей эффективное выполнение конкретного упражнения, следует отметить её исключительно большое влияние на характер энергообеспечения, вовлечение в работу различных двигательных единиц, формирование координационной структуры движений, соответствующей требованиям эффективной соревновательной деятельности. Например, при плавании увеличение скорости передвижения с 70 до 75 % не меняет характера энергообеспечения работы и лишь увеличивает нагрузку на кислородтранспортную систему, которую вызывает проплывание отрезков или дистанции. Совсем иная ситуация имеет место, когда скорость плавания возрастает с 90 до 95 % максимальной. Энергообеспечение работы в значительной мере обеспечивается анаэробной лактатной системой, активизируются двигательные единицы, содержащие БСа- и БСб-волокна.

Реакция организма спортсмена на нагрузку зависит от продолжительности упражнений, их общего количества в программах отдельных занятий или серий занятий, интервалов отдыха между упражнениями. О необходимости строгого планирования и контроля данных компонентов нагрузки для достижения желаемого адаптационного эффекта свидетельствует следующее.

Для повышения алактатных анаэробных возможностей, связанных с увеличением резервов макроэргических фосфорных соединений, наиболее приемлемыми являются кратковременные нагрузки (5—10 с) предельной интенсивности. Значительные паузы (до 5—8 мин) позволяют восстановить количество макроэргических фосфатов и избежать значительной активации гликолиза при выполнении очередных порций работы.

Учитывая то, что максимальное накопление молочной кислоты в мышцах отмечается через 40—45 с, а работа преимущественно за счёт гликолиза обычно продолжается в течение 60—90 с, именно работа такой продолжительности используется при повышении гликолитических возможностей. Паузы отдыха не должны быть продолжительными, чтобы концентрация молочной кислоты существенно не снижалась. Это будет способствовать как повышению мощности гликолитического процесса, так и увеличению его ёмкости (De Vries, Houch, 1994; Hoffman, 2002).

Количество лактата в крови при работе максимальной интенсивности существенно зависит от её продолжительности. Максимальные величины лактата наблюдаются при длительности работы в

пределах 1—4 мин; дальнейшее увеличение продолжительности работы связано со значительным снижением концентрации лактата в силу накопления в мышцах продуктов анаэробного обмена и активизации аэробной системы энергообеспечения. Это должно быть учтено при выборе продолжительности работы, направленной на повышение мощности и ёмкости лактатной системы энергообеспечения.

Непрерывные или интервальные нагрузки, направленные на повышение аэробной производительности и выполняемые до наступления компенсируемого утомления, приводят к гемодинамическим и метаболическим адаптационным реакциям в мышечной ткани. Гемодинамические изменения преимущественно выражаются в улучшении капилляризации, внутримышечном перераспределении крови; метаболические — в увеличении внутримышечного гликогена, гемоглобина, увеличении количества и объёма митохондрий, повышении активности оксидативных ферментов (Kenney et al., 2021).

Продолжение работы в условиях постепенно развивающегося утомления, сначала компенсируемого, а, затем, и явного связано с постепенным снижением максимально возможных показателей потребления кислорода. Например, аэробная нагрузка в течение 70—80 мин при интенсивности работы, составляющей 70—80 % $\dot{V}O_{2max}$, приводит к снижению потребления кислорода в среднем на 8 %, нагрузка в течение 100 мин — на 14 %. Уменьшение потребления кислорода сопровождается уменьшением систолического объёма на 10—15 %, увеличением ЧСС на 15—20 %, снижением среднего артериального давления на 5—10 %, возрастанием минутного объёма дыхания на 10—15 % (Hoffman, 2002; Wilmore et al., 2009). В этих условиях происходит смещение направленности тренировки в сторону развития другой важной составляющей аэробной системы, а именно способности к окислению жиров.

Активный и пассивный отдых

На эффективность выполнения комплексов упражнений, включаемых в программы тренировочных занятий, определенное влияние оказывает характер отдыха между отдельными упражнениями. Принято считать, что активный отдых способствует удалению из мышц и крови продуктов промежуточного обмена, восполнению энергетических субстратов, уменьшению чувства усталости, нормализации состояния психики, повышению качества выполнения последующих упражнений. Однако, далеко не во всех случаях разные формы активного отдыха оказывают положительное влияние на качество тренировочного процесса.

Малоинтенсивная работа, находящаяся ниже порога аэробного обмена, которая является общепринятым средством активного отдыха, менее эффективна по сравнению с работой, выполняемой с интенсивностью 40—60 % и более уровня $\dot{V}O_{2max}$. Чем выше квалификация спортсменов, тем выше показатель интенсивности работы по отношению к уровню $\dot{V}O_{2max}$. Заполнение пауз менее интенсивной работой замедляет процесс восстановления, а более интенсивной — способно усугубить утомление (Cazorla et al., 1983). Следует также отметить, что наибольший эффект наблюдается также в случаях, когда в качестве средства активного отдыха используются такие же упражнения, как и те, которые вызвали ацидоз (Maglischo, 2003).

Скорость удаления лактата после предельных нагрузок гликолитического характера при пассивном отдыхе — 0,02—0,03 г·л⁻¹·мин⁻¹. При физических нагрузках, интенсивность которых достигает 50—60 % уровня $\dot{V}O_{2max}$, скорость удаления лактата может возрасти до 0,08—0,09 г·л⁻¹·мин⁻¹,

что связано с ускорением кровотока через работающие мышцы (рис. 9.3). Работа как меньшей, так и большей интенсивности оказывается менее эффективной. Использование в восстановительном периоде работы переменной интенсивности с резким её перепадом способствует ускорению выведения лактата (Волков и др., 2000; Wilmore et al, 2009).

Специалистами Австралии еще в 1980 г. (Treffene et al., 1980) было показано, что наиболее интенсивное удаление молочной кислоты из мышечной ткани происходит при работе с интенсивностью, несколько превышающей соответствующую порогу анаэробного обмена. Постепенно эта информация была адаптирована к практике подготовки велосипедистов, пловцов, гребцов, бегунов Австралии и, начиная с середины 1990-х годов, значительный объём работы восстановительной направленности сильнейшими спортсменами стал выполняться в этом режиме. Это, по мнению специалистов, позволяло не только мобилизовать потенциал аэробной системы энергообеспечения, но и способствовало существенному повышению работоспособности при выполнении программ тренировочных занятий за счёт ускорения процесса удаления молочной кислоты из всех типов мышечных волокон — МС, БСа и БСб.

В случае, когда стоит задача ускорения восстановительных реакций после серии упражнений, вызвавшей накопление большого количества молочной кислоты, продолжительность упражнений восстановительной направленности обычно составляет 5—6 мин. Эффективным в этом случае является переменный режим — 30—40 с малоинтенсивная работа на уровне порога аэробного обмена, 30—40 с — с интенсивностью на уровне ПАНО или незначительно выше и т. д. В конце тренировочных занятий с большими нагрузками, а также после соревнований на восстановительные упражнения следует затрачивать около 30 мин. Половина этого времени — малоинтенсивная аэробная работа и работа на уровне порога аэробного обмена, половина — на уровне ПАНО и несколько более высоком. Эта часть работы может выполняться в интервальном режиме (например, 5—6 повторений в режиме 90—60 с — работа, 30 с — пауза) с постоянно увеличивающейся интенсивностью, которая, по данным ЧСС, должна возрастать от повторения к повторению с 70—75 до 100 % (Treffene, 1995).

Далеко не во всех случаях активный отдых оказывается эффективнее пассивного. Например, показано, что восстановление КрФ после кратковременной (< 6 с) работы максимальной интенсивности происходит значительно быстрее в случае пассивного отдыха, что связывают с ограничением поставки кислорода к мышцам в случае активного отдыха (Dupont, Berthoin, 2004; Le Meur, Hausswirth, 2010).

Интервальное выполнение кратковременных упражнений (15 с) с высокой интенсивностью и 15-секундными паузами, заполненными активным восстановлением (работа на уровне 40 % $\dot{V}O_2 \max$) приводит к меньшей оксигенации мышц, замедлению ресинтеза КрФ и увеличению накопления

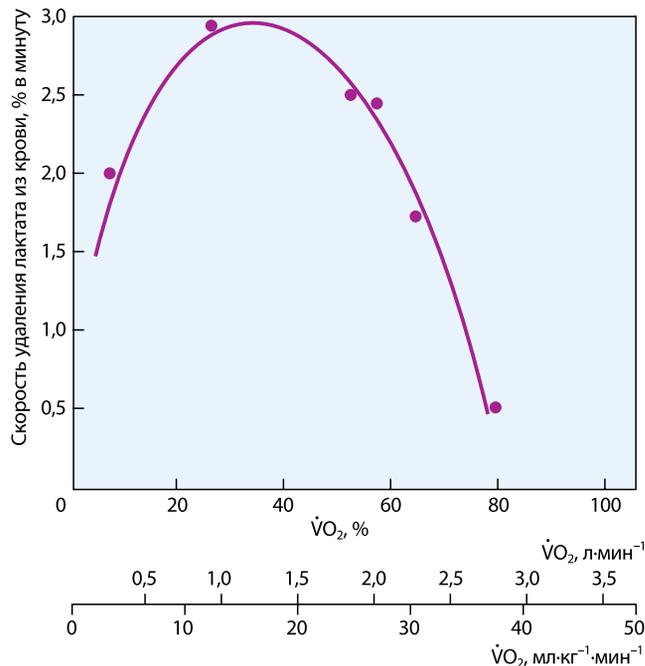


РИСУНОК 9.3 – Скорость удаления лактата в зависимости от интенсивности работы (Волков и др., 2000)

лактата от повторения к повторению по сравнению с использованием пассивного отдыха (Buchheit, Laursen, 2019).

Между скоростно-силовыми упражнениями часто используют упражнения на растягивание мышц и сухожилий в качестве средств, ускоряющих восстановление. Однако в специальных экспериментах, в которых изучалась эффективность растяжения в интервалах отдыха между пробеганием 40-метровых отрезков с максимальной скоростью, установлено отрицательное влияние такой методики на скоростные возможности атлетов и отсутствие влияния на ускорение восстановительных реакций (Favero et al., 2009; Beckett et al., 2009).

При большом суммарном объёме работы в течение дня, особенно в случаях, когда планируется два-три тренировочных занятия и возникает необходимость максимально эффективного использования запасов гликогена, активный отдых приводит к нерациональным энергетическим затратам. В этих случаях сочетание пассивного отдыха с потреблением углеводных напитков является предпочтительным (Fairchild et al., 2003).

Специфичность реакций адаптации

Продолжительное использование в тренировочном процессе средств и методов той или иной преимущественной направленности постепенно формирует специфичную адаптацию, отражённую в объединении различных элементов и механизмов различных органов и систем организма в специфическую функциональную систему, обеспечивающую конкретный конечный результат, например, мощность или ёмкость систем энергообеспечения, скорость выполнения определённых двигательных действий и т.д.

Адаптационные перестройки, связанные с формированием такой системы, приводят к повышению способностей организма спортсменов к быстрому развёртыванию функциональной активности, большей мобилизации функциональных резервов, более глубокому их исчерпанию, повышенной экономичности работы и скорости восполнения энергетических ресурсов и др. Одновременно отдалается наступление утомления и оно легче переносится, ускоряются восстановительные процессы и создаются оптимальные условия для протекания адаптационных реакций (Платонов, 2004, 2015; Cormack, Coutts, 2021).

Долговременная адаптация спортсменов связана со снижением реакции на стандартные нагрузки, ускорением восстановительных процессов. Это вполне естественно, так как применительно к любой из функций у тренированного спортсмена возрастают как показатели её мощности, так и экономичности. Прямо противоположная реакция проявляется в ответ на предельные нагрузки. С ростом подготовленности возрастает способность к более полной мобилизации функциональных ресурсов, более глубокому их истощению. Одновременно возрастает устойчивость психики к перенесению утомления.

Спортсменам высокой квалификации присуща не только способность к глубокому исчерпанию энергетических и нейрорегуляторных ресурсов, вызванных большими тренировочными и соревновательными нагрузками, но и к более интенсивному протеканию восстановительных реакций, что позволяет обеспечить высокую плотность тренировочных программ как в отдельных занятиях, так и в микроциклах и мезоциклах.

В специальной литературе уделено значительное внимание явлению перекрёстной адаптации, проявляющемуся в переносе адаптационного эффекта, получаемого в результате одного вида де-

тельности, на другой, родственной в отношении энергообеспечения, нейрорегуляторной активности. Однако применительно к спорту высших достижений такой тип адаптации, отражённой в том числе в процессах сочетания общей и специальной подготовки в их традиционном понимании, не представляется продуктивным.

Исследования показали, что напряжённая аэробная тренировка с использованием упражнений для одной ноги приводит к увеличению $\dot{V}O_2\text{max}$, сердечного выброса, уменьшению частоты сокращений сердца. Однако на периферическом уровне (капилляризация мышц, митохондриальная адаптация, артериовенозная разница и др.) адаптационные процессы коснулись лишь той ноги, мышцы которой участвовали в тренировке (Willmore, Costill, 2009). Адаптационные реакции у пловцов, тренировавшихся на беговой дорожке и велоэргометре также ограничились изменениями в мышцах нижних конечностей. Развитие у пловцов максимальной силы с использованием традиционных силовых тренажёров не повлияло на проявление силовых возможностей в специальных плавательных тестах (Платонов, 2011). Тренировка ловкости с использованием разного рода упражнений для одной конечности привела к очевидному эффекту. Однако проявился он в действиях той руки, которая была подвергнута тренировке (Лях, 1989).

В основе отсутствия выраженной перекрёстной адаптации в подобных случаях прежде всего лежат принципиальные различия в нейрорегуляторной сфере и особенностях периферической адаптации непосредственно в мышечной ткани.

Мощным фактором, стимулирующим адаптационные реакции спортсменов, рост их подготовленности и уровня мастерства являются соревновательные нагрузки, которые в течение двух последних десятилетий достигли, а в отдельных случаях и превысили допустимый уровень. Например, пловцы стартуют в течение года до 120–140 раз, велосипедисты-трековики — до 160 раз, у велосипедистов-шоссейников количество соревновательных дней в течение года может достигать 110–120 и это при нескольких многодневных гонках, которые приводят к глубокому истощению энергетических и психозмоциональных ресурсов, тяжелому переутомлению. В современном теннисе сильнейшие игроки принимают участие в 20 и более соревнованиях при общем количестве игр до 70–80. Аналогичная ситуация в мировом футболе, в котором спортсмены вынуждены принимать участие в ответственных играх в течение 10–11 месяцев года (Платонов, 2015).

Столь высокий объём соревновательной деятельности превратил её в мощное и исключительно эффективное средство подготовки как в отношении мобилизации глубинных адаптационных ресурсов, так и интегральной подготовки, объединяющей в единый комплекс физические, технико-тактические, психорегуляторные компоненты спортивного мастерства.

Даже при оптимальном планировании тренировочных нагрузок, моделирующих соревновательные, и при соответствующей мотивации спортсмена на их эффективное выполнение, уровень функциональной активности регуляторных и исполнительных органов оказывается значительно ниже, чем в соревнованиях. Только в процессе соревнований спортсмен может выйти на уровень предельных функциональных проявлений и выполнить такую работу, которая во время тренировочных занятий оказывается непосильной. В качестве примера приводим данные, полученные у спортсменов высокой квалификации при выполнении однократной нагрузки (рис. 9.4, 9.5).

О том, что условия соревнований способствуют более полному использованию функциональных резервов организма по сравнению с условиями тренировки, свидетельствуют и другие исследования. Например, контрольные забеги на дистанции 300 и 600 м приводят к значительно меньшему накоплению лактата по сравнению с изменениями, наблюдаемыми при пробегании тех же дистанций в условиях соревнований. Как видно на рисунке 9.6, максимальное значение лактата в условиях соревнований коле-

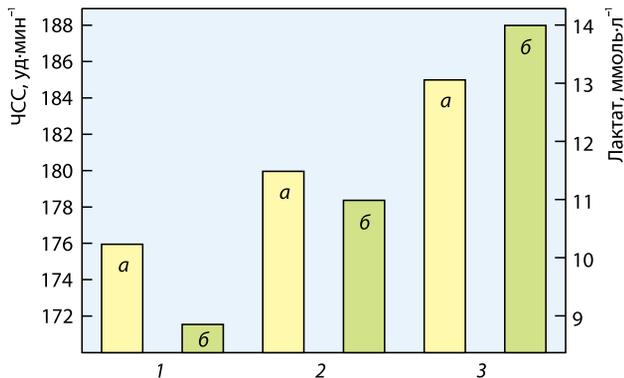


РИСУНОК 9.4 – Реакция организма борца вольного стиля высокой квалификации на нагрузку специального теста: 1 – броски манекена в течение 3 мин с максимально доступной интенсивностью; 2 – контрольная схватка; 3 – схватка в ответственных соревнованиях; а – ЧСС; б – лактат

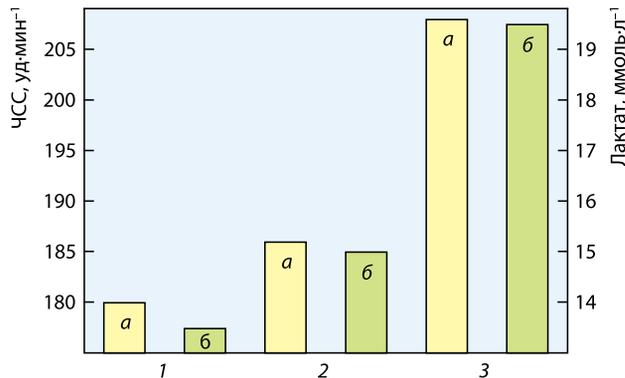


РИСУНОК 9.5 – Реакция организма велосипедиста высокой квалификации (индивидуальная гонка преследования на треке) на нагрузку: 1 – велоэргометрическая ступенчатая; 2 – контрольные соревнования; 3 – главные соревнования сезона; а – ЧСС; б – лактат

блется в пределах 20—24 ммоль·л⁻¹, значения рН опускаются ниже 6,9 усл. ед. В условиях контрольных забегов максимальные величины лактата не превышают 18 ммоль·л⁻¹, а рН не снижается ниже 7,0 усл. ед.

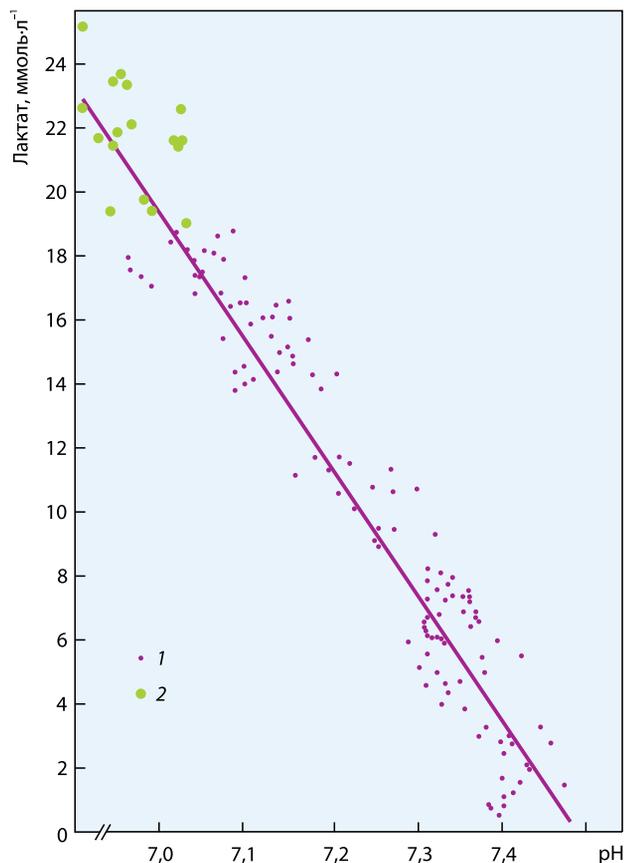


РИСУНОК 9.6 – Зависимость между значениями рН и лактата крови при контрольных забегах (1) на 300 и 600 м и на соревнованиях (2) (Hollmann, Hettinger, 1980)

Соревновательные нагрузки по сравнению с аналогичными тренировочными приводят к значительно более интенсивному расходу мышечного гликогена. Например, после ответственных футбольных матчей концентрация гликогена в мышцах уменьшается до 40 %. На нагрузку товарищеских матчей организм игроков реагирует меньшими сдвигами — концентрация гликогена уменьшается до 60 % (Krustrup et al., 2006).

Чем выше ранг соревнований, конкуренция в них, внимание к соревнованиям со стороны болельщиков, прессы, тем более высокими оказываются спортивные результаты и мобилизация функциональных резервов организма спортсмена. Это происходит несмотря на то, что в условиях контрольных соревнований можно избежать многих факторов, казалось бы, создающих помехи для эффективной соревновательной деятельности. Однако во второстепенных соревнованиях отсутствует один из решающих факторов, определяющий уровень результатов в спорте высших достижений, — предельная мобилизация психических возможностей. Хорошо известно, что результаты любой деятельности спортсмена, особенно связанной с экстремальными ситуациями, зависят не только от совершенства его умений и

навыков, уровня развития физических качеств, но и от его характера, силы устремлений, решимости действий, мобилизации воли. Чем выше класс спортсмена, тем большую роль для достижения высоких спортивных результатов играют его психические возможности, способные существенно повлиять на уровень функциональных проявлений (Цзен, Пахомов, 1985; Weinberg, Gould, 2019). Это требует пересмотра ещё бытующих представлений о соревнованиях как исключительно для реализации того, что заложено в процессе тренировки. В действительности соревнования являются мощным тренирующим фактором как в сфере развития двигательных качеств и физической подготовки, так и, особенно, в областях технико-тактического, психорегуляторного и психозмоционального совершенствования.

НАГРУЗКИ, УТОМЛЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, СУПЕРКОМПЕНСАЦИЯ И ОТСТАВЛЕННЫЙ ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ЭФФЕКТ

Нагрузки и утомление

Утомление следует рассматривать как сложный процесс, затрагивающий все уровни деятельности организма (молекулярный, субклеточный, клеточный, органный, системный, целостного организма) и проявляющийся в совокупности изменений, связанных со сдвигами гомеостаза, регуляторных, вегетативных и исполнительных систем, развитием чувства усталости, временным снижением работоспособности.

Утомление — особый вид функционального состояния человека, временно возникающий под влиянием продолжительной или интенсивной работы и приводящий к снижению её эффективности. Утомление проявляется в уменьшении силы и выносливости мышц, в возрастании затрат энергии при выполнении одной и той же работы, в замедлении реакций и скорости переработки информации, затруднении процесса сосредоточения и переключения внимания и других явлениях.

При развитии утомления нарушается координация мышечной деятельности: возбуждение мышц становится менее локализованным, в работу вовлекаются дополнительные двигательные единицы и другие мышцы, сначала синергисты, компенсирующие снижение возможностей основных мышц, а затем и антагонисты. Качество динамических и кинематических характеристик движений и их результативность снижаются.

Отказ от работы наступает тогда, когда воздействие суммы реакций, приводящих к утомлению, превосходит воздействие факторов побуждения к соответствующей двигательной деятельности. Развитие утомления может быть обусловлено различными факторами, относящимися к возможностям двигательного аппарата, центральной нервной системы, различных вегетативных функций.

Утомление может носить **острый** и **хронический** характер. Острое утомление является следствием нагрузки отдельного тренировочного или соревновательного упражнения, серии упражнений или программы отдельного занятия. Хроническое утомление наступает в результате нагрузки серий занятий или микроциклов, программы которых выполняются в состоянии недовосстановления после предшествующих нагрузок. Хроническое утомление, за исключением отдельных случаев, является результатом чрезмерных нагрузок и нерационального построения тренировки (Maffetene et al., 2019).

При рассмотрении проблемы утомления в спорте широко используются такие понятия, как утомительность, утомляемость, утомленность, переутомление.

Утомительность — объективное свойство работы вызывать утомление. Утомительность любого вида деятельности определяется, с одной стороны, величиной нагрузки на организм, а с другой — степенью физической и психической подготовленности человека к определенным видам работы.

Утомляемость — свойство организма человека в целом, отдельных его частей или систем быть подверженным утомлению. Конкретная реализация этого свойства, т. е. глубина развивающегося утомления при одной и той же нагрузке, зависит от степени адаптации человека к определенному виду деятельности и его тренированности, физического и психологического состояния, уровней мотивации и нервно-эмоционального напряжения.

Утомленность — состояние всего организма или отдельных его частей, соответствующее определенной степени утомления. Градация степени утомленности человека оценивается по субъективным ощущениям, состоянию различных психофизиологических функций, изменению эффективности работы.

Переутомление — совокупность стойких функциональных нарушений в организме человека, возникающих в результате многократно повторяющегося чрезмерного утомления, не исчезающих за время отдыха и являющихся неблагоприятными для здоровья. Длительное переутомление является одной из причин развития перенапряжения и различного рода заболеваний (Maffetene et al., 2019).

Следует различать содержание понятий утомление и усталость. Утомление — это объективный процесс, возникающий вследствие напряженной или продолжительной деятельности, а **усталость** — субъективное восприятие и отражение этого процесса, предохраняющее организм от чрезмерного истощения.

Острые и хронические формы утомления могут быть обусловлены самыми различными причинами, которые можно свести к пяти основным группам — физиологические, психологические, медицинские, материально-технические и спортивно-педагогические (рис. 10.1). В этой главе рассмотрим в основном причины физиологического характера, которые могут привести к утомлению, так как именно знания в этой области во многом определяют рациональное построение подготовки спортсмена.

Утомление может носить периферический и центральный характер. Периферическое утомление связано с истощением источников энергии, снижением эффективности окислительного обмена веществ и образования энергии, накоплением в мышцах и крови продуктов промежуточного обмена, нарушением сократительного механизма и др. Центральное утомление обусловлено изменениями управления деятельностью мышц, упреждающей ролью центральной нервной системы в отношении периферических сдвигов, представляющих опасность для жизнедеятельности организма.

Поньше интенсивно дискутируется вопрос о механизмах развития утомления. Анализируются различные механизмы центрального (Marcora, Staiano, 2010; St Clair Gibson et al., 2018) и периферического характера (Weir et al., 2005; Enoka, Duchateau, 2016). Предлагаются кардиореспираторные, энергетические, нейромышечные модели развития утомления (Cormack, Coutts, 2021), психоэмоциональные (Abbis, Laursen, 2005). Особое место отводится умственной усталости как психобиологическому состоянию, вызванному продолжительной и напряженной познавательной деятельностью (Russell et al., 2019; Smith et al., 2018).

Как и много лет назад эти дискуссии обусловлены недостаточно четким и всесторонним анализом характера нагрузок, приводящих к утомлению. Хотя много лет назад (Волков, 1974; Моногаров,

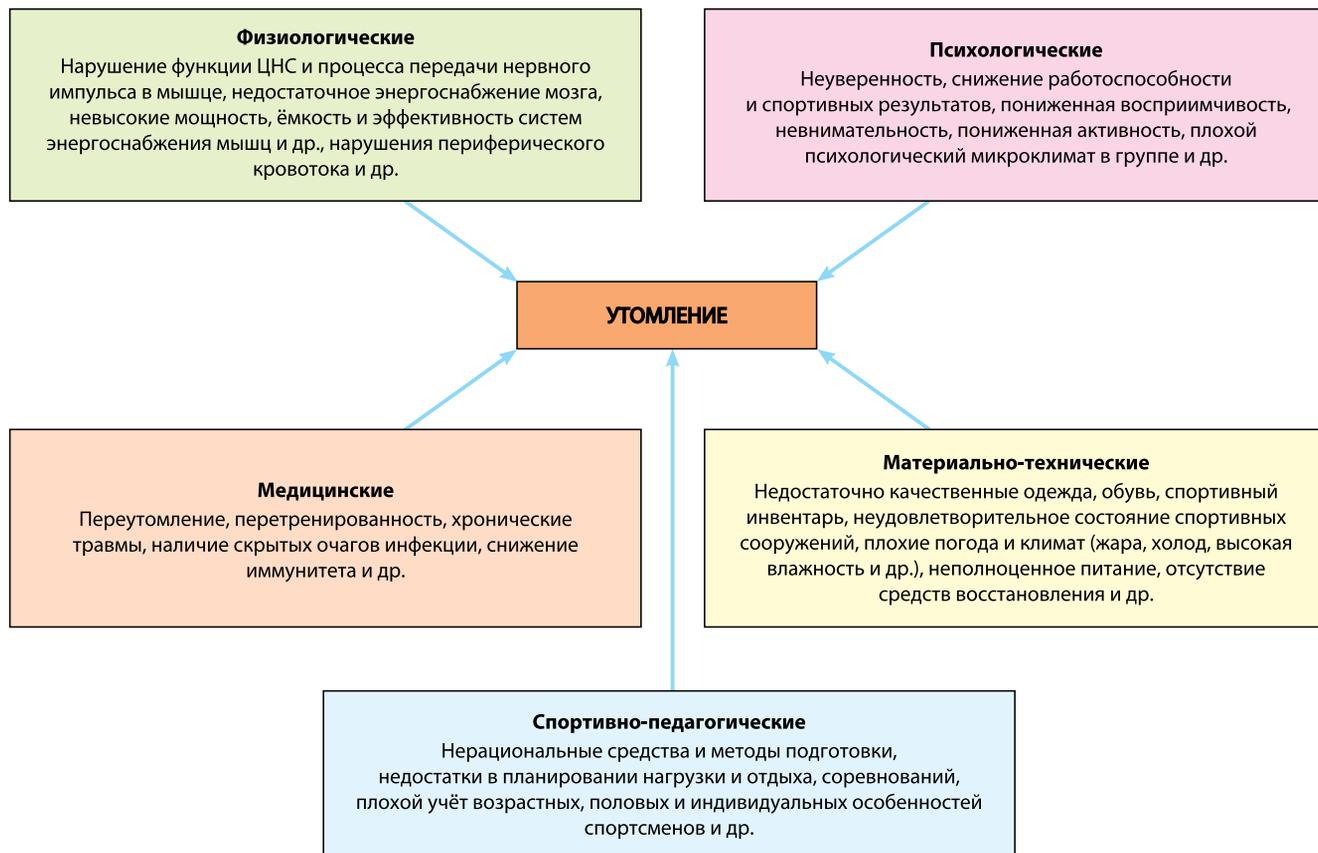


РИСУНОК 10.1 – Причины, стимулирующие развитие утомления в системе подготовки и соревновательной деятельности спортсменов

1986; Платонов, 1980; и др.) было показано, что утомление носит специфический по отношению к конкретной работе характер и обусловлено спецификой функциональной системы и механизмов её функционирования (Анохин, 1975), сформированной для обеспечения данной работы (Платонов, 1997).

Применительно к различным видам двигательной деятельности развитие утомления является специфичным и обуславливается действием совокупности причин, связанных с различными звеньями и механизмами осуществления двигательной деятельности.

Целесообразно различать **явное утомление**, проявляющееся снижением работоспособности и отказом от выполнения работы в заданном режиме вследствие некомпенсированных сдвигов в деятельности регуляторных и исполнительных систем, а также **скрытое (компенсируемое) утомление**, характеризующееся уменьшением запасов энергетических субстратов, накоплением в мышцах и крови продуктов промежуточного обмена, дезэкономизацией работы, существенными изменениями структуры движений, но ещё не сопровождающееся снижением работоспособности вследствие использования компенсаторных механизмов.

Диагностика утомления очень важна для рационального планирования различных структурных образований тренировочного процесса. Если определение явного утомления практически не представляет сложности в силу чёткого и объективного критерия его проявления — работоспособности, то оценить скрытое утомление значительно сложнее. Поддержание стабильного уровня работо-

способности при выполнении работы различной мощности у спортсменов высокой квалификации практически с самого начала работы осуществляется при постоянном изменении основных функциональных показателей (рис. 10.2). Определить, на каком этапе работы компенсаторные изменения связаны с формированием скрытого утомления, довольно сложно, тем более, что время его наступления и характер протекания зависят от индивидуальных возможностей спортсменов, степени их тренированности, характера нагрузки и др. Первые признаки скрытого утомления, связанные со снижением экономичности работы, ухудшением внутримышечной и межмышечной координации, значительными изменениями в координационной структуре движений, появляются чаще всего после выполнения 70—75 % объёма работы, приводящего к явному утомлению. Постепенно эти изменения усиливаются в направлении все более глубокого истощения функциональных резервов и достигают максимально доступных для данной работы величин в период перехода скрытого утомления в явное, т. е. в момент заметного снижения работоспособности спортсмена.

Основным показателем, свидетельствующим о наступлении скрытого утомления и его усугублении при стабильной работоспособности спортсмена, могут служить энерготраты на единицу механической работы. Именно существенное повышение энерготрат по отношению к показателям устойчивого состояния свидетельствует об использовании компенсаторных механизмов поддержания работоспособности и развитии скрытого утомления.

Исследования, проведенные В. Д. Моногаровым (1986, 1994), показали, что при однообразной мышечной деятельности циклического характера большой и субмаксимальной интенсивности субъективные и объективные признаки утомления начинают проявляться через отрезок времени, равный 65—75 % общей продолжительности работы, выполняемой до вынужденного отказа, т. е. до наступления явного утомления. В это время начинает развиваться скрытое утомление — процесс накопления функциональных сдвигов во внутренней среде организма и изменения регуляции его функций, развивающийся задолго до снижения работоспособности. Скрытое утомление сопровождается постоянно возрастающим ощущением усталости. Высокий уровень подготовленности и психической устойчивости спортсменов высокой квалификации и избранные ими рациональные технико-тактические схемы приводят к тому, что в конце дистанций скорость у них не только не снижается, а часто превышает среднюю дистанционную. Однако существенная дезэкономизация функций, мобилизация компенсаторных механизмов и постоянно нарастающее чувство усталости, достигающее исключительно мучительного уровня, начинают развиваться после прохождения 85—90 % дистанции.

Тренировка в состоянии компенсируемого утомления является весьма эффективной для создания специфических условий, адекватных деятельности спортсмена в соревнованиях, когда он, преодолевая утомление, стремится достигнуть высокого спортивного результата, а напряженную работу в условиях соревнований, связанную с компенсацией утомления на последней трети дис-

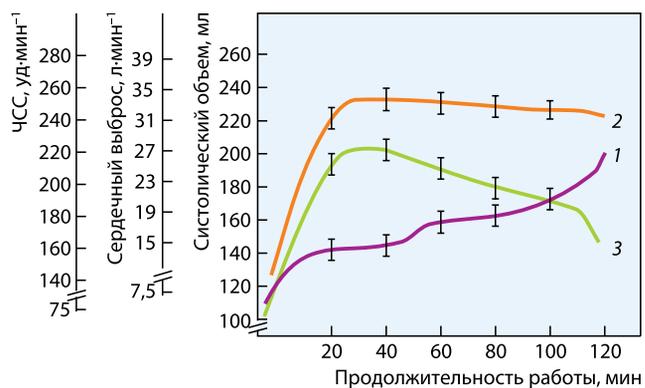


РИСУНОК 10.2 – Изменение показателей кровообращения у спортсменов высокой квалификации при мышечной деятельности умеренной мощности: 1 – частота сердечных сокращений; 2 – сердечный выброс; 3 – систолический объем (Моногаров, 1986)

танции, следует рассматривать как весьма эффективное воздействие, направленное на расширение функциональных возможностей организма спортсмена.

Результаты научных исследований и опыт соревновательной деятельности выдающихся спортсменов убедительно показывают, что работа, выполняемая в условиях компенсируемого утомления и направленная на сбалансированное совершенствование компонентов технико-тактического, функционального и психологического порядка, является эффективным средством обеспечения высокого уровня работоспособности в условиях развивающегося утомления и прогрессирующего чувства усталости.

В современной системе спортивной тренировки утомление играет, в основном, положительную роль, так как его развитие и компенсация являются необходимыми условиями для повышения функциональных возможностей организма, своего рода стресс-синдромом, который должен широко использоваться в разных видах спорта для стимулирования адаптационных сдвигов в организме спортсмена (Сологуб, 1993; Kellmann, 2002).

Понимание основных механизмов обеспечения работоспособности при выполнении работы различного характера и продолжительности, особенностей развития утомления позволяет при планировании отдельных комплексов упражнений и программ тренировочных занятий моделировать весь спектр функциональных состояний и компенсаторных реакций, характерных для соревновательной деятельности спортсмена.

Нагрузки и восстановление

Восстановление — процесс, протекающий как реакция на утомление и направленный на восстановление нарушенного гомеостаза и работоспособности. Восстановление после физических нагрузок означает не только возвращение функций организма к исходному или близкому к нему уровню. Если бы после тренировочной работы функциональное состояние организма спортсмена лишь возвращалось к исходному уровню, исчезла бы возможность его совершенствования путем целенаправленной тренировки.

Развитие тренированности спортсмена является результатом того, что следовые реакции, наблюдающиеся в организме после отдельных тренировочных нагрузок, полностью не устраняются, а сохраняются и закрепляются. Выполнение напряжённой мышечной работы связано с расходом потенциала функций и развивающимся утомлением, его восстановлением к дорабочему уровню, в отдельных случаях со сверхвосстановлением и последующей стабилизацией на дорабочем или близком к нему уровне. Наличие этих этапов определяет и колебания работоспособности спортсмена. Различают фазу снижения работоспособности, её восстановления, сверхвосстановления (суперкомпенсации) и стабилизации (рис. 10.3). В фазе восстановления

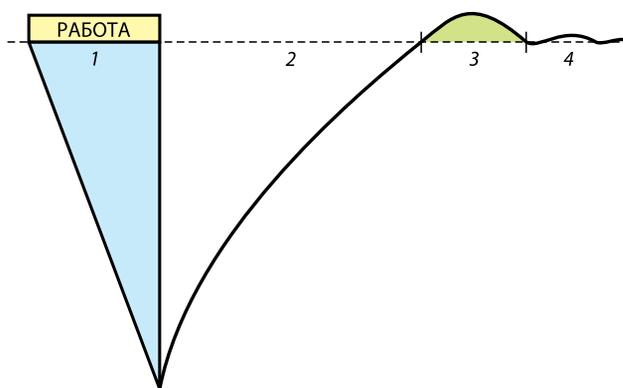


РИСУНОК 10.3 – Схема развития процесса утомления и восстановления при мышечной деятельности, приводящей к истощению запасов гликогена в мышцах: 1 – утомление; 2 – восстановление; 3 – сверхвосстановление (суперкомпенсация); 4 – стабилизация

происходит нормализация функций — восстановление гомеостаза, восполнение энергетических запасов, сверхвосстановления — суперкомпенсация энергетических ресурсов, стабилизации — реконструкция клеточных структур и ферментных систем.

Изменения в функциональных системах организма спортсмена, возникающие в восстановительном периоде, служат основой повышения тренированности. В силу этого при анализе послерабочего периода после нагрузок следует различать две фазы: 1) **фазу измененных соматических и вегетативных функций** под влиянием мышечной работы (ранний восстановительный период), исчисляемую минутами и часами, в основе которой лежит восстановление гомеостаза организма; 2) **конструктивную фазу** (период отставленного восстановления), в процессе которой происходит формирование функциональных и структурных изменений в органах и тканях вследствие суммирования следовых реакций на нагрузки.

Рассматривая восстановительные процессы, протекающие в организме в ответ на выполнение интенсивной или продолжительной работы, нельзя упускать такое понятие, как текущее восстановление по ходу выполнения работы, заключающееся в поддержании состояния равновесия и величин гомеостаза, которые изменяются в процессе мышечной деятельности. Центральное место среди этих процессов занимают метаболические превращения, направленные на поддержание должной концентрации АТФ в работающих мышцах.

Знания о восстановительных реакциях, протекающих в организме спортсмена в ответ на тренировочные и соревновательные нагрузки, исключительно важны для управления тренировочным процессом и соревновательной деятельностью. Они во многом обуславливают направленность и результативность процесса подготовки и участия в соревнованиях, являются гарантией эффективного протекания реакций адаптации, профилактики переутомления, перенапряжения функциональных систем и перетренированности.

Анализируя особенности восстановительных реакций прежде всего следует выделить специфичность восстановительных реакций, тесную взаимосвязь характера и продолжительности как раннего, так и отставленного периода восстановления с направленностью и величиной тренировочных и соревновательных нагрузок, глубиной, локализацией и механизмами развившегося утомления.

Не менее важной для теории и практики спортивной подготовки является фазность восстановительных реакций, которую обычно принято увязывать с показателями работоспособности. Однако здесь следует учитывать теснейшую взаимосвязь работоспособности с важнейшими характеристиками состояния обеспечивающей функциональной системы (Анохин, 1975) во всем сложнейшем взаимодействии протекающих в ней процессов.

Выраженность, продолжительность фаз колебания работоспособности, физиологических, биохимических и психических реакций находятся в теснейшей взаимосвязи с направленностью и величиной нагрузок, квалификацией, подготовленностью и состоянием спортсмена, его возрастом и др.

Одной из важных особенностей протекания восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок является неодновременность (гетерохронность) восстановления различных показателей к исходному уровню. Например, после выполнения 30-секундных тренировочных упражнений с 95 %-ной интенсивностью восстановление работоспособности обычно происходит через 90—120 с. Отдельные показатели вегетативной нервной системы возвращаются к дорабочему уровню через 30—60 с, восстановление других может затянуться до 3—4 мин и более. Это же можно сказать и о восстановительных процессах после выполнения программ тренировочных занятий, участия в соревнованиях. Так, восстановление основных показателей кислородтранспортной системы происходит раньше, чем возвращаются к исходному уровню запасы гликогена мышц. Участие в от-

ветственных соревнованиях, связанное с большой психической нагрузкой, часто приводит к тому, что наиболее длительным оказывается восстановление психических функций спортсмена.

Исследования биохимических процессов в период отдыха после мышечной работы (Henriksson, 1992; Волков и др., 2000; Мохан и др., 2001) позволили установить, что быстрее всего восстанавливаются резервы кислорода и креатинфосфата в работающих мышцах, затем — внутримышечные запасы гликогена и гликогена печени, и лишь в последнюю очередь — ферментные белковые структуры.

Гетерохронность восстановительных процессов обусловлена прежде всего направленностью тренировочной нагрузки. При одинаковых условиях именно направленность нагрузки, определяющая меру участия в выполняемой работе различных органов и функций, указывает на степень их угнетения и продолжительность восстановления.

Тренировочные нагрузки различной направленности приводят к абсолютно различным по продолжительности восстановительным реакциям. Например, нагрузки, связанные с максимальной мобилизацией анаэробной алактатной системы, приводящие к исчерпанию запасов АТФ и КрФ в мышечной ткани и резко ограничивающие скоростные и скоростно-силовые возможности, не требуют продолжительного восстановления и могут планироваться с интервалами от нескольких десятков минут до 5—8 ч (Skorski et al., 2019). Однако несколько серий таких нагрузок в занятии и в занятиях, проводимых 2—3 раза в день, связаны уже не столько с угнетением возможностей алактатной системы энергообеспечения, сколько с тяжёлым утомлением нейромышечной системы, что уже требует восстановления в течение 24—36 ч и более (Платонов, 2004). Напряжённая силовая подготовка с большими отягощениями, приводящая к микротравмам мышечных волокон, может потребовать до 72—96 ч и более для восстановления (Cormack et al., 2008). К столь же длительному восстановлению могут привести большие объёмы работы и максимальные нагрузки аэробной направленности, приводящие к исчерпанию запасов мышечного гликогена (Платонов, 2019). Восстановительные процессы после напряжённых программ, направленных на развитие гибкости, протекают значительно быстрее, чем после силовых программ, приводящих к распаду и синтезу белка, или связанных с выносливостью и истощением запасов гликогена. Поэтому над развитием гибкости можно работать ежедневно с достаточно большим объёмом упражнений на растягивание (Ven, Harvey, 2009).

После однократной большой нагрузки аэробного характера гликоген в мышцах восстанавливается достаточно быстро: через 12 ч — до 67 %, через 24 ч — обычно до исходного уровня (McDougall et al., 1977). Если применять нагрузки аэробного характера подряд с паузами, не обеспечивающими полного восстановления, то количество гликогена в мышечной ткани снижается практически до нуля.

Две-три максимальные однонаправленные нагрузки, вторая и третья из которых выполняются на фоне недовосстановления, способны удлинить восстановительный период до 3—4 дней и более даже при наличии полноценной углеводной диеты (Hultman, Greenhaff, 1992; Платонов, 1997), а многократные перенесённые спортсменом в течение ряда дней с наложением очередной нагрузки на состояние недовосстановления после предыдущей могут не только затянуть восстановительные реакции до 7—10 дней, но и привести к состоянию переутомления, требующего серьёзной коррекции тренировочного процесса (Tidball, 2005).

В восстановительном периоде после напряжённой мышечной деятельности ЧСС резко снижается уже в течение первых 10—15 с после работы. Этот быстрый спад следует увязывать с резким уменьшением кортикальной и проприоцептивной стимуляции. В дальнейшем ЧСС уменьшается значительно медленнее, что определяется снижением периферических импульсов вследствие устранения из тканей продуктов распада.

Уменьшение ЧСС непосредственно после нагрузки скоростного характера сопровождается снижением систолического объёма крови. После нагрузок, связанных с накоплением лактата, происходит удержание высоких величин ЧСС, систолического объёма, потребления кислорода, а иногда и их превышение по сравнению с наблюдаемым во время работы. Связано это с повышенной потребностью тканей в кислороде для восстановления количества фосфатов и устранения лактата, повышенным уровнем катехоламинов и температуры тела, хорошими условиями для периферического кровоснабжения в связи с расслаблением мышц. По мере устранения сдвигов, вызванных работой, восстановительные процессы замедляются. В целом при нагрузках различной направленности, величины и продолжительности в течение первой трети восстановительного периода протекает около 55—65 %, во второй — 25—35 % и в третьей — 5—15 % восстановительных реакций.

Существенное недовосстановление после отдельных упражнений далеко не всегда связано с неспособностью высокоэффективного выполнения очередных упражнений. Например, изнурительная нагрузка спринтерского характера может потребовать длительного восстановления рН, достигающего 30—35 мин. Однако это не означает неспособности спортсмена к эффективному выполнению очередного упражнения, когда рН восстановится до уровня 6,9—7,0, а концентрация лактата в крови будет составлять 6—7 ммоль·л⁻¹, т. е. в 3—4 раза превышать уровень состояния покоя (Kenney et al., 2019). С ростом квалификации и тренированности спортсменов укорачивается продолжительность восстановительного периода, а также повышается способность к высокоэффективному выполнению работы на фоне недовосстановления.

Нагрузки и вработываемость

Начало мышечной деятельности сопровождается активизацией деятельности регулирующих и исполнительных органов организма — происходит процесс вработывания. Он характерен для любой мышечной деятельности и является биологической закономерностью. Периоду вработывания предшествует период предрабочего возбуждения нервной системы и активизации деятельности вегетативных функций как настройки организма на выполнение заданной работы.

В период вработывания налаживается необходимый стереотип движений: улучшается координация, уменьшаются энерготраты на единицу работы, т. е. повышается её коэффициент полезного действия; улучшается регуляция вегетативных функций, причём процесс активизации отдельных систем происходит неодновременно. Так, период вработывания двигательной системы (в зависимости от интенсивности работы) колеблется от 10—20 с до 2—3 мин. Вработывание вегетативной нервной системы происходит медленнее — максимальная активизация деятельности систем кровообращения и дыхания может происходить в течение 3—5 мин, причем одни показатели достигают устойчивого уровня быстрее, другие — медленнее.

Относительно медленная активизация возможностей кислородтранспортной системы даже при выполнении работы, находящейся в зоне интенсивности, обеспечиваемой аэробной системой энергообеспечения, на первых минутах работы, как правило, приводит к активизации анаэробного гликолиза и накоплению в крови лактата. После окончания периода вработывания продукты промежуточного обмена постепенно устраняются и анаэробные источники продуцирования энергии не используются.

Период вработывания находится в прямой зависимости от интенсивности выполняемой работы: чем она интенсивнее, тем длительнее вработывание. Процесс вработывания протекает

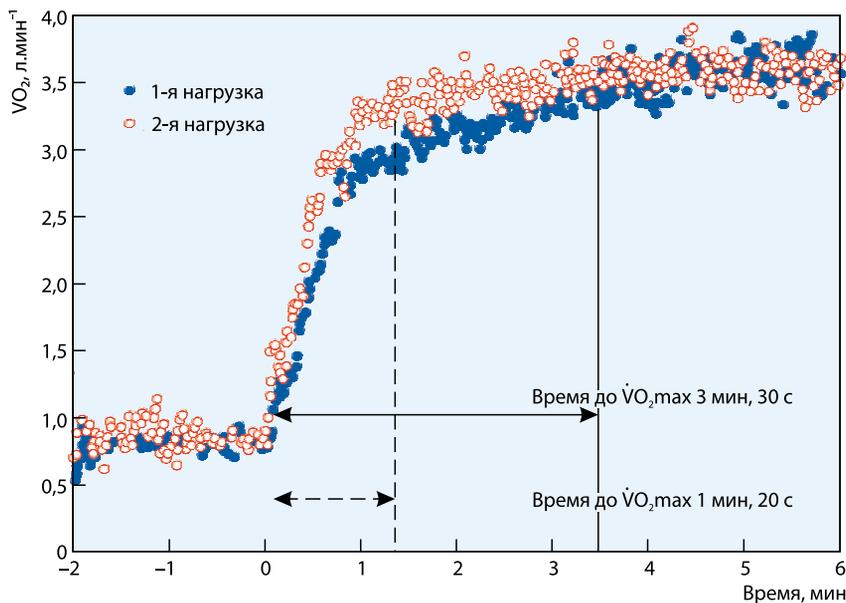


РИСУНОК 10.4 – Динамика потребления кислорода при двукратном выполнении напряженной 6-минутной работы спортсменом высокой квалификации (Buchheit, Laursen, 2019)

особенно успешно, если в разминке используют упражнения, которые выполняют в последующей деятельности. Этот период обычно короче у спортсменов, адаптированных к данной работе, а также у спортсменов более высокой квалификации, которых отличают достаточно стойкие и одновременно лабильные связи двигательной и вегетативных функций. Например, спортсмены высокого класса, адаптированные к применяемым упражнениям, достигают максимальных для данной работы показателей $\dot{V}O_2\text{max}$ уже через 60—90 с. Спортсменам невысокой квалификации для этого часто не хватает 3—4 мин.

Об эффективности предварительной работы для ускорения процесса вработывания свидетельствуют результаты экспресс-теста, в котором определялись скорость вработывания аэробной системы энергообеспечения при двукратном выполнении 6-минутной стандартной нагрузки с интенсивностью 105—110 % $\dot{V}O_2\text{max}$ и паузой отдыха, обеспечивающей восстановление работоспособности, устранение лактата в крови и частоты сокращений сердца (рис. 10.4). Как видим, вторая нагрузка отличалась значительно более быстрым разворачиванием аэробных процессов. Максимальное потребление кислорода было зарегистрировано уже через 1 мин 20 с, тогда как во время первой нагрузки на это ушло 3 мин 30 с. Интересно, что уровень потребления кислорода в диапазоне от 60 с до 180 с, т. е. в том диапазоне, который характерен для соревновательной деятельности во многих видах спорта, во время второй нагрузки был на 10—15 % выше, чем во время первой. Нет необходимости объяснять, насколько велико влияние такого различия на работоспособность спортсменов.

Нагрузки и устойчивое состояние

После окончания периода вработывания работа выполняется на относительно постоянном уровне работоспособности и активности её систем обеспечения — в устойчивом состоянии. В это время достигается согласованная деятельность двигательной и вегетативных функций. Энергообеспечение работы является стабильным, не приводящим к повышению напряжённости деятельности кислородтранспортной системы, систем энергообеспечения, истощению мышечного гликогена, нарушению нейрорегуляторных процессов. Продолжительность работы в устойчивом состоянии зависит от направленности нагрузки, интенсивности работы, тренировочных средств и методов, квалификации и подготовленности спортсменов. Например, непрерывная аэробная работа, интенсивность которой не превышает порога анаэробного обмена, квалифицированными спорт-

сменами может выполняться в течение 2–3 и более часов. Интервальная тренировка смешанной аэробно-анаэробной направленности также может достаточно долго выполняться в случае, если уровень лактата в крови является стабильным в конце каждого повторения и перед очередным повторением. Когда же баланс между процессами утомления и восстановления нарушается и имеет место прогрессирующее накопление в мышцах и крови продуктов промежуточного обмена, происходит неизбежное снижение работоспособности и переход состояния спортсмена от устойчивого к состоянию компенсированного утомления.

Состояние устойчивой работоспособности нарушается вследствие развития процесса утомления, характеризующегося возрастанием напряженности деятельности функциональных систем при относительно стабильном уровне работоспособности, а затем и её снижением. Характеристика функциональных возможностей спортсмена в различных фазах мышечной деятельности циклического характера приведена в таблице 10.1.

Величина нагрузки отдельных упражнений или их серий, программ тренировочных занятий, нескольких занятий, микроциклов определяется глубиной утомления, выраженностью сдвигов гомеостаза и отражается в продолжительности восстановительных процессов. После малых и средних нагрузок тренировочных занятий восстановительные процессы протекают в течение десятков минут или нескольких часов, большие нагрузки могут вызвать длительный период последствий, достигающий нескольких суток.

Величина нагрузок, по данным протекания восстановительного периода, может быть объективно оценена не только по разнообразным физиологическим и биохимическим показателям, но и по

ТАБЛИЦА 10.1 – Изменение функциональных возможностей спортсменов в процессе мышечной деятельности циклического характера (Данько, 1972)

Период, фаза	Функция двигательного аппарата	Регуляция ЦНС	
		Соматические функции	Вегетативные функции
Врабатывание			
Начальное усилие	Формирование двигательного стереотипа	Доминантное возбуждение одних двигательных центров и сопряжённое торможение других	Избирательное усиление отдельных функций и торможение других
Мобилизация вегетативных функций	Стабилизация движений	Уменьшение сопряжённого торможения и более полное включение системы гипофиз–надпочечники	Усиление функций гипофиза до требуемого уровня
Устойчивая работоспособность			
Неполная стабилизация вегетативных функций	Стабильность движений	Рабочее возбуждение центральной нервной системы	Возможны незначительные колебания в стабильности
Полная стабилизация вегетативных функций	Стабильность движений	Сохранение рабочего возбуждения	Устойчивая стабилизация показателей вегетативных функций
Утомление			
Скрытое (преодолеваемое)	Сохранение эффективности движений	Усиление доминантного возбуждения (волевым путем), появление индукционного торможения	Максимальное повышение функций при снижении их коэффициента полезного действия
Явное (непреодолеваемое)	Затруднение или нарушение биомеханики движений	Выраженное развитие охранительного торможения	Дискоординация функций и возможное их ослабление

ТАБЛИЦА 10.2 – Симптомы утомления после нагрузок разной величины (Harre, 1982)

Показатель	Средняя нагрузка	Большая нагрузка	Чрезмерная нагрузка (непосредственные изменения)	Восстановительный период после чрезмерной нагрузки
Цвет кожи	Лёгкое покраснение	Сильное покраснение	Очень сильное покраснение или чрезмерная бледность	Бледность, сохраняющаяся в течение нескольких дней
Движение	Уверенное выполнение	Увеличение ошибок, снижение точности, появление неуверенности	Сильное нарушение координации, вялое выполнение движений, явное проявление ошибок	Нарушение движений и бессилие в следующем тренировочном занятии
Сосредоточенность	Нормальная, корректирующие указания выполняются, полное внимание при объяснении и показе упражнений	Невнимательность при объяснении, пониженная восприимчивость при отработке технических и тактических навыков, сниженная способность к дифференциации	Значительно сниженная сосредоточенность, большая нервозность, рассеянность, сильно замедленная реакция	Невнимательность, неспособность к исправлению движений после 24 или 48 ч отдыха, неспособность сосредоточиться во время умственной работы
Общее самочувствие	Никаких жалоб, выполняются все нагрузочные задания	Слабость в мышцах, значительно затрудненное дыхание, нарастающее бессилие, явно сниженная работоспособность	Свинцовая тяжесть в мышцах, головокружение, тошнота	
Готовность к достижениям	Стойкая, желание продолжать тренироваться	Пониженная активность, стремление к более длительным паузам, снижение готовности продолжать работу	Желание полного покоя и прекращения работы	Нежелание тренироваться на следующий день, безразличие, сопротивление требованиям тренера
Настроение	Приподнятое, радостное, оживлённое	Несколько «приглушённое», но радостное, если результаты тренировки соответствуют ожиданию, радость по поводу предстоящей тренировки	Возникновение сомнений в ценности и смысле тренировки, боязнь перед новой тренировкой	Подавленность, непрекращающиеся сомнения в ценности тренировки, поиск причин для отсутствия на тренировке

относительно простым, но достаточно объективным характеристикам: окраске кожи, сосредоточенности и общему самочувствию спортсмена и др. (табл. 10.2).

Применительно к процессу подготовки квалифицированных спортсменов наибольшим тренирующим эффектом отличаются занятия с большими нагрузками. Связано это с тем, что при выполнении программ таких занятий значительный объём работы спортсмен выполняет в условиях постоянно прогрессирующих сдвигов в деятельности функциональных систем организма, несущих основную нагрузку при выполнении конкретной работы.

Велико, по-видимому, значение занятий с большими нагрузками как фактора интенсификации синтеза белков, обеспечивающих замену истощенных клеточных структур и увеличение их рабочей площади для выполнения функций, наиболее активных в процессах срочной адаптации.

Необходимо учесть, что изменения, наступающие во время срочных адаптационных реакций при работе в условиях скрытого утомления, составляют важные предпосылки развития долговременной адаптации. При этом прежде всего деградации должны подвергаться белки с заканчиваю-

щимся периодом жизни и уже не способные обеспечивать надежное выполнение функций в напряженных условиях. Усиленная деградация устаревших белков ведет к замене их новыми и тем самым к повышению надежности сократительного аппарата.

Более того, систематическое применение больших тренировочных и соревновательных нагрузок обеспечивает формирование тесной взаимосвязи между функцией соответствующих структур организма и индивидуальным генетическим аппаратом срочной и долговременной адаптации. В результате применения таких нагрузок обеспечивается значительно более глубокое истощение функциональных резервов организма спортсмена, более интенсивное и сбалансированное восстановление и регенерация израсходованных структур, формирование эффективного ритма взаимодействия между процессами истощения, восстановления, функциональной и структурной адаптации.

Направленность нагрузок, утомление и восстановление

Утомление — сложное явление, обусловленное множеством процессов, специфичных для каждого вида двигательной активности. Выявление звена, играющего ведущую роль в развитии утомления, особенно затруднено в реальной тренировочной и соревновательной деятельности, отличающейся исключительным многообразием двигательных действий, процессов их регуляции и обеспечения, сложным характером проявления различных двигательных качеств. Существенным затруднением для установления специфического звена, в котором развивается утомление, является большое число компенсаторных приспособлений, включающихся при напряженной двигательной активности различной интенсивности. Для преодоления утомления организм использует избирательное вовлечение различных двигательных единиц, а также чередование деятельности различных мышечных синергистов (Green, 1990), мобилизацию буферных систем для нейтрализации действия продуктов распада на мышечное волокно (De Vries, Houch, 1994), преимущественное вовлечение различных источников энергообеспечения работы (Wilmore et al., 2009).

Двигательное утомление — это не какой-то единый, общий для разных видов мышечной деятельности комплекс физиологических процессов. Существуют виды мышечной деятельности, в неодинаковой степени вовлекающие различные физиологические системы и функции, а также имеются виды утомления, в большей или меньшей степени различающиеся по феноменологии, локализации и механизму.

В зависимости от условий мышечной деятельности и индивидуальных особенностей организма роль ведущего звена в развитии утомления может принимать на себя любой орган или функция, возможности которых в определенный момент работы становятся неадекватными требованиям нагрузки. Первопричиной утомления может стать и истощение энергетических ресурсов организма, и уменьшение активности ключевых ферментов из-за угнетающего действия продуктов метаболизма, и нарушение целостности функционирующих структур из-за недостаточности их пластического обеспечения (Н. Волков, 1974, 1986; Платонов, 1997; Wilmore, 2009; Noakes et al., 2009). Велика роль в развитии утомления и нарушений функций центральной нервной системы под влиянием метаболических изменений, происходящих в мышцах (Tucker et al., 2006; Kenney et al., 2012). Одной из причин утомления, несомненно, оказываются и нарушения деятельности нейромедиаторов, которые могут затронуть моторное поведение, сенсорное восприятие, сенсорно-моторную интеграцию, деятельность исполнительных органов (Meeusen et al., 2007). Использование в качестве энергетического субстрата белков повышает концентрацию в плазме крови аммиака, одного из конечных продуктов

распада белка, что оказывает негативное влияние на центральную нервную систему, способствует развитию утомления и снижению качественных характеристик двигательной деятельности (Krustrup et al., 2006; Kenney et al., 2019).

Чрезмерные объёмы работы, требующей активного участия психики, напряженной познавательной деятельности, приводят к умственному утомлению и снижению когнитивных возможностей. Такое состояние может привести к явлению, которое обычно обозначается как перегорание и способно привести к негативным последствиям не только для качества подготовки, но и для здоровья спортсменов (Reardon et al., 2019).

Умственное утомление приводит к истощению познавательных процессов, ухудшению состояния нейронной мозговой сети, замедлению реакции, подавлению процессов восприятия и анализа информации (Van Cutzem et al., 2017). В результате умственного утомления снижаются мотивация и работоспособность, контроль за качеством движений, возникают ошибочные решения (Smitch et al., 2016). Умственное утомление снижает порог субъективного восприятия нагрузки и чувства усталости, вынуждая спортсмена снизить интенсивность или прекратить работу при еще не исчерпанных внутренних резервах (Bertram, 2021).

Умственное утомление связывают со снижением активности префронтальной коры головного мозга, вовлеченной во многие высокоуровневые функции, включая контроль за движениями, познавательные возможности и принятие решений, нарушением её связей с другими областями мозга, отвечающими за управление движениями (Bertram, 2021).

Изучение процессов развития утомления при кратковременной высокоинтенсивной работе, обеспечиваемой алактатной анаэробной системой, позволило установить тесную взаимосвязь между истощением запасов КрФ в работающих мышцах и снижением работоспособности (Newsholme et al., 1992; Shephard, 1992). При этом запасы КрФ истощаются значительно быстрее, чем запасы АТФ. Связано это с тем, что образование АТФ при высокоинтенсивной работе обусловлено не только действием механизма КрФ—АТФ, но и анаэробного гликолиза и в незначительной мере аэробного окисления. Однако с истощением запасов КрФ процесс ресинтеза АТФ резко замедляется, что неизбежно приводит к снижению работоспособности. Состояние тяжёлого утомления при такой работе сопровождается истощением КрФ, а также увеличением концентрации неорганического фосфата вследствие расщепления КрФ (Westerbland et al., 2002; Kenney et al., 2021).

Принципиально иные механизмы определяют развитие утомления при выполнении работы, преимущественно обеспечиваемой деятельностью анаэробной гликолитической системы. Основным здесь является интенсивное накопление в мышцах молочной кислоты.

Процесс накопления в мышцах молочной кислоты идет параллельно с процессом развития утомления, что дало основание для ошибочных утверждений о решающей роли молочной кислоты в развитии утомления. В действительности молочная кислота, образованная в мышцах в результате гликолиза, используется в качестве энергетического субстрата и удаляется в процессе окисления, способствуя уменьшению метаболического ацидоза (Robergs et al., 2004). Интересно, что молочная кислота, образованная в мышечном волокне, может поступать в митохондрии того же волокна и подвергаться окислению. Молочная кислота, которая в основном образуется в БС-волокнах, может путем диффузии или транспорта кровью переместиться в МС-волокна, печень и клетки других органов, где она выступает в качестве субстрата и подвергается окислению. Например, в печени она преобразуется в пировиноградную кислоту, а затем в глюкозу (глюконеогенез), которая доставляется в мышцы. Таким образом, использование молочной кислоты в качестве энергетического субстрата является существенным источником энергообеспечения мышечной деятельности (Brooks et al., 2005;

Kenney et al., 2019). Однако недостаточная интенсивность окисления молочной кислоты, характерная для высокоинтенсивной работы, приводит к её диссоциации, в результате которой образуется лактат и происходит накопление протонов, или ионов водорода (H^+), что вызывает закисление мышц, снижение pH и, как следствие, развитие ацидоза. Внутриклеточный pH ниже 6,9 подавляет действие фосфофруктокиназы — важного гликолитического фермента, снижая интенсивность гликолиза и ресинтеза АТФ. При pH 6,4 под действием ионов водорода практически прекращается расщепление гликогена и происходит резкое снижение уровня АТФ. Ионы водорода, образовавшиеся при диссоциации молочной кислоты, могут вытеснять кальций из мышечных волокон, нарушая процесс формирования актин-миозиновых мостиков и уменьшая сократительную силу мышц (Wilmore et al., 2009), подавляя активность основных ферментов, обеспечивающих интенсивность гликолиза — гликогенфосфорилазы, фосфофруктокиназы (Stephens, Greenhaff, 2009). Именно здесь, согласно современным представлениям, кроются основные причины ограничения работоспособности и развития утомления при выполнении работы, требующей мобилизации анаэробной лактатной системы энергообеспечения (Brooks et al., 2005; Stephens, Greenhaff, 2009; Kenney et al., 2019). Нарушение клеточных процессов производства энергии и сокращения мышц не сопровождается истощением запасов мышечного гликогена, которые могут оставаться достаточно большими (Newsholme et al., 1992).

Отодвинуть наступление утомления при выполнении работы, требующей максимальной активизации анаэробного гликолиза, позволяют буферные системы мышц и крови, поглощающие протоны. Ёмкость буферной системы мышц невелика и позволяет нейтрализовывать протоны в течение 10—15 с (Newsholme et al., 1992). Интенсивное кровоснабжение мышц не только обеспечивает их кислородом для аэробного метаболизма, но и способствует выведению молочной кислоты в кровь, буферные способности которой значительно выше по сравнению с мышцами (Sutton et al., 1981; De Vries, Houch, 1994). Именно благодаря буферным системам pH даже при исключительно напряженной работе анаэробного характера не снижается ниже 6,6—6,4 (Kenney et al., 2019).

При длительной работе аэробного характера развитие утомления прежде всего связано с истощением запасов мышечного гликогена. Например, Д. Костилл с соавт. (Costill et al., 1991) показали, что типичные серии, включаемые в основные части тренировочных занятий пловцов высокой квалификации, приводят к утрате большей части мышечного гликогена: 30 x 100 м с паузами 20 с приводят к сокращению запасов гликогена на 69 %; 60 x 100 м с паузами 20 с — на 85 %; 12 x 500 м с паузами 1 мин — на 62 %. В целом наиболее популярные программы тренировочных занятий продолжительностью 2—2,5 ч, связанные с развитием выносливости, приводят к расходованию 70—80 % и более мышечного гликогена.

Для восстановления запасов мышечного гликогена, израсходованного в процессе занятий с большими нагрузками, может потребоваться от 24 до 48 ч. Например, выполнение пловцами программы тренировочного занятия, основной частью которого была серия 40 x 100 м с паузами 15 с, привело к уменьшению содержания гликогена в дельтовидных мышцах со 160 до 70 ммоль·кг⁻¹ влажной ткани мышц. Через 24 ч содержание гликогена увеличилось до 115 ммоль·кг⁻¹, а полное восстановление произошло через 36—48 ч (Costill et al., 1991).

Рассматривая истощение запасов гликогена в мышцах в качестве одного из важнейших факторов, определяющих развитие утомления, следует подчеркнуть, что наибольшее истощение гликогена отмечается в мышцах, наиболее активно участвующих в работе (рис. 10.5). В развитии утомления при длительной работе определённая роль принадлежит также истощению запасов гликогена печени. Расщепление гликогена печени приводит к поступлению глюкозы в кровь, а из неё — в работающие мыш-

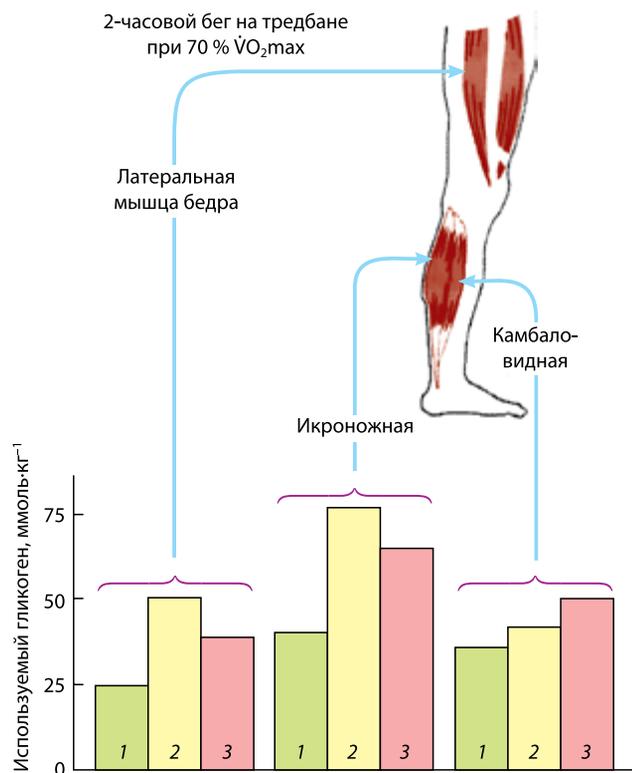


РИСУНОК 10.5 – Использование мышечного гликогена в мышцах ног, несущих основную нагрузку в беге: 1 – плоская поверхность; 2 – вверх под углом; 3 – вниз под углом (Wilmore et al., 2009)

цы. Истощение ограниченных запасов гликогена печени и снижение содержания глюкозы в крови заставляют мышцы ещё более интенсивно использовать мышечный гликоген (Kenney et al., 2019).

Изнурительные физические нагрузки приводят к резкому снижению гликогена в мышечной ткани (примерно со 130 до 20 ммоль·кг⁻¹). Такое снижение может произойти за 2—3 ч работы, выполняемой с интенсивностью на уровне 60—80 % $\dot{V}O_2max$, а также в результате 30—45-минутной напряженной (до 130 % уровня $\dot{V}O_2max$) интервальной работы в 1—5-минутных упражнениях с незначительными паузами.

При продолжительной работе аэробного характера снижение концентрации гликогена в мышцах происходит неравномерно. В начале работы гликоген используется значительно более интенсивно, чем в течение последующей работы. Например, в течение первого часа трехчасового бега с интенсивностью работы на уровне 70 % $\dot{V}O_2max$ гликоген расходуется значительно более интенсивно, чем в течение последующих 2 ч (рис. 10.6). Интересно, что интенсивное расходование гликогена со 160 до 50 ммоль·кг⁻¹ за этот период работы практически не влияет на субъективное восприятие утомления. Однако снижение

концентрации гликогена во второй половине работы с 50 до 25—35 ммоль·кг⁻¹ приводит к ухудшению субъективного восприятия утомления, вплоть до максимального чувства усталости.

Различаются процессы расходования гликогена при работе аэробного характера и в разных типах мышечных волокон. Например, бег на 30-километровую дистанцию приводит к практически

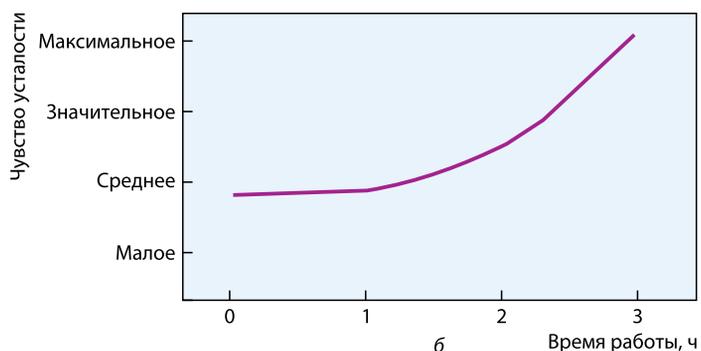
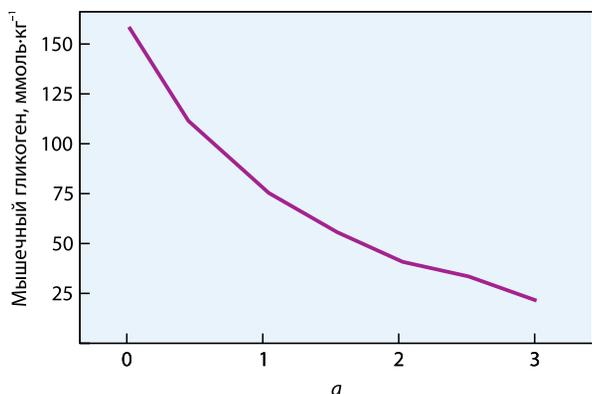


РИСУНОК 10.6 – Концентрация гликогена в икроножной мышце (а) и развитие чувства усталости (б) во время трёхчасового бега (Kenney et al., 2012)

полному исчерпанию гликогена в МС-волокнах. В БС-волокнах гликоген еще остается. В случае выполнения более интенсивной работы, требующей мобилизации анаэробной лактатной системы энергообеспечения, вовлекаются и БС-волокна, что приводит к пропорциональному снижению запасов гликогена во всех типах мышечных волокон и развитию некомпенсируемого утомления.

Скорость ресинтеза гликогена ($\text{ммоль}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) при рациональном питании обычно составляет 5 % в час. Выбор углеводов определенного типа, увеличение скорости их поступления в организм, оптимизация времени приёма могут несколько интенсифицировать этот процесс и довести скорость ресинтеза гликогена в мышечной ткани до 7—8 % в час (Reed, 1989). Скорость ресинтеза гликогена в ближайшем восстановительном периоде повышается и в случае приема сразу после нагрузки различных растворов, содержащих глюкозу, сахарозу, зерновые сиропы, и может достигать 7—8 % в час, постепенно снижаясь до 5—6 % (Коул, 1996).

Снижение интенсивности работы в случаях преодоления сверхдлинных дистанций (марафонский бег, лыжные гонки на 30 и 50 км, 4—6-часовые велосипедные гонки на шоссе) ниже уровня 50 % $\dot{V}O_{2\text{max}}$ свидетельствует о практически полном исчерпании запасов гликогена и энергообеспечении работы исключительно за счёт жирных кислот. В то же время в этих условиях возникает проблема сохранения уровня концентрации глюкозы крови, достаточного для поддержания деятельности головного мозга. В этом случае утомление носит центральный характер, так как головной мозг утрачивает способность к эффективной регуляции движений (Nielsen, 1992).

Преодолеть это противоречие во время марафонских и сверхмарафонских забегов, продолжительных велосипедных и лыжных гонок позволяет потребление напитков, содержащих глюкозу или другие углеводы (Хоули и др., 1996; Армстронг, Кармайкл, 2004).

Существенное значение в развитии утомления при продолжительной работе аэробного характера может иметь дегидратация организма и повышение внутренней температуры, а также потеря электролитов. Что касается молочной кислоты, то даже в конце марафонской дистанции её уровень обычно не превышает существенно уровень покоя и не может ограничивать работоспособность бегунов.

Продолжительная как дистанционная, так и интервальная тренировка аэробного характера, связанная с продолжительным и интенсивным кислородонасыщением мышечной ткани, приводит к мозговой деоксигенации, также приводящей к развитию утомления (Smith, Billaut, 2010; Verges et al., 2012).

Таким образом, в настоящее время достаточно доказательств того, что развитие утомления при выполнении работы различной продолжительности обусловлено истощением источников энергии и накоплением продуктов распада. В зависимости от продолжительности работы основным звеном, лимитирующим работоспособность, может стать исчерпание КрФ, гликогена или накопление протонов (табл. 10.3), угнетение центральной нервной системы.

При выполнении одних и тех же тренировочных программ расходование мышечного гликогена наиболее интенсивно протекает у спортсменов, специализирующихся в спринтерских видах бега, плавания, конькобежного и других видов спорта. Спортсмены, специализирующиеся на средних дистанциях, и особенно стайеры, расходуют гликоген значительно более экономно. Естественно, что и восстановительные процессы у спринтеров продолжительнее — примерно в

ТАБЛИЦА 10.3 – Количество АТФ, получаемого в результате аэробного метаболизма, и основные причины утомления при беге на разные дистанции (Newsholme et al., 1992)

Длина дистанции, м	Количество АТФ, %	Основные причины утомления
100	0	Истощение креатинфосфата
200	10	То же
400	25	»
800	50	Накопление H ⁺
1500	65	То же
10 000	97	Истощение гликогена

1,3—1,5 раза. Обусловлено это двумя факторами. Во-первых, основная направленность тренировки спринтеров связана с повышением мощности работы, увеличением способности к максимальному выбросу энергии из различных систем энергообеспечения, что резко снижает возможности их к экономному использованию энергии. Во-вторых, в соответствии с различиями в структуре мышечной ткани, при выполнении одной и той же работы спринтеры, по сравнению со стайерами и средневиками, рекрутируют значительно больший объём БСа- и БСб-волокон, что существенно снижает экономичность работы, интенсифицирует процесс расходования гликогена. В-третьих, спринтеры отличаются меньшими относительными возможностями аэробной системы энергообеспечения, потенциал которой в значительной мере определяет интенсивность протекания восстановительных реакций.

Развитие утомления связано со структурой мышечной ткани спортсмена и характером вовлечения в работу различных двигательных единиц, что позволило отдельным специалистам классифицировать двигательные единицы не по структуре и скорости сокращения, а по устойчивости к утомлению (Burke, 1991; Roy, Edgerton, 1991). Наиболее устойчивыми к утомлению являются МС-волокна, а наименее — БСб-волокна. Интенсивность работы и особенности её обеспечения за счёт преимущественного рекрутирования МС- или БС-волокон предопределяют их избирательное истощение. При длительной малоинтенсивной работе утомление связано с изменениями в МС-волокнах, а при скоростно-силовой — в БС-волокнах (Secher, 1992; Hoffman, 2002).

Установлено также, что развитие утомления может быть обусловлено метаболическими реакциями, протекающими в процессе мышечного сокращения, а также ухудшением кровоснабжения, что происходит при интенсивной работе, требующей рекрутирования большинства двигательных единиц (Харгривз, 1998; Мак-Комас, 2001).

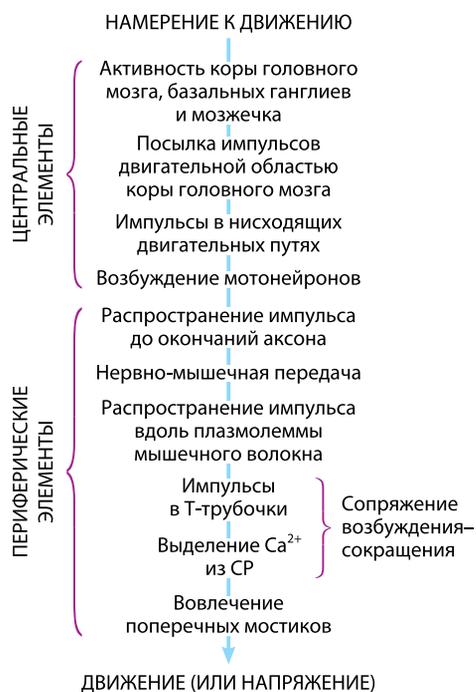


РИСУНОК 10.7 – Центральные и периферические элементы регуляции произвольного движения, способные оказать влияние на развитие утомления. СР – саркоплазматический ретикулум (Мак-Комас, 2001)

В процессе утомления в мышцах происходит ряд биохимических изменений, которые приводят к уменьшению силы, замедлению процессов сокращения и расслабления двигательных единиц. В частности, увеличение при утомлении концентрации H^+ (ионов водорода) способствует снижению рН мышцы и может привести к резкому снижению работоспособности, особенно БС-волокон. Снижение рН в утомлённой мышце до уровня 6,5—6,7 приводит к снижению усилия, развиваемого БС-волокнами, на 30 %, МС-волокнами — на 10 % (Мак-Комас, 2001).

Отмечая большую роль в развитии утомления истощения энергетических источников и накопления продуктов распада в мышечной ткани, не следует преуменьшать роль нервной системы, нарушения деятельности как центральных, так и периферических элементов которой могут явиться причиной утомления (рис. 10.7). Нарушения в центральном звене двигательной системы могут быть обусловлены прежде всего изменением возбудимости мотонейрона и

неспособностью двигательного нерва проводить повторные потенциалы действия к пресинаптической части нейромышечного соединения (Green, 1990). Периферическая природа нервно-мышечного утомления может определяться нарушением одного или нескольких звеньев процесса передачи нервного импульса и процесса сокращения в утомлённой мышце. В развитии утомления решающую роль могут также сыграть процессы, протекающие в нейромышечном соединении, связывающем центральную импульсацию с периферической активацией: проводимость импульсов в двигательных аксонах, нервно-мышечная передача, проводимость импульсов в мышечных волокнах, процесс возбуждения, сокращения и расслабления мышечных волокон (Мак-Комас, 2001; Bertram, 2021).

Однако это лишь одна из сторон деятельности центральной нервной системы, связанной с утомлением. Другая, получившая в последние годы серьёзное научное обоснование, отводит центральной нервной системе роль эффективного регулятора мышечной деятельности и активности разных органов, систем и механизмов. С ростом мастерства у спортсменов возрастает способность центральной нервной системы регулировать активность двигательного аппарата и вегетативных функций с учетом необходимой интенсивности и продолжительности работы. Центральная нервная система приобретает способность на подсознательном уровне регулировать интенсивность работы, активизацию двигательных единиц мышц, вовлечение систем энергообеспечения, мобилизацию психических функций до тех уровней и в том взаимодействии, которые обеспечивают эффективную двигательную деятельность и достижение максимально доступного спортивного результата, но не позволяют перейти границ нарушения гомеостаза, чреватых опасными последствиями. Эта удивительная способность нервной системы связана не только с центростремительными сигналами, свидетельствующими об активности двигательных единиц мышц (Tucker et al., 2004; Noakes et al., 2009), но и с сигналами, отражающими развитие ацидоза (Kayser, 2003), температуру тела (Morrison et al., 2004; Noakes et al., 2009), наличие запасов мышечного гликогена (Lambert et al., 2005; Rauch et al., 2005).

Наступление явного утомления и неспособность к продолжению работы не сопровождаются катастрофическим нарушением гомеостаза, полным исчерпанием доступных источников ресинтеза АТФ, недопустимым снижением рН. Эти факты, по мнению специалистов (St. Clair Gibson, Noakes, 2004; Bertram, 2021), подтверждают роль центральной нервной системы в развитии утомления.

Принято считать, что в условиях горной гипоксии максимальные физические нагрузки, требующие предельной мобилизации потенциала аэробной или анаэробной лактатной систем энергообеспечения, должны приводить к предельной мобилизации возможностей кислородтранспортной системы, сопровождаться максимальной концентрацией молочной кислоты в мышцах, предельным снижением рН крови и тяжелым ацидозом (Noakes, 2007). Однако этого не происходит. Частота сокращений сердца при предельных нагрузках оказывается более низкой по сравнению с регистрируемой на равнине. Становится меньшей концентрация молочной кислоты в мышечной ткани, а нарушение кислородтранспортного равновесия сопровождается умеренным ацидозом (Kayser, 2003). Снижение работоспособности в условиях среднегорья является не результатом накопления в мышечной ткани молочной кислоты, повышения температуры тела и других сдвигов в метаболизме, а следствием упреждающего регулирования активности двигательных единиц мышц, активности систем энергообеспечения, отдаления наступления утомления, недопущения сдвигов опасных для жизнедеятельности организма (Morrison et al., 2004; Tucker et al., 2006).

Решающая роль центральной нервной системы в профилактике развития утомления наглядно проявляется и при изучении работоспособности и температуры тела в прохладных условиях

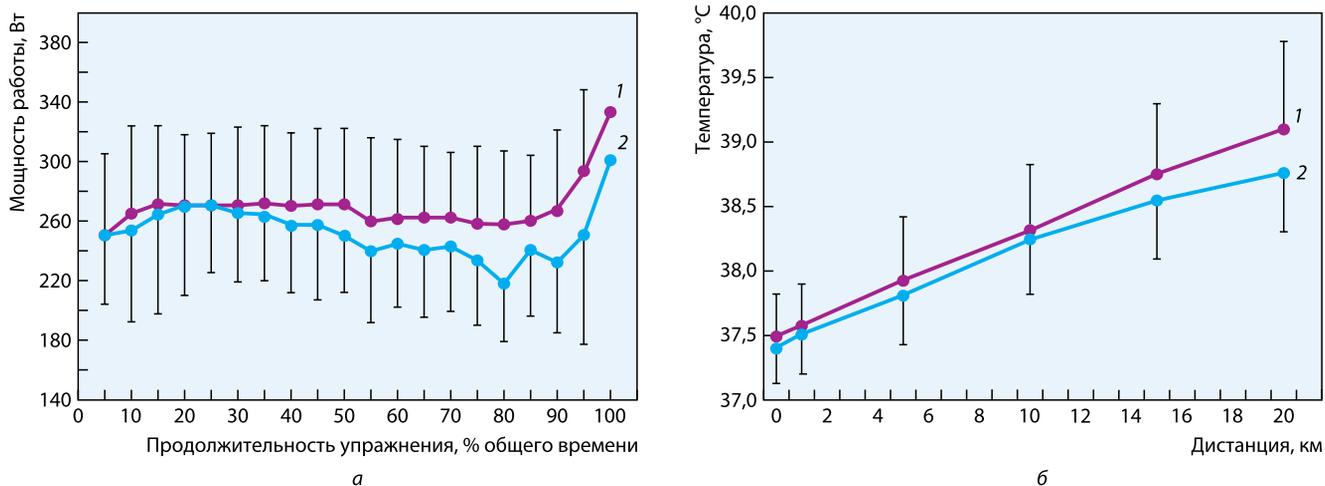


РИСУНОК 10.8 – Мощность работы (а) и ректальная температура (б) во время велогонки на 20 км: 1 – в прохладных условиях (15 °С); 2 – в условиях жары (35 °С) (Tucker et al., 2004)

(15 °С) и условиях жары (35 °С). Как показано на рисунке 10.8, выходная мощность в начале первых 25 мин 20-километровой велогонки была идентичной в обоих случаях. Продолжение работы в жарких условиях, вызывающее существенное повышение температуры тела, привело к защитной реакции, ограничивающей активизацию скелетной мускулатуры, явно проявившуюся по данным электромиографии. В результате в конце дистанций у спортсменов, выполнявших работу как в прохладных условиях, так и в условиях жары, отмечалась одинаковая температура тела и нормальный процесс терморегуляции, что в обоих случаях привело к высоким величинам выходной мощности в конце гонки.

Показательно, что при предельных физических нагрузках в условиях высоких температур окружающей среды явное утомление наступает до того, как температура тела достигает опасного уровня (около 40 °С) и разрушается система терморегуляции, а отказ от работы происходит независимо от наличия энергетических субстратов (Nybo, Nielsen, 2001; Tucker et al., 2006).

Двигательная деятельность, приводящая к глубокому утомлению вне зависимости от интенсивности работы и преимущественного вовлечения различных систем энергообеспечения, никогда не приводит к вовлечению в работу всех двигательных единиц мышц, несущих основную нагрузку (St. Clair Gibson et al., 2001; Lambert et al., 2005; Place et al., 2006). Уменьшение мобилизации двигательных единиц работающих мышц может быть следствием регуляции деятельности сердца, ограничивающей его перегрузку и приводящей к уменьшению систолического выброса. Таким образом, нервная система страхует сердце и устраняет его зависимость от требований работающих мышц. Головной мозг, исключительно чувствительный к насыщению артериальной крови кислородом, уменьшает до безопасной границы мобилизацию двигательных единиц скелетных мышц — основного органа, потребляющего большой объём кислорода во время напряженной двигательной активности (Noakes et al., 2009).

Способность центральной нервной системы обеспечивать опережающее управление заданной мышечной деятельностью на основе регулирования активности двигательных единиц мышц было рекомендовано определять термином «телепатическое предвосхищение» (teleoanticipation) (Ulmer, 1996). Схематическое отражение модели этого процесса, включающего опирающиеся на предшествовавший опыт центробежные команды к различным органам, в том числе к скелетным мышцам,

и коррекцию их реакции на основе информации, поступающей от центростремительных импульсов, представлено на рисунке 10.9.

Таким образом, вне зависимости от условий (жара, холод, среднегорье, высокогорье, тренировка, соревнование), в которых протекает мышечная деятельность, приводящая к утомлению, у спортсменов высокого класса отмечается упреждающая роль центральной нервной системы в регуляции деятельности двигательного аппарата и систем энергообеспечения на подсознательном уровне, опирающемся на предшествующий двигательный опыт и центростремительные сигналы, поступающие от исполнительных органов. Эта роль проявляется в том, что в состоянии утомления отмечаются самые высокие, но безопасные сдвиги концентрации молочной кислоты и гликогена в мышечной ткани, pH крови, температуры тела и др. (Tucker et al., 2004; Noakes et al., 2009; Bertram, 2021).

Эту закономерность подтверждает передовая спортивная практика. Например, со сложнейшей ситуацией на зимних Олимпийских играх 2014 г. в Сочи столкнулись лыжники, соревновавшиеся в гонках на 30 км (женщины) и 50 км (мужчины). Сложные и непривычные трассы с крутыми подъёмами и поворотами, острейшая и бескомпромиссная борьба и, естественно, полная самоотдача и стремление к предельной мобилизации функциональных резервов не привели спортсменов (за исключением случайных причин) к отказу от соревновательной борьбы. Аналогичную ситуацию мы отмечали при анализе хода соревновательной борьбы в наиболее престижных марафонах, шоссе-ных велогонках.

В целом основные причины утомления связаны с двумя следующими понятиями: 1) локализация утомления, т. е. выделение той ведущей системы или её звена, функциональные изменения в которых и определяют наступление утомления; 2) механизмы утомления, т. е. те конкретные изменения в деятельности ведущих функциональных систем, которые обуславливают развитие утомления. В наиболее общем плане локализация и механизмы утомления применительно к упражнениям различной энергетической направленности представляются следующими.

Анаэробные упражнения. Первая группа включает упражнения максимальной анаэробной мощности, продолжительность которых обычно не превышает 15—25 с. Утомление здесь прежде всего связано с процессами, происходящими в ЦНС и исполнительном нервно-мышечном аппарате. При выполнении этих упражнений моторные центры активизируют максимальное количество спинальных мотонейронов и обеспечивают высокочастотную импульсацию. Максимальная активность моторных центров очень непродолжительна, обычно до 10—15 с, особенно по отношению

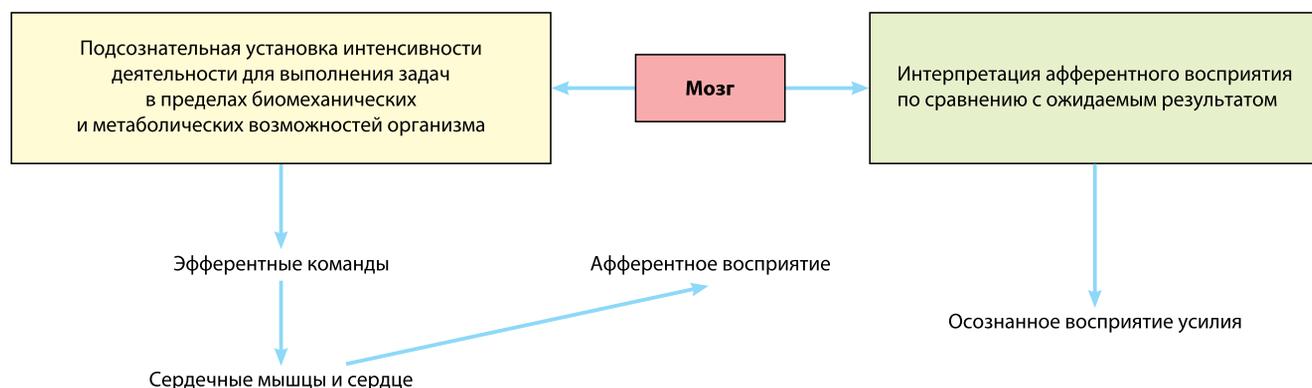


РИСУНОК 10.9 – Телепатическое предвосхищение в управлении мышечной деятельностью (Noakes et al., 2009)

к мотонейронам, иннервирующим БС-волокна (Коц, 1986). При выполнении этих упражнений исключительно быстро расходуются фосфагены, что также является одним из ведущих механизмов утомления (Волков и др., 2000).

При выполнении упражнений второй группы — околорекрутационной анаэробной мощности (обычно 25—60 с) — утомление связано не только с истощением возможностей ЦНС к эффективно-рекрутированию и высокочастотной импульсации большинства спинальных мотонейронов, иннервирующих работающие мышцы, и истощением запасов фосфагенов, но и с накоплением в мышцах молочной кислоты и протонов, что нарушает процессы сокращения мышц и ресинтеза АТФ (De Vries, Houch, 1994; Wilmore, Costill, 2004), а также оказывает неблагоприятное влияние на деятельность ЦНС.

При выполнении упражнений третьей группы — субмаксимальной анаэробной мощности (обычно 60—120 с) — основная роль в развитии утомления принадлежит уже накоплению лактата и протонов, резкому снижению рН и, как следствие, нарушению клеточных процессов сокращения мышц и восстановления запасов АТФ (Мохан и др., 2001; Newsholme, 1992), ухудшению деятельности ЦНС (Kenney et al., 2019).

Концентрация лактата тесно коррелирует и с утомлением. Глубокое утомление и неспособность продолжать работу у спортсменов высокого класса отмечается при концентрации лактата 20—25 ммоль·л⁻¹. Однако обследования выдающихся спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к анаэробной лактатной системе, продемонстрировали возможность продолжения работы при концентрации лактата, превышающей 30 ммоль·л⁻¹ (Kenney et al., 2019).

Аэробные упражнения. Упражнения первой группы — субмаксимальной аэробной мощности (30—60 мин) — связаны с большой нагрузкой на кислородтранспортную систему и использованием в качестве субстрата мышечного гликогена. Развитие утомления, в основном, определяется истощением запасов гликогена в мышцах, а также снижением производительности миокарда.

При выполнении упражнений второй группы — средней аэробной мощности (60—120 мин) — локализация и механизмы утомления аналогичны тем, которые характерны для упражнений субмаксимальной аэробной мощности. Кроме того, в развитии утомления большое значение имеет истощение запасов гликогена печени, а также нарушение терморегуляции, что может вызвать критическое повышение температуры тела.

Развитие утомления при выполнении упражнений третьей группы — малой аэробной мощности (продолжительность более 2 ч) — характеризуется такой же локализацией и механизмами, что и при выполнении упражнений средней аэробной мощности, однако при менее интенсивном развитии процессов утомления, но более глубоком истощении энергетических ресурсов. Кроме того, следует указать на большую роль жиров для энергообеспечения работы и влияние недоокисленных продуктов их расщепления на развитие утомления, а также неблагоприятное влияние снижения концентрации глюкозы крови на деятельность головного мозга, а также его деоксигенацию (Verges et al., 2012). Активизация процесса использования белка в процессе ресинтеза АТФ также может вызывать интоксикацию организма и развитие утомления — в процессе аминокислотного обмена образуются различные токсические вещества, прежде всего аммиак.

Таким образом, при выполнении любого упражнения можно выделить ведущие, наиболее нагружаемые функции, возможности которых и определяют способность спортсмена. Представления, согласно которым существуют различные виды утомления, тесно взаимосвязанные с характером и направленностью мышечной деятельности, имеют решающее значение для рационального чередования в микроциклах занятий различной преимущественной направленности.

Утомление, восстановление в зависимости от квалификации и тренированности спортсменов

Известно, что квалифицированные или хорошо тренированные спортсмены отвечают на стандартную нагрузку меньшими сдвигами гомеостаза и ускоренным протеканием восстановительных реакций по сравнению с менее квалифицированными или недостаточно тренированными спортсменами.

На предельные нагрузки отмечается иная реакция. Спортсмены высокой квалификации при выполнении программ занятий с большими нагрузками способны доводить себя до значительно более выраженного утомления по сравнению со спортсменами низкой квалификации. Одновременно у спортсменов высокой квалификации восстановительные реакции протекают значительно интенсивнее. На рисунке 10.10 показана реакция организма пловцов высокой и низкой квалификации на выполнение программы занятия с большой нагрузкой аэробного характера. У пловцов высокой квалификации через 6 ч после занятия выносливость при работе аэробного характера снижена в большей мере, чем у спортсменов низкой квалификации. Однако суперкомпенсация функций у квалифицированных спортсменов отмечается через трое суток, а у неквалифицированных — через четверо. При этом суммарный объём плавания при выполнении программы занятия у спортсменов высокой квалификации был практически в четыре раза больше, чем у неквалифицированных.

Аналогичным образом реагируют на предельные нагрузки спортсмены одинаковой квалификации, но тренированные в разной мере. Так, например, занятия с большими нагрузками, проведенные на первом этапе подготовительного периода, когда тренированность спортсменов невелика, связаны с менее выраженными сдвигами гомеостаза и снижением работоспособности и одновременно с более продолжительным периодом восстановления по сравнению с занятиями, проведенными во второй половине подготовительного периода при высоком уровне тренированности спортсменов. И это несмотря на то, что работоспособность тренированных спортсменов при выполнении программ занятий была на 30—40 % выше, чем нетренированных.

Современные пловцы высокого класса отличаются высокими способностями к быстрому восстановлению после перенесенных нагрузок. Для подтверждения этого сошлемся на результаты передовых для своего времени исследований воздействия на организм спортсменов высокой квалификации занятий с большими нагрузками, проведенных в Киевском институте физической культуры (Горкин, 1962; Вржесневский, 1964, 1966; Качоровская, 1964). В частности, было установле-

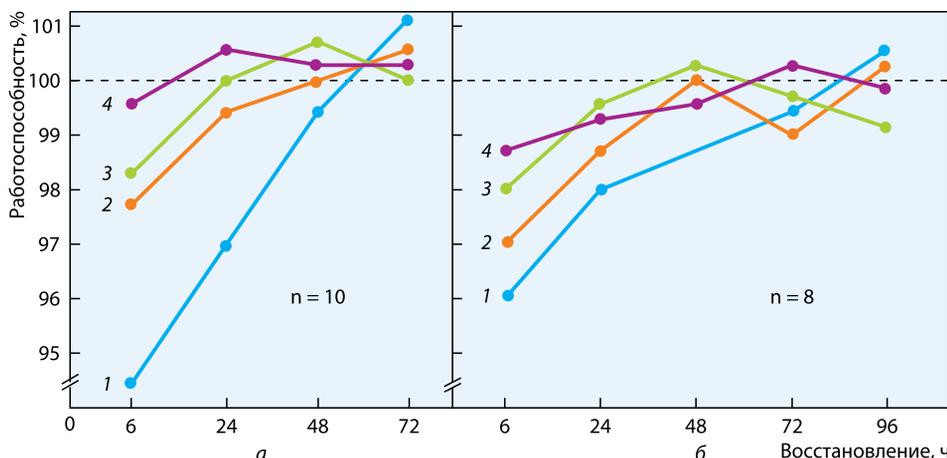


РИСУНОК 10.10 – Функциональные возможности пловцов высокой (а) и низкой (б) квалификации после выполнения программы занятий с большой нагрузкой аэробной направленности: 1 – выносливость при работе аэробного характера; 2 – выносливость при работе анаэробного характера; 3 – специальные силовые возможности; 4 – скоростные возможности. Объём плавания у спортсменов высокой квалификации составлял 6000–8000 м, у спортсменов низкой квалификации – 1600–2200 м (Платонов, 1997)

но, что последствие занятий с большой нагрузкой, направленных на повышение выносливости при работе аэробного характера, наблюдается в течение 5—7 дней и сопровождается снижением работоспособности и угнетением возможностей функциональных систем в 1—4-й дни после нагрузки, возвращением к исходному уровню на 5-й день, фазой суперкомпенсации — на 6—7-й дни после нагрузки.

Аналогичные исследования, проведенные более чем через 20 лет (Платонов, 1988) с участием спортсменов такой же квалификации, позволили выявить, что фаза суперкомпенсации после нагрузки наступила не через 6 сут, а на 3-и сутки, а явное снижение работоспособности и возможностей функциональных систем, несущих основную нагрузку, наблюдалось всего в течение 24—30 ч. При этом существенным является еще один факт: спортсмены, принявшие участие во втором эксперименте, выполняли в 2—3 раза больший объем работы по сравнению со спортсменами, участвовавшими в исследованиях около 20 лет назад. Реакция организма на нагрузку в остром периоде последствия была идентичной в обоих случаях. Причины такого явления различны. Это и несравнимый функциональный потенциал испытуемых, прежде всего способность к восстановлению, и принципиально различная психическая реакция на нагрузку: если занятие с большой нагрузкой, сопровождаемое работой «до отказа», в начале 1960-х годов было для спортсменов явлением редким (не чаще 1—2 раз в неделю), то в дальнейшем такие нагрузки стали применяться значительно чаще.

Таким образом, способности к большему исчерпанию функциональных резервов, развитию глубокого утомления, а также к интенсивному протеканию восстановительных процессов являются важнейшими реакциями адаптации организма спортсмена, способствующими росту тренированности.

Нагрузки и суперкомпенсация

В основе феномена суперкомпенсации лежит биологическая закономерность, согласно которой функция организма, выведенная из состояния равновесия, возвращается к нему, проходя фазу избыточного восстановления (сверхвосстановления, суперкомпенсации) потенциала. Эта закономерность была подтверждена в первой половине XX ст. многими физиологами и биохимиками.

Один из крупнейших авторитетов в области биохимии спорта Н. Н. Яковлев в своих работах по исследованию мышечной деятельности строго ограничил пределы проявления феномена суперкомпенсации применительно к задачам спорта биохимическими изменениями, связанными исключительно с энергетическими субстратами (Яковлев, 1955, 1974).

Эти пределы практически не были расширены и в дальнейшем. Например, Н. Волков с соавт. в фундаментальном труде «Биохимия мышечной деятельности» (2000) фазу суперкомпенсации связывает только с энергетическими предпосылками определённого двигательного качества спортсмена и рекомендует чередовать режим работы и отдыха с учетом того, что «в фазе суперкомпенсации определённого энергетического источника, сочетаемой с высокой активностью регуляторных механизмов, создаются более благоприятные условия для выполнения работы с большей интенсивностью или в большем объеме».

Данные исследования были развиты и дополнены лишь в тех случаях, когда явление суперкомпенсации, возникающее в процессе последствия после истощающих нагрузок, изучалось в связи с различными пищевыми манипуляциями и диетами — безуглеводными и высокоуглеводными, в результате применения которых удавалось выйти на более высокий уровень суперкомпенсации гликогена и работоспособности при выполнении продолжительной работы (Wilmore et al., 2009).

Возможность ограниченного применения явления суперкомпенсации нашла отражение и в фундаментальных трудах по теории и методике спортивной подготовки (Харре, 1971; Матвеев, 1977; Платонов, 2004; и др.). В частности, показано, что возможности использования явления суперкомпенсации для оптимизации режима работы и отдыха с целью формирования заданного адаптационного эффекта ограничиваются воздействием на увеличение выносливости, определяемой потенциалом энергетических систем организма спортсмена. При этом отмечено, что система чередования нагрузок, базирующаяся на концепции, предполагающей выполнение очередной нагрузки в фазе суперкомпенсации после предыдущей, представляет собой схему, значительно упрощающую ситуацию. Её применение возможно лишь в отдельных случаях и не должно сдерживать возможности оптимизации режима работы и отдыха при решении многообразных задач, возникающих в спортивной тренировке, ориентируясь не только на фазу суперкомпенсации, а и на различные состояния организма спортсмена в течение всего периода восстановления (Матвеев, 1997; Платонов, 2009). Что же касается различных схем, представленных в специальной литературе, то они предлагались лишь для иллюстрации наиболее общих взглядов на чередование нагрузок тренировочных занятий (рис. 10.11—10.13).

К сожалению, многие специалисты в области теории и методики подготовки, не имея каких-либо серьёзных оснований и некорректно ссылаясь на труды Н. Н. Яковлева (Вомра, 2002; Weineck, 2005; Dick, 2007; Иссурин, 2010; и др.), резко расширили возможности феномена суперкомпенсации и возвели его чуть ли не в один из основных принципов, лежащих в основе совершенствования различных сторон подготовленности спортсмена, не говоря уже о двигательных (физических) качествах. Для такого расширения сферы использования схем, рекомендованных в свое время Н. Яковлевым исключительно для стимулирования «процесса стойкого повышения того или иного биохимического ингредиента в мышце», в частности имея в виду запасы энергетических фосфатов и гликогена, научных оснований не было.

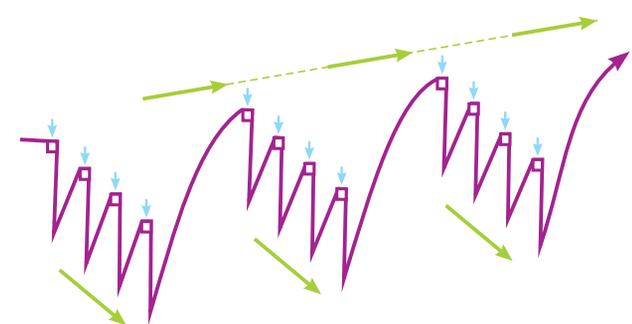


РИСУНОК 10.12 – Суммирование последствия серий тренировочных занятий, проводимых на фоне недо-восстановления (Hegedus, 1992)

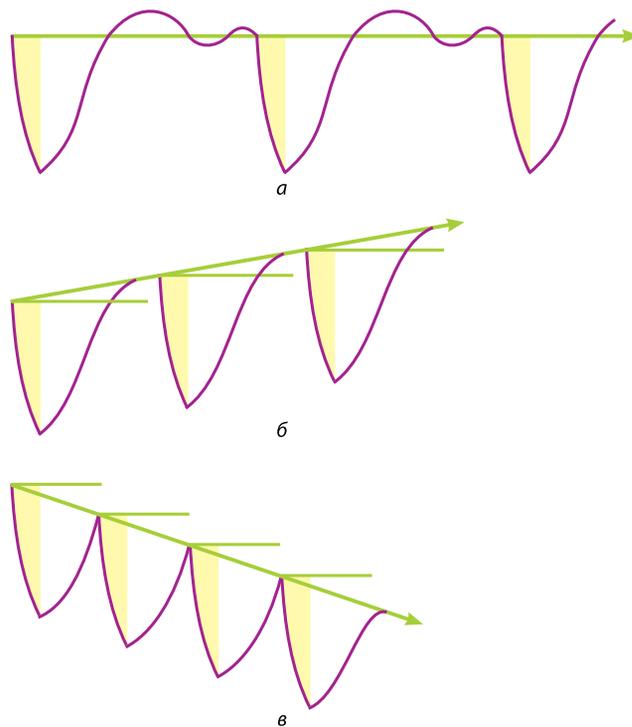


РИСУНОК 10.11 – Суммирование тренировочных эффектов при повторном выполнении нагрузок через различные интервалы отдыха в фазах устойчивого состояния (а), суперкомпенсации (б) и недо-восстановления (в) (Волков и др., 2000)

Что же касается различных схем, представленных в специальной литературе, то они предлагались лишь для иллюстрации наиболее общих взглядов на чередование нагрузок тренировочных занятий (рис. 10.11—10.13).

Для такого расширения сферы использования схем, рекомендованных в свое время Н. Яковлевым исключительно для стимулирования «процесса стойкого повышения того или иного биохимического ингредиента в мышце», в частности имея в виду запасы энергетических фосфатов и гликогена, научных оснований не было.

Из этого вытекает невозможность использования феномена суперкомпенсации при подготовке спортсменов, специализирующихся в видах спорта, не предъявляющих высоких требований к метаболическим факторам, связанным с

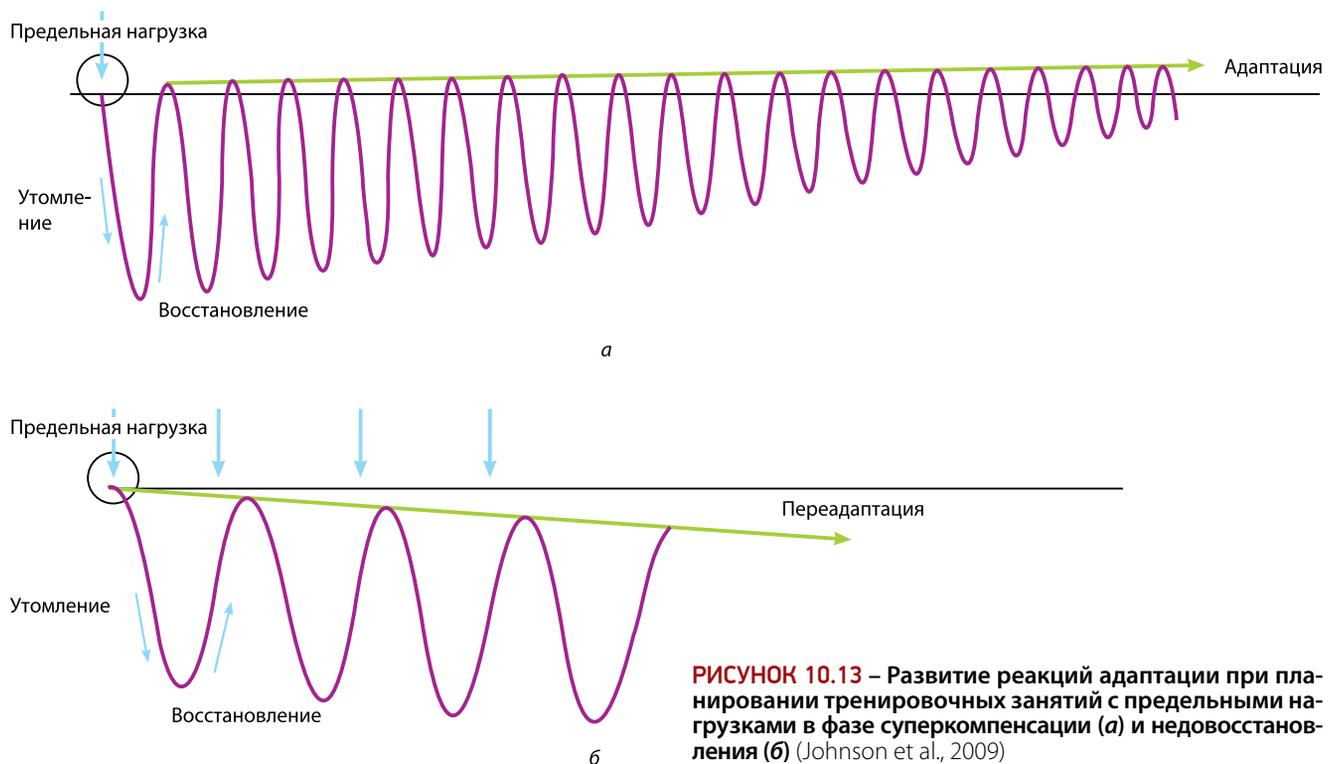


РИСУНОК 10.13 – Развитие реакций адаптации при планировании тренировочных занятий с предельными нагрузками в фазе суперкомпенсации (а) и недовосстановления (б) (Johnson et al., 2009)

энергетическим потенциалом, а также при развитии ряда физических качеств (например, гибкости и координационных способностей), совершенствовании таких сторон подготовленности, как техническая, тактическая, психологическая. Поэтому распространять возможности использования феномена суперкомпенсации как фактора оптимизации режима работы и отдыха на случаи, где этот феномен не проявляется вообще, либо проявляется столь несущественно, что практического значения не имеет, не корректно (Friedrich, Moeller, 1999).

Суперкомпенсация является реакцией на нагрузки, приводящие к глубокому истощению функциональных резервов организма спортсмена, обеспечивающих выполнение конкретной работы: чем выше квалификация и подготовленность спортсменов, тем в большей мере выраженность фазы суперкомпенсации зависит от глубины истощения энергетических субстратов. Более того, суперкомпенсация, как своего рода защитная реакция нейрогуморального характера в ответ на истощающие энергетические ресурсы организма нагрузки, как и другие реакции на воздействия экстремального характера, при каждом очередном повторении стимула склонна к угасанию. В частности, если в начале подготовительного периода предложить квалифицированным пловцам выполнить напряжённые тренировочные программы аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера (два занятия в течение дня с суммарным объёмом плавания 10 000—12 000 м), приводящие к истощению запасов мышечного гликогена, как правило, через 2—3 сут можно обнаружить суперкомпенсацию мышечного гликогена и повышенные возможности к выполнению соответствующей работы, что является отражением суперкомпенсации. Однако повторная работа с предельной нагрузкой, выполняемая в фазе суперкомпенсации, уже не вызывает столь выраженной суперкомпенсации, а после третьей и четвертой нагрузок суперкомпенсацию уже практически не удастся обнаружить. И это вполне объяснимо, так как нагрузки стали привычными для спортсмена и не вызывают резких реакций нейрогуморального характера, а несколько дней явно недостаточно для формирования суще-

ственных адаптационных реакций структурного и функционального порядка. К сожалению, сторонники построения тренировочного процесса на основе планирования программ занятий с большими нагрузками на фоне суперкомпенсации после предшествовавших нагрузок этот факт игнорируют, хотя он явно свидетельствует об ущербности рекомендуемого подхода (Платонов, 2015).

Еще одним фактором, ограничивающим роль явления суперкомпенсации как определяющего чередование тренировочных занятий с большими нагрузками, является многоступенчатость адаптационного процесса в ответ на нагрузки определенной направленности. Специфика вида спорта, этап многолетнего совершенствования определяют программу тренировочных воздействий на организм спортсмена. Реакции адаптации на эти воздействия протекают не одновременно, а в строгой временной последовательности, в значительной мере заложенной генетически, в частности в той части, которая относится к адаптации на молекулярном уровне (Hood, 2001). Например, если на определенном этапе подготовки ставится задача повышения возможностей аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения и развития соответствующего вида выносливости, то уже после первых тренировочных занятий адаптация проявляется в виде улучшения нервной регуляции двигательной деятельности, экономизации работы. Затем увеличиваются запасы энергетических субстратов — креатинфосфата и гликогена. На следующем этапе происходят изменения структурного характера в мышечной ткани (увеличивается количество митохондрий, расширяется капиллярная сеть, возрастает мощность и эффективность процессов преобразования химической энергии в механическую непосредственно в мышечных волокнах и др.) (Kenney et al., 2021). Затем процесс нервной регуляции двигательной деятельности приводится в соответствие с возросшим уровнем возможностей систем энергообеспечения. Среди всей этой совокупности адаптационных реакций использование фазы суперкомпенсации может быть стимулом лишь в отношении повышения уровня энергетических субстратов. Все остальные приспособительные реакции обусловлены большим суммарным объемом работы в тренировочных занятиях и разнообразием применяемых средств и методов их использования (Hottenrott, Neumann, 2010). При этом доведение спортсмена до состояния глубокого утомления, обусловленного исчерпанием запасов гликогена в мышечной ткани, во многих случаях может оказаться фактором, снижающим эффективность адаптационного процесса. Поэтому неверно рассматривать суперкомпенсацию как явление, которое может быть положено в основу одного из базовых принципов спортивной тренировки.

Нагрузки и отставленный тренировочный эффект

В конце 1950-х — начале 1960-х годов в разных видах спорта резко возросли объемы и интенсивность тренировочной работы, в течение дня стали планироваться два тренировочных занятия. Получил распространение интервальный метод, который предусматривал серийное выполнение упражнений с непродолжительными интервалами отдыха. Выполнение очередного упражнения на фоне недовосстановления после предыдущего явилось мощным средством повышения выносливости, однако одновременно существенно повысило требования к функциональным возможностям организма спортсменов.

Все это привело к скачкообразному увеличению нагрузок на организм спортсмена и, как следствие, к обостренному вниманию специалистов к проблемам утомления, восстановления и развития приспособительных реакций. В начале 1960-х годов в различных лабораториях мира была выдвинута и получила развитие идея, согласно которой для формирования реакций адаптации на суммарное

воздействие относительно длительной тренировки с большими нагрузками необходим определенный период тренировки с невысокими нагрузками, позволяющий обеспечить полноценное протекание приспособительных реакций в организме спортсмена.

Применительно к спортивной тренировке это явление впервые подробно описал Л. П. Матвеев (1964), определив его как «запаздывающую трансформацию», отражающую отставание адаптационных перестроек от тренировочных воздействий того или иного этапа подготовки. Время проявления эффекта «запаздывающей трансформации» от момента окончания этапа интенсивных тренировочных нагрузок может быть различным, что определяется квалификацией и тренированностью спортсмена, величиной и направленностью нагрузок, индивидуальными особенностями спортсмена и другими причинами. С этим согласился и известный немецкий специалист Д. Харре в своей книге «Учение о тренировке» (1971), получившей всемирное признание. Соглашаясь с Л. П. Матвеевым в трактовке понятия «запаздывающая трансформация», Д. Харре отмечал, что у квалифицированных спортсменов накапливающиеся в результате серии тренировочных воздействий эффекты через определенный промежуток времени часто приводят к скачкообразному приросту подготовленности и спортивных результатов.

Этот феномен давно привлек внимание тренеров. Например, всемирно известный австралийский тренер по плаванию Форбс Карлайл, среди учеников которого чемпионы Игр Олимпиад Шейн Гоулд, Джон Девис, Ян О'Брайен и многие другие известные пловцы, еще в 1950-х годах пришел к выводу, согласно которому резкое увеличение нагрузок, характерное для подготовки австралийских пловцов тех лет, требовало включения перед соревнованиями непродолжительного периода тренировки подводящего характера с небольшими нагрузками (Carlile, 1963). В этом его поддержал известный австралийский физиолог Франк Коттон, показавший, что период «сужения» после длительной и напряженной тренировки должен быть более продолжительным, чем это было принято в те годы (Colwin, 1992).

Выдающийся американский тренер по плаванию Джеймс Каунсилмен, подготовивший в 1960—1970-х годах многих выдающихся пловцов, вводит такие понятия, как «фаза напряженной тренировки» и «фаза сужения». В первой из этих фаз выполняется большой объем работы, часто на фоне недовосстановления. Для этой фазы, по мнению Дж. Каунсилмена, применимы такие термины, как утомление, стресс, «боль — сильная боль — агония». Работа в этой фазе служит стимулом для «суперадаптации», наступающей скачкообразно в конце следующей фазы — сужения, продолжительность которой составляет 2—4 нед. Фаза сужения предусматривает тренировку с небольшими объемами работы, невысокой суммарной нагрузкой, созданием условий для эффективного восстановления и протекания адаптационных реакций. В конце этой фазы спортсмен, находясь в состоянии «суперадаптации», способен к демонстрации наивысших результатов (Councilman, 1968).

Особенно подробно и всесторонне проявление отставленного тренировочного эффекта изучалось с конца 1970-х годов в связи с разработкой периода непосредственной подготовки спортсменов к главным соревнованиям. Исследования, проведенные в ГДР и СССР, позволили разработать схемы построения подготовки, обеспечивающие в 65—75 % случаев достижение пика отставленного тренировочного эффекта при участии спортсменов в главных соревнованиях года. Особое внимание было обращено на содержание подготовки в течение заключительных 6—8 нед., предшествующих главным соревнованиям. Наиболее целесообразным оказалось планирование двух мезоциклов, первый из которых предусматривал исключительно большие нагрузки (сверхнагрузки), часто отягощенные воздействием факторов внешней среды (среднегорье, высокогорье), а второй — создание оптимальных условий для формирования долговременных реакций и проявления отставленного тренировочного эффекта во время главных соревнований (Платонов, Вайцеховский, 1985; Muller, 1989).

Применительно к силовой подготовке пловцов С. М. Вайцеховский (1985) не только констатировал сам факт «запаздывающей трансформации» в отношении эффекта 4—6-недельной напряжённой силовой тренировки, но и показал, каким образом необходимо строить последующую тренировку, чтобы отставленный эффект мог проявиться скачкообразно через 3—4 нед. после её окончания. Аналогичные исследования коснулись и других составляющих подготовленности, в частности, возможностей аэробной и анаэробной систем энергообеспечения (Платонов, 1988). Было показано, что величина отставленного тренировочного эффекта находится в прямой зависимости от суммарной величины и направленности тренировочных нагрузок мезоциклов, призванных перевести спортсмена на более высокий уровень адаптированности — повышение работоспособности, функциональных возможностей систем энергообеспечения, готовности к достижению наивысшего результата. Исключительно высокие тренировочные нагрузки мезоциклов (сверхнагрузки), предъявляющие предельные требования к функциональным системам организма, однако не переходящие границ, связанных с развитием переадаптации, часто приводят к скачкообразному приросту у спортсменов функциональных возможностей и спортивного результата через определенное время — обычно через 18—25 дней (Платонов, 2004; Mujika, 2009).

Пловцы ГДР, ставшие в 1980-х годах лидерами мирового плавания, уверенно опередив спортсменов США на чемпионате мира 1986 г. и Играх Олимпиады 1988 г., стимулирующую адаптационный скачок нагрузку обеспечивали проведением 3—4-недельной тренировки с высокими нагрузками в условиях среднегорья. При этом программа мезоцикла, объём и интенсивность работы, стандартные комплексы упражнений по своим параметрам должны были соответствовать наивысшим показателям, регистрировавшимся до этого в процессе подготовки на равнине. В этом случае резкое увеличение суммарной величины нагрузки мезоцикла (примерно 15—20 %) обеспечивалось естественной гипоксией, а отставленный тренировочный эффект наблюдался после 3 нед. тренировки в условиях равнины с относительно невысокой нагрузкой.

Создание достаточного стимула для эффективного формирования отставленного тренировочного эффекта и скачкообразного повышения возможностей спортсмена может быть обеспечено и тренировкой в условиях равнины. Об этом свидетельствуют, например, проведенные специалистами Франции и Испании исследования с участием спортсменов высокой квалификации (Thomas et al., 2008). Выраженный отставленный эффект напряженной тренировки в 28-дневном мезоцикле отмечался в том случае, если суммарная нагрузка на 20 % превышала средние показатели, характерные для предшествовавшего тренировочного макроцикла. Сразу после окончания программы мезоцикла со сверхнагрузкой показатели работоспособности спортсменов при выполнении программ тестов и стандартных тренировочных серий достоверно снижались, а через 3 нед. после окончания программы такого мезоцикла отмечался явно выраженный прирост функциональных возможностей, сопровождавшийся достижением наивысших индивидуальных результатов в соревнованиях.

В случае, когда нагрузка 28-дневного мезоцикла была ниже и предусматривала лишь повторение прежних аналогичных программ, готовность к соревнованиям проявлялась значительно раньше — не позднее чем через 2 нед. после окончания программы мезоцикла. Однако в этом случае выраженного прироста функциональных возможностей не отмечалось, а вероятность достижения не только наивысшего индивидуального результата, но и лучшего результата макроцикла резко снижалась (Thomas et al., 2008).

В этих же исследованиях изучался ещё один очень важный момент, которому не уделяется необходимого внимания в специальной литературе, а именно оптимальная величина нагрузки в предсоревновательном мезоцикле перед главными соревнованиями макроцикла, который часто называ-

ют «фазой сужения». Установлено, что относительная суммарная нагрузка от нагрузки 28-дневного мезоцикла, как малая (30 %), так и большая (80 %), явились менее эффективными по сравнению со средней — 50—60 %. При этом отмечается, что в этом заключительном перед главными соревнованиями мезоцикле в большей мере, по сравнению с другими периодами и мезоциклами, величина тренировочной нагрузки и её направленность должны быть индивидуализированы применительно к узкой специализации, функциональным и психическим особенностям каждого спортсмена, реактивности его приспособительных и восстановительных реакций (Thomas et al., 2008).

Суперкомпенсация и отставленный тренировочный эффект являются принципиально различными явлениями. Суперкомпенсация представляет собой срочную и быстро проходящую адаптационную реакцию нейрогуморального характера защитного типа, а отставленный тренировочный эффект — устойчивую реакцию долговременной адаптации.

Следует отметить, что в подавляющем большинстве публикаций, как и в практической деятельности, вопросы, связанные со стимуляцией и развитием отставленного тренировочного эффекта, рассматриваются в основном с позиций подготовки к ответственным соревнованиям, достижения во время их проведения наивысшей физической, технико-тактической и психологической подготовленности к стартам (Bosquet et al., 2007; Bompa, Haff, 2009; Goodwin et al., 2018; Bertram, 2021 и др.). Однако основные положения построения тренировки, стимулирующей выраженный отставленный тренировочный эффект, должны распространяться на процесс подготовки квалифицированных спортсменов в целом.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА В УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯМИ И ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ

Нервная система регулирует и контролирует все функции организма, обеспечивает его взаимодействие с внешней средой, регулирует психическую и двигательную деятельность, механизмы мышления, памяти, обучения. Нервная система как самый сложный комплекс высокоспециализированных нервных клеток обеспечивает целостность реакций организма в отношении факторов внешней и внутренней среды.

Нервную систему делят на две части — **центральную** и **периферическую**. В состав центральной нервной системы входят головной и спинной мозг, а периферической, выходящей за пределы головного и спинного мозга, — нервы, нервные узлы и нервные окончания.

Нервная клетка (нейрон) является основной структурной единицей нервной системы. Её функцией является обработка поступающей информации и передача нервного импульса. Нервная клетка представляет собой округлое образование, в центре которого располагается ядро, окружённое цитоплазмой, в которой находятся многочисленные элементы, обеспечивающие энергетический обмен, синтез белка и другие процессы жизнедеятельности клетки.

Морфофункциональная связь между клетками обеспечивается дендритами, аксонами и синапсами (см. рис. 11.2). Дендриты и их ответвления определяют рецептивное поле нервной клетки и принимают электрические импульсы. Количество дендритов, особенности их отхождения от тела клетки, распределение ветвей отличаются исключительным многообразием, что находит отражение в механизмах функционирования нейронов, их различий роли в деятельности нервной системы. Импульсы, поступающие от дендритов, приводят к возбуждению клетки и генерированию эклектического импульса, который передаётся другим нейронам или мышечным клеткам. Передача импульса осуществляется аксонами — длинными цилиндрическими ответвлениями нервной клетки, обычно заканчивающимися многочисленными ответвлениями и покрытыми миелиновой оболочкой, играющей защитную и опорную функции и повышающую скорость проведения импульсов. Взаимосвязи между нервными клетками осуществляются межнейронными контактами, называемыми синапсами. По механизмам передачи импульса различают синапсы, в которых передача импульса осуществля-

ется химическим путём при участии медиаторов — химических веществ, выделяемых аксонами и стимулирующих возбуждение нейрона, принимающего импульс, или непосредственно электрическим путём.

Применительно к задачам развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов функции нервной системы сводятся к двигательной, интегрирующей, адаптивной и регулирующей. **Двигательная функция** проявляется в регуляции деятельности двигательного аппарата и обеспечении всех видов движений и двигательных действий, выполняемых как в осознанном, так и автоматическом режимах. **Интегрирующая функция** сводится к объединению и синхронизации в процессе обеспечения двигательной деятельности всех органов и процессов, активность которых предопределяет проявление и развитие двигательных качеств. **Адаптивная функция** проявляется в обеспечении протекания приспособительных реакций организма в ответ на тренировочные и соревновательные нагрузки, направленные на развитие двигательных качеств. **Регулирующая функция** предопределяет связь организма с окружающей средой как в отношении учёта и использования её возможностей (климато-географические условия, питание, факторы риска, технические и информационные средства и др.) для повышения физической подготовленности, так и в сфере социальных взаимодействий в процессе подготовки и соревновательной деятельности.

Реализация этих функций применительно к развитию двигательных качеств должна являться составной частью процесса физической подготовки спортсменов, органично связанной и определяющей методику развития всей совокупности факторов, обеспечивающих прогресс в отношении каждого из двигательных качеств.

Понятно, что при таком подходе в управление процессом физической подготовки должны прочно войти такие понятия как мышление, память и её виды, внимание и его виды, ощущение, восприятие, нейронные пути и нейронная сеть, визуальные и кинестетические образы, мысленная тренировка, чувства. Эти понятия и соответствующие им явления должны войти в систему знаний и практической деятельности в области развития двигательных качеств и органично сочетаться со всей совокупностью понятий, из сфер теории и методики спортивной подготовки, и сопутствующих дисциплин медико-биологического цикла.

Центральная нервная система связана со всеми органами и тканями организма через периферическую нервную систему, которую подразделяют на соматическую и вегетативную.

Соматическая нервная система является частью периферической нервной системы и представляет собой совокупность афферентных и эфферентных нервных волокон, иннервирующих скелетные мышцы, осуществляющие управление движениями, проявление двигательных качеств. Сенсорный (афферентный, чувствительный) отдел передаёт электрические сигналы (потенциалы действия) от чувствительных нервных окончаний в ЦНС, а двигательный (эфферентный) отдел передаёт потенциалы действия от нервной системы к эфферентным органам — мышцам и железам.

Свои функции соматическая нервная система передаёт через сенсорные подсистемы — зрительную, слуховую, кинестетическую, проприоцептивную, вестибулярную. В структуре каждой из этих подсистем — периферическая часть (рецепторы, воспринимающие раздражение), проводниковая часть (проводящие пути, передающие возбуждение) и центральная часть — низшие нервные центры и высший нервный центр (участок коры головного мозга). Эти подсистемы на основе поступающих объективных раздражений формируют субъективные ощущения и передают их восприятие на высший уровень, на котором формируется модель раздражения в виде сенсорного образа. Таким образом, сенсорные подсистемы — это своего рода информационные входы организма для восприятия им характеристик окружающей среды (Сазонов, 2016).

Вегетативная нервная система регулирует деятельность всех внутренних органов и процессов в организме. Этой системой обеспечивается постоянство внутренней среды, регулируются процессы обмена веществ, энергообразования, обеспечиваются процессы адаптации внутренней среды к разнообразным факторам внешней среды.

В вегетативной нервной системе выделяют два отдела: симпатический и парасимпатический. Тела нейронов симпатической нервной системы находятся в грудном и поясничном отделах спинного мозга, откуда и выходят их волокна, объединённые в симпатических ганглиях, расположенных вдоль позвоночника. Тела нейронов парасимпатической нервной системы расположены в черепном и крестцовом отделах спинного мозга, а выходящие из них волокна формируются в ганглиях, расположенных в непосредственной близости от иннервируемого органа.

Симпатический и парасимпатический отделы оказывают различное, часто прямо противоположное, влияние на процессы, протекающие в организме. Синаптический отдел активизирует деятельность органов и процессов в ответ на действие факторов внешней среды. По отношению к двигательной деятельности это проявляется в возбуждаемости тканей, увеличении частоты сокращений сердца, систолического объёма и сердечного выброса, вентиляции лёгких, расширении артерий скелетных мышц. Парасимпатический отдел, напротив, стимулирует экономизацию функций, способствует восстановлению гомеостаза и протеканию адаптационных реакций, уменьшает активность сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Центры вегетативной нервной системы расположены в мозговом стволе и спинном мозге. Центры парасимпатической системы расположены в среднем и продолговатом мозге, а симпатической в грудных и поясничных сегментах спинного мозга. В свою очередь все эти центры подчинены высшим вегетативным центрам, находящимся в промежуточном мозге — в гипоталамусе и полосатом теле.

В симпатическом и парасимпатическом отделах вегетативной нервной системы выделяют центральную и периферическую части. Центральная образована телами нейронов (вегетативных ядер) находящихся в головном и спинном мозге, то есть в центральной нервной системе. Периферическая часть включает волокна нейронов, ганглии, а также нервные сплетения внутренних органов.

Вегетативную нервную систему принято считать автономной, т.е. такой, деятельность которой носит бессознательный характер. Однако она тесно связана с центральной нервной системой, получая из её различных отделов информацию о внешних раздражителях, изменениях во внутренней среде организма. Таким образом, реакции вегетативной нервной системы в процессе обеспечения двигательной деятельности синхронизируются с регуляторными процессами, осуществляемыми центральной нервной системой.

Каждое движение или двигательное действие обеспечивается не только активностью центральной нервной системы и двигательного аппарата, но и активностью органов, процессов и механизмов, регулируемых соматической вегетативной нервной системой. Показано, что вегетативная нервная система иннервирует не только внутренние органы, но и связана с органами чувств и мышечной системой. Поэтому, когда речь идет о процессах, связанных с развитием и проявлением физических качеств, активность центральной нервной и вегетативной систем объединяется в адаптационных реакциях как срочного и текущего, так и долговременного уровня.

Сложные двигательные действия, связанные с широким разнообразием нейрорегуляторных и психорегуляторных процессов, вариативностью мышечной активности и проявлением различных двигательных качеств, определяют и неустойчивость тонуса вегетативной нервной системы, обусловленную необходимостью постоянных приспособительных и компенсаторных реакций, без чего невозможна эффективная двигательная активность.

Структурная и функциональная организация нервной системы

В общем виде строение и функции нервной системы, обуславливающие управление движениями, представлены на рисунках 11.1 и 11.2.

Условно разделяя головной мозг на четыре участка — конечный мозг, промежуточный мозг, мозжечок и ствол мозга, — следует выделить его области, связанные с двигательной деятельностью. Это двигательная (моторная) кора конечного мозга, базальные ядра, промежуточный мозг, мозжечок, средний мозг и продолговатый мозг.

Двигательная область коры больших полушарий конечного мозга обеспечивает сознательный контроль мышечных движений. В двигательной области находятся тела пирамидных нейронов, аксоны которых образуют корково-спинномозговые пути, по которым обеспечивается произвольный контроль скелетных мышц.

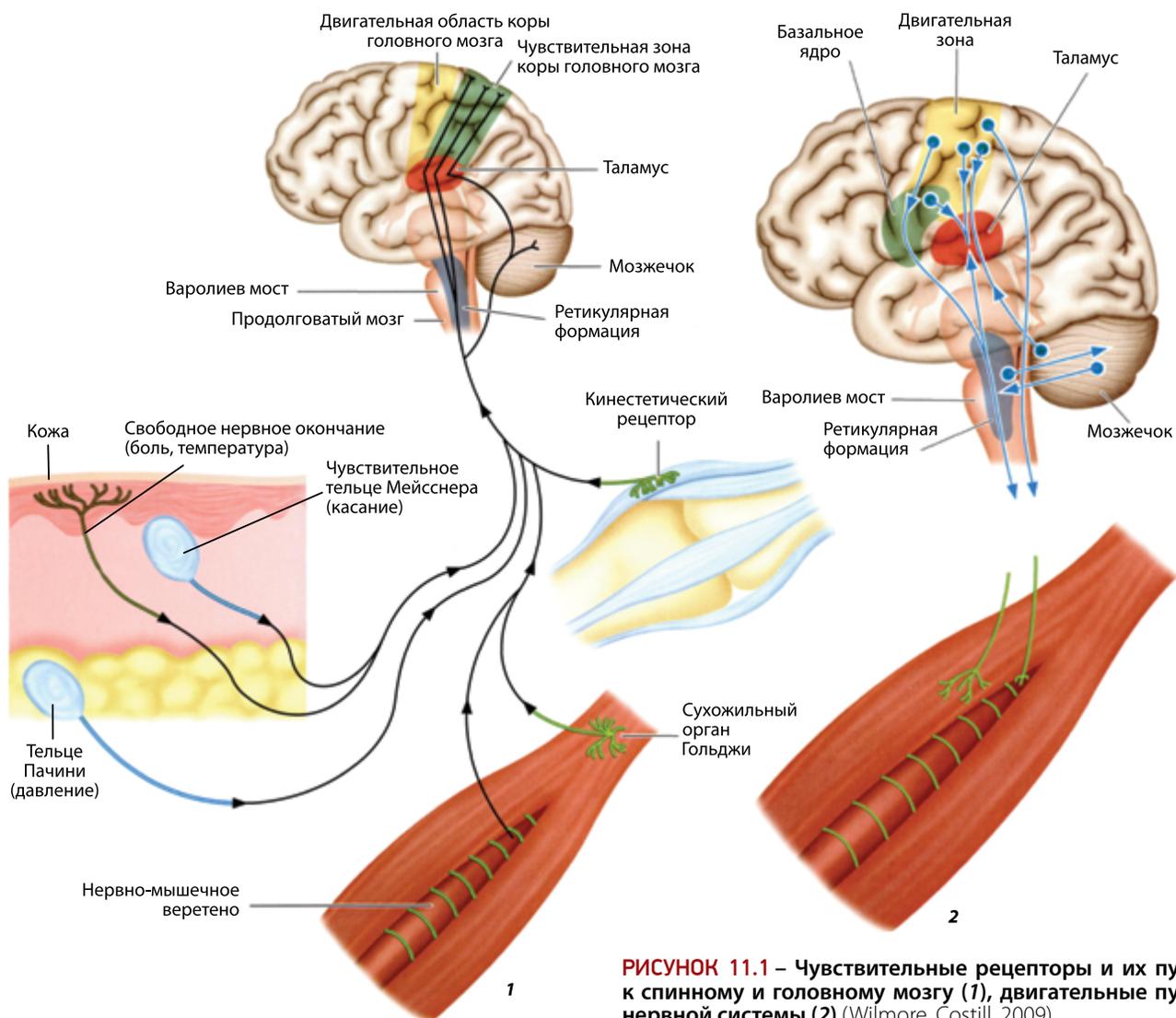
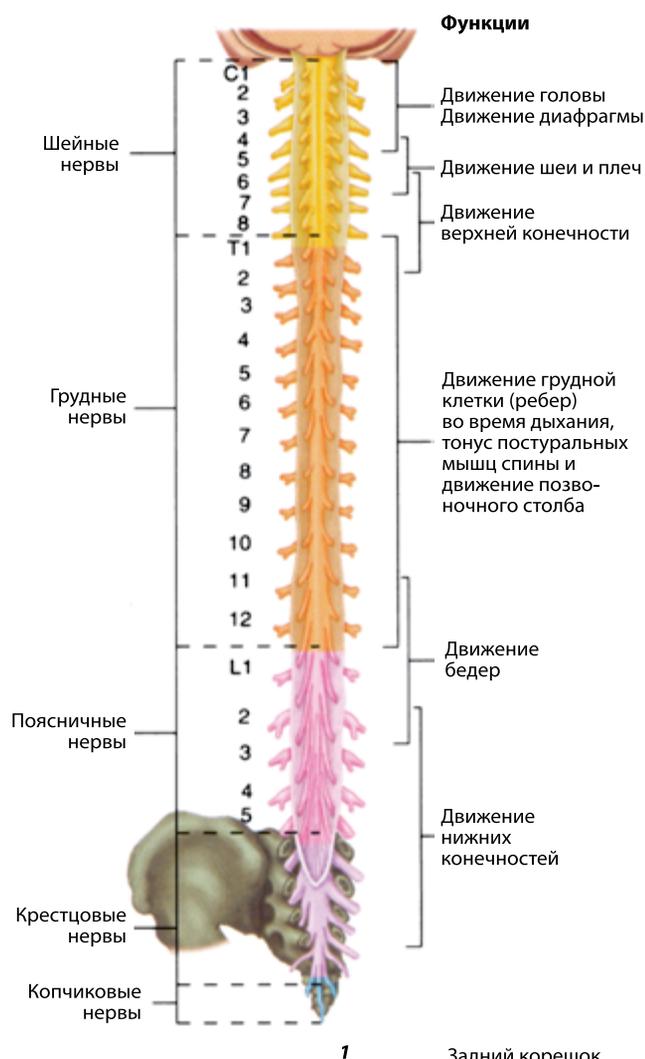


РИСУНОК 11.1 – Чувствительные рецепторы и их пути к спинному и головному мозгу (1), двигательные пути нервной системы (2) (Wilmore, Costill, 2009)



Выделяют три основные области моторной коры, связанные с управлением движениями — первичную моторную кору, премоторную кору и дополнительную моторную область (рис. 11.3).

Первичная моторная кора управляет отдельными движениями, их взаимосвязью и последовательностью, что формирует активность различных мышц и их групп. Нейроны первичной моторной коры кодируют мышечную силу, необходимую для конкретного движения, координируют деятельность вовлеченных мышц, а также направление движения, его скорость и амплитуду.

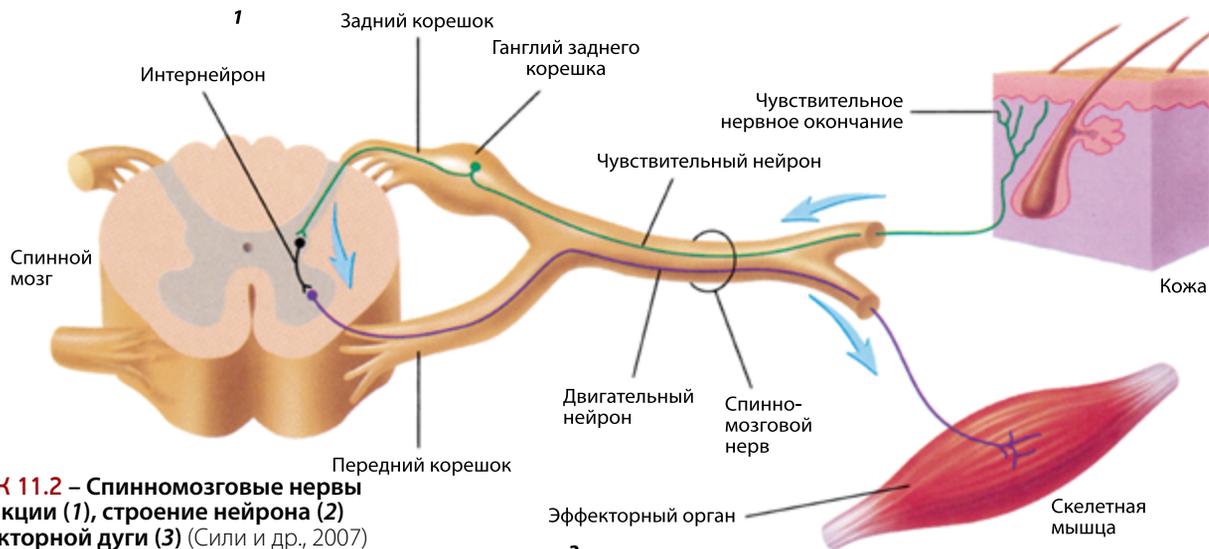
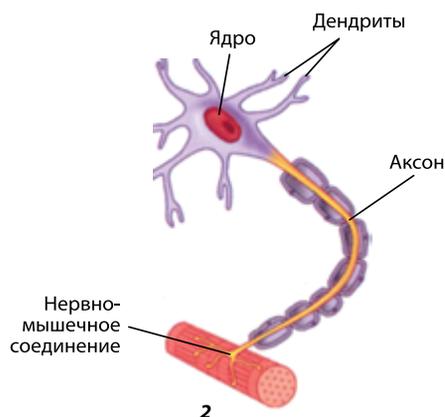


РИСУНОК 11.2 – Спинномозговые нервы и их функции (1), строение нейрона (2) и рефлекторной дуги (3) (Сили и др., 2007)

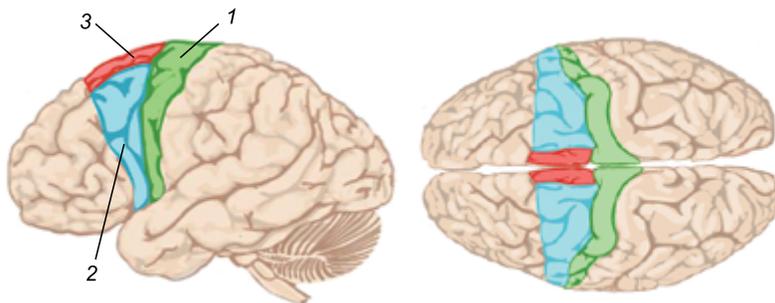


РИСУНОК 11.3 – Области моторной коры, управляющие движениями: 1 – первичная кора; 2 – премоторная кора; 3 – дополнительная моторная зона (Knierim, 2020)

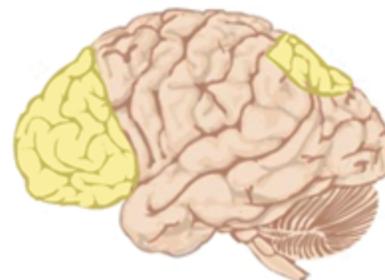


РИСУНОК 11.4 – Префронтальная (слева) и задняя теменная кора (Knierim, 2020)

Первичная моторная кора является основным центром управления произвольными движениями, осуществляемыми на основе информации, получаемой от премоторной коры, мозжечка, сенсорных областей коры. Именно от нейронов первичной коры распространяются потенциалы действия, вызывающие движение (Knierim, 2020).

Премоторная кора распространяет аксоны в первичную моторную кору и непосредственно в спинной мозг, осуществляя процессы обработки информации, выбора программ произвольных движений, которые будут реализовываться первичной корой. Нейроны премоторной коры сигнализируют о подготовке к движению, объединяют различную сенсорную информацию, направляют сигналы о рациональных и нерациональных движениях и действиях, ошибках в движениях (VanPutte et al., 2017).

Дополнительная моторная зона, расположенная на медиальной поверхности полушарий, осуществляет программирование сложных движений и двигательных действий на основе двигательной памяти, зрительных, слуховых стимулов и ассоциаций. Нейроны дополнительной моторной коры обеспечивают взаимосвязь кинематических и динамических характеристик движений, обеспечивают их коррекцию в нужном направлении (Bertram, 2021).

Особую роль в моторной иерархии занимают **префронтальная кора** и **задняя теменная кора** больших полушарий головного мозга (рис. 11.4). Эти области не связаны непосредственно с двигательной активностью, но они вовлечены в планирование когнитивного поведения, согласование мыслей и действий, их приведение в соответствие с поставленными целями, поиск путей достижения прогнозируемых результатов, предупреждение факторов риска. Префронтальная кора участвует в оценке эффективности двигательных действий, их оптимизации и коррекции. Что касается задней теменной коры, то она обеспечивает приведение точности движений в соответствие с изменениями окружающей среды (Kenney et al., 2019; Knierim, 2020).

Разнообразная тренировка, требующая восприятия и идентификации сигналов и принятия адекватных решений способствует расширению возможностей префронтальной коры — передней части лобных долей коры больших полушарий головного мозга, обеспечивающей когнитивную деятельность, прогнозирование, принятие решений, познавательные функции, включая внимание и память, а также комплексное управление мыслительной и двигательной активностью. Так как префронтальная кора тесно связана с моторными и сенсорными областями мозга, то существенно возрастают её возможности к изучению и реализации технических приёмов и двигательных качеств. Параллельно происходит деактивация областей префронтальной коры, непосредственно не связанных с характером деятельности, что оптимизирует активность премоторной и поясной коры (Ditrich,

2003; Vertram, 2021). Напомним, что премоторная кора является областью моторной коры, обеспечивающей планирование и контроль движений на основе сенсорной информации, а поясная кора — часть головного мозга, отвечающая за обучение, память и эмоциональные реакции, объединяющая мотивацию с освоением движений.

Не менее важной составляющей адаптации нервной системы в ответ на многократное повторение движений и двигательных действий является формирование специфической нейронной сети — ряда взаимосвязанных нейронов, чья активность обеспечивает функционирование множества линейных нейронных путей. Важно, что формирование и развитие нейронной сети происходит как в результате разнообразной двигательной активности, так и когнитивной тренировки, под влиянием которой укрепляются существующие и создаются новые синаптические связи (рис. 11.5). Чем шире спектр когнитивной стимуляции внимания, памяти, реакций, восприятия, идентификации, планирования исполнения и других когнитивных способностей, тем интенсивнее будут развиваться нейронные связи и расширяться нейронная сеть (Kolb et al., 2011). Совокупность нейронных путей, представляет собой специфичную функциональную систему, которая на основе обратной связи способна к улучшению регуляции собственной активности, что и предопределяет развитие и сохранение двигательной памяти (Fomin, Collins, 2021).

Одним из важных факторов адаптации нервной системы на разностороннюю двигательную активность является развитие её пластичности (нейропластичности), т. е. способности изменять под влиянием тренировки структуру, функции и механизмы, приводя их в соответствие с содержанием тренировочной и соревновательной деятельности (Pascual-Leone et al., 2005). Адаптация носит как структурный, так и функциональный характер.

Развитие нейропластичности связано с таким понятием, как синаптическое потенцирование, которое проявляется в усилении передачи сигналов между нейронами в соответствии с характером воздействий, их силой и продолжительностью. В зависимости от этих факторов синаптическое потенцирование может носить кратковременный или долгосрочный характер (Kolb et al., 2011).

Синаптическое потенцирование тесно связано с деятельностью гиппокампа — структуры головного мозга, ответственной за кратковременную память и переход её в долговременную, заполнение и кодирование внешней информации, ориентацию в пространстве, сохранение в памяти актуальной

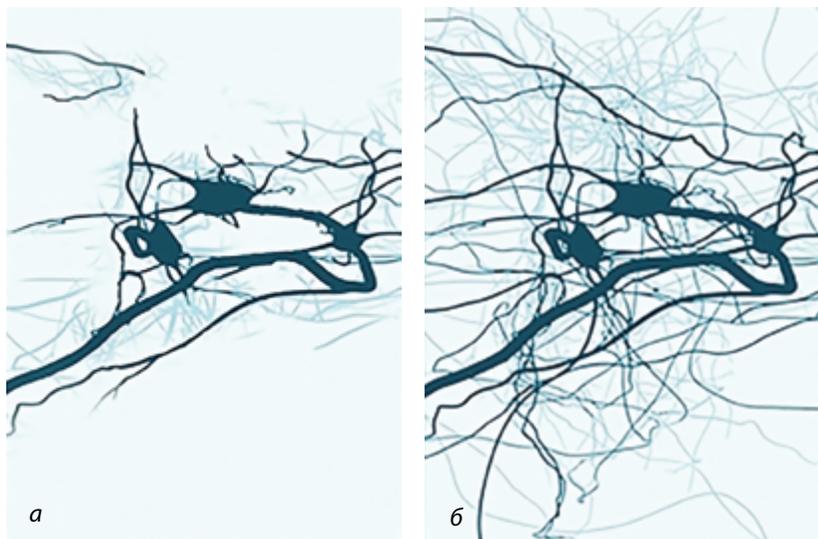


РИСУНОК 11.5 – Влияние когнитивной стимуляции на развитие нейронной сети: *а* – до тренировки, *б* – после двух месяцев когнитивной стимуляции (Kolb et al., 2011)

информации и забывание несущественной (Сили и др., 2007). Это предопределяет его существенную роль в обеспечении нейропластичности, протекании адаптационных реакций, отражающих двигательные качества и навыки, значимые для спортивной результативности, и их реализацию в соревновательной деятельности (Fomin, Collins, 2021).

Многократное выполнение упражнений, требующих активизации нервной системы и мобилизации когнитивных возможностей спортсменов, усиливает нейронные пути, делает их более эффективными. Исследования показали, что разносторонняя двигательная подготовка увеличивает объём серого вещества в областях мозга, управляющих движениями, что способствует повышению их точности и мощности, улучшению контроля за кинематическими и динамическими характеристиками (Dietrich, 2004).

Под влиянием тренировки нейронная дееспособность мозга возрастает и за счёт нейрогенеза — процесса образования новых нейронов в мозге. В последние годы была показана ошибочность популярной теории, согласно которой нервные клетки не восстанавливаются. Научным путём доказано, что под влиянием стимулов стволовые клетки, расположенные в мозге (гиппокампе, зубчатой извилине, возможно, и в префронтальной коре), делятся на две — стволовую и клетку, которая превращается в полноценный нейрон с аксонами и дендритами. Новые нейроны мигрируют в ту область мозга, которая активировала их появление, стимулируя тем самым нейронную пластичность и дееспособность мозга (Kolb et al., 2011).

Кроме моторной коры больших полушарий головного мозга в управлении движениями и развитии двигательных качеств участвует и ряд других структур центральной нервной системы — базальные ядра, промежуточный мозг, мозжечок, ствол мозга.

Базальные ядра являются скоплениями серого вещества головного мозга и находятся в белом веществе под корой головного мозга. Базальные ядра представляют собой скопления нейронов, соединенных сложными нервными цепями друг с другом, с таламусом и корой головного мозга. Они играют важную роль в планировании и осуществлении движений, формируя стимулирующие и тормозящие мышечную деятельность цепи. Стимулирующие цепи обеспечивают оптимальный мышечный тонус, облегчают движение, особенно в его начале. Тормозные цепи способствуют деятельности стимулирующих цепей, блокируя деятельность мышц-антагонистов.

Базальные ядра участвуют в выработке устойчивых условных рефлексов, регулируют процесс переключения с одного вида деятельности на другой, а также чувствительность организма на зрительные, соматические и другие раздражители. Участвуют базальные ядра и в регуляции ряда вегетативных функций, в частности, дыхания, углеводного обмена и др.

Базальные ядра играют особую роль в планировании и реализации сложных двигательных программ, в отличие от мозжечка, который обеспечивает регуляцию и синхронизацию реально осуществляемой мышечной деятельности. Во многом это обусловлено наличием прямых связей с двигательными областями головного мозга и отсутствием таких связей со спинным мозгом. Базальные ядра стимулируют запускаемые корой движения и подавляют лишние сопутствующие движения.

В **промежуточном мозге**, расположенном под передним и перед средним мозгом, за обработку сенсорных сигналов и их передачу в кору больших полушарий отвечает таламус.

Мозжечок — отдел головного мозга, расположенный позади продолговатого мозга, под затылочными долями полушарий головного мозга. Мозжечок (малый мозг) — важнейшая интегративная структура головного мозга, играющая важнейшую роль в регуляции движений, вегетативных и поведенческих реакций. На клетки мозжечка направлены все виды сенсорных раздражений, связанных с движениями — проприоцептивных, зрительных, слуховых, кожных, вестибулярных. Особенности коры мозжечка обеспечивают исключительно быструю переработку информации.

Мозжечок представляет собой функциональное ответвление главной оси «кора больших полушарий — спинной мозг» и получает копию афферентной информации, идущей от спинного мозга в кору полушарий головного мозга и афферентной — от двигательных центров коры полушарий к спинному мозгу. Сопоставляя эту информацию мозжечок корректирует как произвольные, так и автоматизированные движения, накапливает объём двигательной памяти, формирует механизмы её использования, участвует в мыслительных процессах. Деятельность мозжечка носит бессознательный характер, не находится под управлением коры головного мозга, а её эффективность определяется насыщенностью нейронами и нейронными связями (при объёме мозжечка около 10 % объёма мозга в нём содержится более половины нейронов центральной нервной системы).

Мозжечок способствует осуществлению стойкой двигательной координации простых движений за счёт своей дифференцирующей (сравнительной) функции. Согласно этой функции, потенциалы действия из двигательной зоны коры мозга опускаются в спинной мозг, инициируя произвольные движения, а также в мозжечок, предоставляя нейронам мозжечка информацию о запланированном движении. Проприоцептивные нейроны направляют в мозжечок информацию о действительных движениях. В мозжечке сигналы, поступающие из двигательной зоны коры головного мозга, сравниваются с теми, которые получены от двигательного аппарата, т. е. запланированное двигательное действие связывается с реальным. В случае обнаружения несоответствия мозжечок направляет корректирующие сигналы через таламус в двигательную зону коры мозга и в спинной мозг с целью устранения расхождений (рис. 11.6). Мозжечок вместе с двигательной зоной коры головного мозга и базальными ядрами участвует в усвоении быстрых и точных движений, отличающихся координационной сложностью и широкой вариативностью скоростно-силовых характеристик, синхронизирует двигательную деятельность, обеспечивает быстрый переход от одного движения к другому.

1. Двигательная зона коры мозга направляет потенциалы действия в нижние двигательные нейроны спинного мозга.
2. Потенциалы действия из двигательной зоны коры мозга информируют мозжечок о намеренном движении.
3. Нижние двигательные нейроны спинного мозга направляют потенциалы действия в скелетные мышцы, вызывая их сокращения.
4. Проприоцептивные сигналы из скелетных мышц и суставов, идущие в мозжечок, передают информацию о состоянии мышц и структур, которые будут двигаться во время сокращения.
5. Мозжечок сравнивает информацию, поступившую из двигательной зоны коры мозга, с проприоцептивной информацией из скелетных мышц и суставов.
6. Потенциалы действия, идущие из мозжечка в спинной мозг, модифицируют стимулирование двигательной зоны коры мозга нижних двигательных нейронов.
7. Потенциалы действия из мозжечка направляются в двигательную зону коры мозга, которая модифицирует двигательную деятельность.

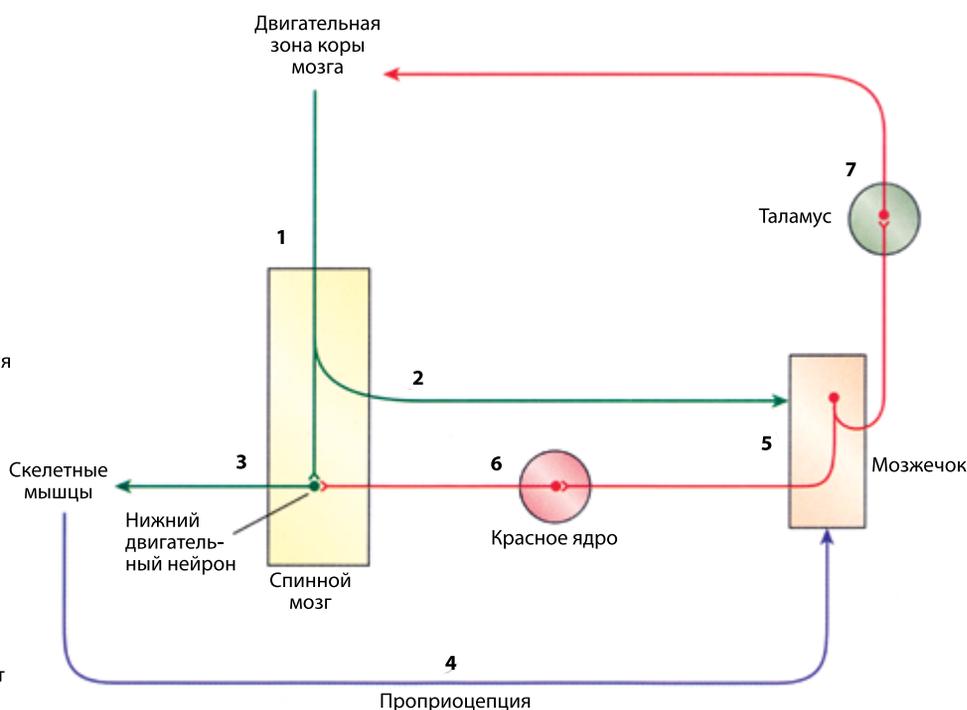


РИСУНОК 11.6 – Дифференцирующая функция мозжечка (Сили и др., 2007)

Мозжечок получает и интегрирует информацию из головного мозга и проприорецепторов, зрительного анализатора о положении тела и его частей, равновесии, развиваемых усилиях и выполняемых движениях. Мозжечок обрабатывает всю эту информацию и определяет наилучший план действий, направленных на выполнение движения (Wilmore et al., 2009).

Мозжечок активно участвует в процессе обучения движениям и двигательным действиям и не только доводит их до уровня автоматизации, но и играет важнейшую роль в их коррекции, приспособлениях к условиям внешней среды. В значительной мере это обусловлено тем, что мозжечок получает информацию о готовящемся произвольном движении от коры головного мозга, что даёт ему возможность участвовать в регуляции мышечной активности. Мозжечок на основе информации о готовящемся произвольном движении корректирует его программу в двигательных отделах коры головного мозга и одновременно через спинной мозг обеспечивает координацию активности мышц и мышечных групп, точность, быстроту, скоординированность и экономичность целенаправленных движений и двигательных действий. По ходу выполнения движения мозжечок на основе чёткой и непрерывной обратной афферентации контролирует равновесие тела, стабилизирует центр тяжести, регулирует активность мышц, взаимоположение мышц и суставов в течение всей траектории движений, т.е. является центром координации движений и мышечной активности.

Таким образом, мозжечок на основе собственной информации, полученной с периферии, уточняет и дополняет деятельность корковых центров, афферентных и эфферентных путей, обеспечивает статодинамическую устойчивость тела и коррекцию сложных и быстрых движений, формируемых двигательными отделами коры больших полушарий. В этом его особая роль в деятельности центральной нервной системы.

Естественно, что оптимизация двигательной активности осуществляемая мозжечком, определяет его решающую роль в развитии различных двигательных качеств, а расширение его возможностей под влиянием разнообразной и рационально построенной тренировки является важнейшим фактором, определяющим прогресс в областях физической, технической и психологической подготовки спортсменов.

Ствол мозга состоит из среднего мозга, варолиевого моста и продолговатого мозга и представляет собой часть мозга, соединяющую головной мозг со спинным. Через средний мозг проходят сенсорные и двигательные нервы, обеспечивающие обмен информацией между головным и спинным мозгом. По всей длине ствола проходит ряд специальных нейронов, образующих так называемую ретикулярную формацию, которая участвует в координации мышечных сокращений, а также в контроле деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Нижняя часть ствола мозга — продолговатый мозг — в основном состоит из пучков нервных сенсорных (афферентных) и двигательных (эфферентных) волокон. Сенсорные волокна передают сигналы от рецепторов мышц и суставов в верхние отделы головного мозга, а двигательные волокна направляют сигналы из головного мозга к мышцам и сухожилиям.

Ряд структур головного мозга, обеспечивающих сбалансированные соматические и вегетативные реакции, адаптацию к воздействию факторов внешней среды и сохранение гомеостаза, а также проявление эмоций, поведенческих реакций, осуществление ориентированной деятельности, развитие кратковременной и долговременной памяти принято относить к лимбической системе. Лимбическая система охватывает верхнюю часть ствола мозга в виде лимба, расположенного непосредственно под конечным мозгом. Эта система, сформированная по функциональному принципу, объединяет часть коры головного мозга, расположенной на внутренней стороне больших полушарий, а также структуры промежуточного и среднего мозга. Характерной особенностью лимбической

системы является наличие широкой сети нейронных связей, объединяющих как её структуры, так и обеспечивающих связи с другими структурами мозга и вегетативными органами, что предопределяет её важную роль в процессах афферентного синтеза.

Нижняя часть ствола мозга постепенно переходит во вторую часть ЦНС — спинной мозг, который содержит совокупность сенсорных и двигательных волокон, обеспечивающих проведение нервных импульсов из головного мозга к периферии и от периферических органов — к головному мозгу.

Спинной мозг — место расположения множества мотонейронов и сложнейших нейронных цепей, и схем, определяющих объём и качество двигательной памяти, что позволяет на более высоком уровне (моторная кора, мозжечок) обрабатывать информацию, связанную с планированием и осуществлением движений и двигательных действий, проявлением скоростных и силовых качеств, ловкости, координации, гибкости, выносливости.

Моторная система состоит из множества различных типов нейронов, разбросанных по ЦНС, однако мотонейроны спинного мозга — единственный путь, по которому моторная система связана с мышцами. Эти мотонейроны не только способны проводить команды, генерируемые на более высоких уровнях управления движениями, но и играют существенную самостоятельную роль. Мотонейроны отличаются разветвленной сетью дендритов, позволяющей собирать и интегрировать входную информацию от многочисленных других нейронов, определять правильные выходные данные, формировать нейронные связи и двигательную память (Бернштейн, 1991; Knierim, 2020).

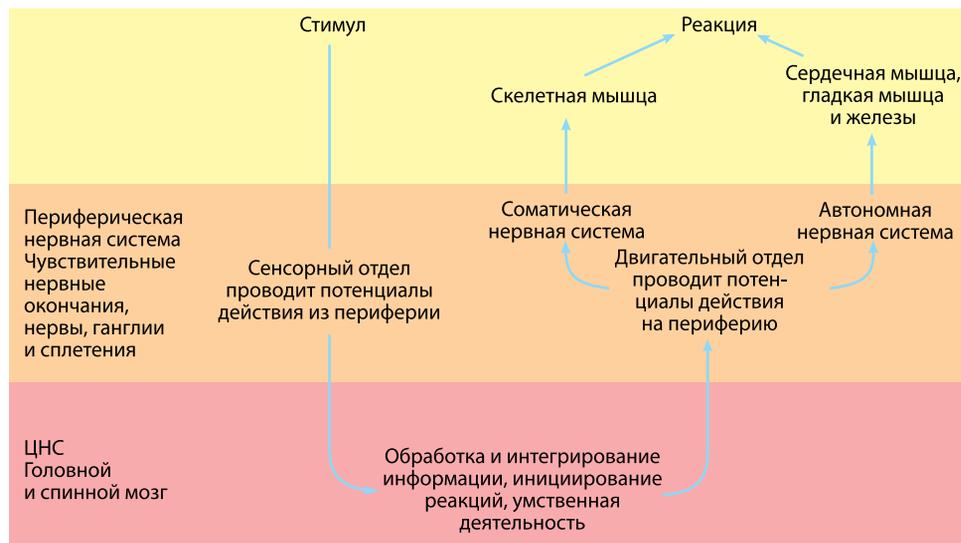
Регуляция движений и двигательных действий

Регуляция движений включает процессы, происходящие в различных структурах головного и спинного мозга. Мотивация к движению обеспечивается лимбической системой, замысел движения происходит в ассоциативной коре больших полушарий, программа движения создаётся в базальных ганглиях, мозжечке и премоторной зоне, а управление движениями протекает через моторные центры ствола и спинного мозга.

Информация о движениях и двигательных действиях поступает в ЦНС от рецепторов через сенсорный отдел периферической нервной системы, а ЦНС обрабатывает поступающую информацию и инициирует потенциалы действия. Последние проводятся через двигательный отдел и мобилизуют соматическую вегетативную и нервную систему (рис. 11.7).

Сенсорные нейроны обеспечивают передачу информации об основных характеристиках двигательной деятельности с помощью различных видов рецепторов (кинестетических, болевых, зрительных, слуховых и др.) в спинной мозг. Эта информация может останавливаться на различных уровнях. Простейшие импульсы обрабатываются в спинном мозгу и ответом являются двигательные рефлексы. Более сложные реакции связаны с обработкой информации на более высоких уровнях ЦНС. Сенсорные импульсы, регулирующие позу и простые передвижения, обрабатываются в нижней части ствола мозга и вызывают подсознательные двигательные реакции, более сложные по сравнению с рефлексами спинного мозга.

Импульсы, обрабатываемые в мозжечке, также связаны с подсознательным уровнем управления движениями. Движения, которые координируются мозжечком вместе с базальными ядрами головного мозга, отличаются высокой координацией и воспроизводятся автоматически. Сенсорные импульсы, обрабатываемые на уровне таламуса, уже связаны с сознательной деятельностью чело-



**РИСУНОК 11.7 – Организа-
ция нервной системы**
(Сили и др., 2007)

века, однако доля сознания в их регуляции еще невелика, и система управления движениями представляет собой сочетание подсознательных реакций с элементами осознанной корректировки.

Полностью осознанная обработка сенсорных импульсов протекает только на уровне коры головного мозга и проявляется в двигательных реакциях, обеспечивающих выполнение сложных или неосвоенных движений, и связана с ощущениями, которые представляют собой осознанное восприятие сигналов, принимаемых рецепторами. Очень многие потенциалы действия не воспринимаются на уровне сознания, а обрабатываются автоматически на более низких уровнях ЦНС. В частности, подавляющий объём информации о хорошо освоенных и привычных положениях тела обрабатывается на подсознательном уровне в спинном мозге и мозжечке.

После поступления и обработки сенсорных импульсов передача информации к мышцам осуществляется через двигательные (эфферентные) нейроны, которые контролируют мышечную деятельность различного уровня сложности. Простейшие реакции осуществляются в виде простых рефлексов на уровне спинного мозга, регуляция более сложных движений происходит на уровне нижних отделов головного мозга, а управление сложными движениями осуществляется в результате обработки информации и двигательных реакций, протекающих в двигательной зоне коры головного мозга.

Освоение новых и сложных двигательных программ требует активной мыслительной деятельности и обостренного внимания. По мере формирования двигательных умений и навыков необходимость в повышенном внимании и осознанном контроле постепенно снижается. Хорошо освоенные структуры двигательных действий хранятся в сенсорном и двигательном отделах мозга и могут быть мобилизованы без сознательного двигательного контроля (Latash, 2008).

В управлении мышечной активностью большую роль играют спинальные рефлексy, определяемые активностью мышечных веретен и сухожильных органов Гольджи, которые играют исключительную роль в управлении мышечной активностью. С активацией мышечных веретен связан так называемый миотатический рефлекс, основная роль которого — обеспечение статодинамической устойчивости тела. При нарушении равновесия тела определённые мышцы растягиваются, вызывая миотатический рефлекс, иницируемый мышечными веретенами и приводящий к сокращению растягиваемых мышц и ограничению амплитуды движений. Напряжение мышц активизируют сухожиль-

ные органы Гольджи, отвечающие за рефлекс торможения, при котором информация о напряжении мышц проецируется в спинной мозг, вызывая ответную реакцию, стимулирующую расслабление сокращающихся мышц и снижение развиваемой силы.

Длительное время считалось, что эти рефлексы координируют деятельность мышц исключительно в интересах их защиты от чрезмерных проявлений силы и гибкости, способных привести к травмам. А проявляются эти рефлексы в случаях избыточного растяжения или напряжения мышц. Однако исследования последних лет показали, что мышечные веретена и сухожильные органы Гольджи чувствительны и к растяжению, и к сокращению мышц на уровнях не представляющих опасности, а роль этих механорецепторов значительно шире и связана с оптимизацией мышечной активности, контролем и управлением моторной активностью в широком спектре динамических и пространственно-временных характеристик движений (Knierrim, 2020).

Возможности нервной системы подлежат развитию на основе тех же специальных принципов, которые используются для совершенствования других сторон подготовленности спортсмена. Сложность заданий, требующих активной познавательной деятельности и мобилизации когнитивных возможностей, должна соответствовать возрастному развитию спортсменов и уровню их подготовленности. В частности, юные спортсмены, находящиеся на начальном этапе подготовки и этапе предварительной базовой подготовки должны концентрироваться на внутреннем восприятии движений и двигательных действий, проприоцептивной информации, анализе ощущений, отражающих пространственно-временные и динамические параметры движений. В подготовке квалифицированных спортсменов сложность заданий преимущественно должна быть связана с внешними заданиями, требующими интеграции деятельности различных регуляторных и исполнительных возможностей организма спортсменов (Bertram, 2021). Не менее важным является разнообразие тренировочных средств и методов, предполагающих использование широкого круга упражнений и двигательных действий общеподготовительного, специально-подготовительного и соревновательного характера в различных условиях окружающей среды, что способствует развитию множества нервных путей управления движениями как основы двигательной памяти. При этом постановка задач и содержание тренировочных программ в значительной части должны носить интегративный и опережающий характер по отношению к реальным возможностям их реализации, что нередко приводит к неудачам. И именно сочетание успешного выполнения заданий с эпизодическими неудачами способствует активизации познавательной и когнитивной деятельности (Hamari, Koivisto, 2014).

Основы теории управления движениями

На протяжении многих лет формирование теории управления движениями сдерживалось односторонним развитием биомеханики и физиологии двигательного акта. Изолированное изучение движений спортсменов с позиций механики в отрыве от психических и физиологических процессов, как делалось в большинстве биомеханических исследований (что в значительной мере сохранилось и в настоящее время), равно как и односторонний подход к управлению движениями и формированию двигательного навыка на основе теории об условных рефлексах — путём многократной реализации заранее подготовленных точных эффекторных команд, как было принято в спортивной физиологии, существенно затормозили развитие теории управления движениями. Именно это обуславливает актуальность давно опубликованных работ Н. А. Бернштейна (1940, 1947), согласно концепции которого живое движение является не простой реакцией на воздействие внешней среды, а целена-

правленным действием, управляемым в ходе его выполнения во взаимодействии с внешней средой, и представляет собой не цепочку деталей, а целостную структуру, дифференцирующуюся на множество элементов при большом разнообразии форм взаимодействия между ними.

Управление движениями осуществляется на различных уровнях, начиная от ведущего (корковый уровень произвольных действий) и заканчивая фоновыми, регулирующими непроизвольные движения. Основным признаком, отличающим живое движение от механического, является то, что оно представляет собой не только и даже не столько перемещение тела в пространстве и времени, сколько овладение пространством и временем. Обобщение всей совокупности свойств моторики в сложнейшем взаимодействии с внешней средой позволило Н. А. Бернштейну ввести понятие «моторное поле», которое отличается отсутствием устойчивых характеристик, а формируется на основе поисковых, пробных движений, зондирующих пространство во всех направлениях.

Эти представления, равно как и учение о доминанте А. А. Ухтомского, теория функциональных систем П. К. Анохина, достижения в области психологии обучения и психофизиологии, явились мощным стимулом к объективизации исследований в области теории построения движений, отходу от локалистических концепций. Описание живых движений потребовало нового концептуального аппарата и соответствующей терминологии. Появились такие термины и соответствующие им определения, как «образ двигательного действия», «модель действия», «двигательная задача», «образ ситуации», «предвосхищение», «предвидение» и др. Большое внимание уделено проблеме дифференциации и интеграции деятельности в процессе обучения при сохранении её целостности, взаимосвязи деятельности в целом и её структурных элементов с соответствующими ориентирующими и регулирующими психическими образами, а также взаимосвязи механизмов наиболее сложных видов сознательного, целенаправленного и саморегулирующегося поведения с соответствующими физиологическими процессами.

В инициировании и управлении движениями выделяются четыре компонента — мотивация, мышление, программирование и выполнение (рис. 11.8). Мотивация связана с формированием побуждений и специфических эмоциональных поведенческих реакций, обуславливающих возбудимость нейронов, связанных с конкретной деятельностью. Побуждения и эмоциональные поведенческие реакции анализируются и интегрируются в мысли ассоциативной зоны коры головного мозга. В свою очередь, мысли проецируются на сенсорно-двигательную зону коры, мозжечок и другие структуры головного мозга для разработки программы двигательного действия. Программирование предполагает преобразование мысли в схему мышечной деятельности, реализация которой приводит к выполнению заданного двигательного действия. Команда на выполнение запрограммиро-

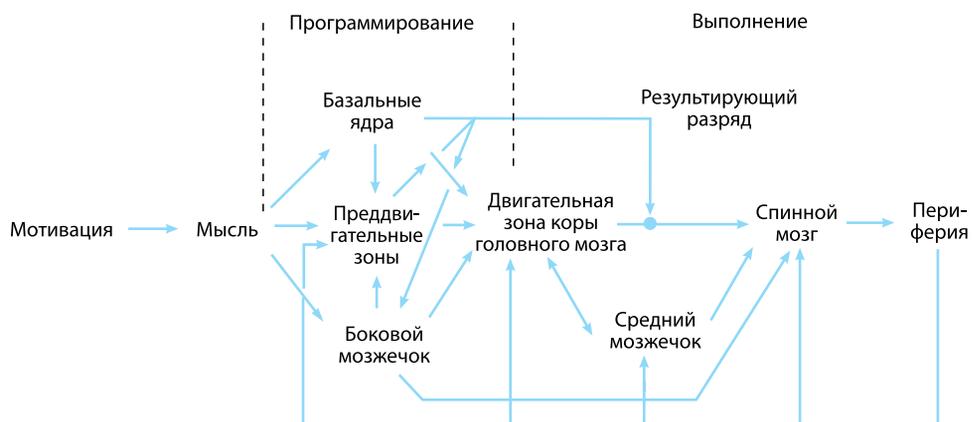


РИСУНОК 11.8 – Схема основных невральных взаимодействий, связанных с осуществлением движения (Cheney, 1985)

ванного двигательного действия подается в виде центральной команды, которая передается как в нижние нервные структуры, ответственные за выполнение двигательных действий, так и верхние, что позволяет осуществлять их корректировку (Сили и др., 2007). Последовательность команд, поступающих из спинного мозга и обеспечивающих выполнение двигательных действий, определяется как двигательная программа (Энока, 2000).

В начальном периоде освоения сложных навыков движения управляются кортикальными системами, которые функционируют практически независимо от проприорецепторики. Когда в результате многократного повторения упражнений в управление ими включается таламо-паллидарный уровень, тесно связанный с органами тактильной и проприоцептивной чувствительности, движения становятся более координированными, точными, четкими, экономичными, лёгкими, пластичными. Постепенно кортикальные системы (ведущий уровень) разрушаются и координация движений уходит из поля сознания, управление ими передается на фоновые уровни, которые постепенно осваивают многочисленные компоненты движения, обеспечивают взаимосвязь между ними и формируют двигательную память.

Следует отметить, что движения, различные по смысловым характеристикам и двигательному составу (сложнокоординационные, скоростные, скоростно-силовые), обуславливаются различными ведущими и фоновыми уровнями, т. е. применительно к каждому движению формируется своя система управления. Если эти системы строятся на одинаковых ведущих и фоновых уровнях управления движениями (сходные смысловые и программирующие стороны, исполнительные компоненты, двигательный состав, координационная структура), между движениями имеется положительный перенос. По мере увеличения различия между ведущими и фоновыми уровнями управления движениями эффект положительного переноса сглаживается и при кардинальном различии систем управления может перейти в отрицательный (Лях, 1991).

Пониманию процесса формирования рационального навыка способствуют представления П. К. Анохина (1975) об общих механизмах управления произвольными движениями, в соответствии с которыми основой процесса управления движениями является цикличность, которая предполагает, что каждый двигательный акт должен заканчиваться обратной афферентацией, сигнализирующей о результатах действия.

Осуществление эффекта цикличности управления движениями строится на двух группах афферентных раздражителей: обстановочной и пусковой афферентации. Обстановочная афферентация представляет собой совокупность раздражений, подготавливающих соответствующую реакцию, и приводит к интеграции нервных процессов, предшествующих пусковой афферентации. Последняя представляет собой непосредственное действие условного раздражителя.

Обе афферентации объединяются афферентным синтезом. Афферентный синтез, подчиняясь доминирующей на данный момент мотивации и под коррекцией памяти, ведет такой подбор возможных степеней свободы, при котором возбуждение избирательно направляется к мышцам, совершающим нужное действие. В афферентном аппарате не происходит рефлекторных действий до тех пор, пока не завершится синтез всех афферентных воздействий на организм. После этого следует принятие решения, основанное на выборе и определении степени активности компонентов, которые должны обеспечить выполнение двигательного действия.

В эффекторной части нервной системы создается особый аппарат сличения актуальной афферентации с сенсорным образом (идеальной моделью) формируемого действия — акцептором результатов действия, который представляет собой возбуждение, опережающее реальное событие. Этот аппарат, сформированный на основе нервных механизмов, позволяет прогнозировать призна-

ки необходимого в данный момент результата, сличать их с параметрами реального сиюминутного результата, информация о которых приходит к акцептору результата действия благодаря обратной афферентации. Циклическое развитие этих возбуждений при «узнавании» и «поиске» может быть столь быстрым, что каждый блок функции, состоящий из компонентов результат — обратная афферентация — сличение и оценка результатов в акцепторе результатов действия — коррекция — новый результат и т. д., может развиваться в течение долей секунды. Этот аппарат дает возможность организму исправить ошибку действия, превратить несовершенные двигательные акты в более целесообразные. Акцептор действия является постоянным фактором управления, который устанавливает соответствие выполненного действия первоначальному намерению. Он воспринимает эфферентные раздражители, сопоставляет данные афферентного синтеза с выполненным действием.

Представления П. К. Анохина о формировании и действии функциональной системы, обеспечивающей регуляцию движений, нашли широкое признание и получили дальнейшее развитие в разных зарубежных школах спорта, добившихся высоких результатов на международной спортивной арене. Выявлены процессы и факторы, определяющие эффективность циклической структуры регуляции двигательных действий спортсмена, показана их взаимосвязь (рис. 11.9). Установлены различные элементы, взаимодействие которых обеспечивает точное определение цели действий, их рациональное осуществление и сравнение с моделью (рис. 11.10).

Понимание перспективности представлений в области формирования функциональных систем применительно к задачам спортивной подготовки ставит перед спортивной наукой и практикой вопрос о выделении в процессе подготовки спортсменов многочисленных акценторов резуль-

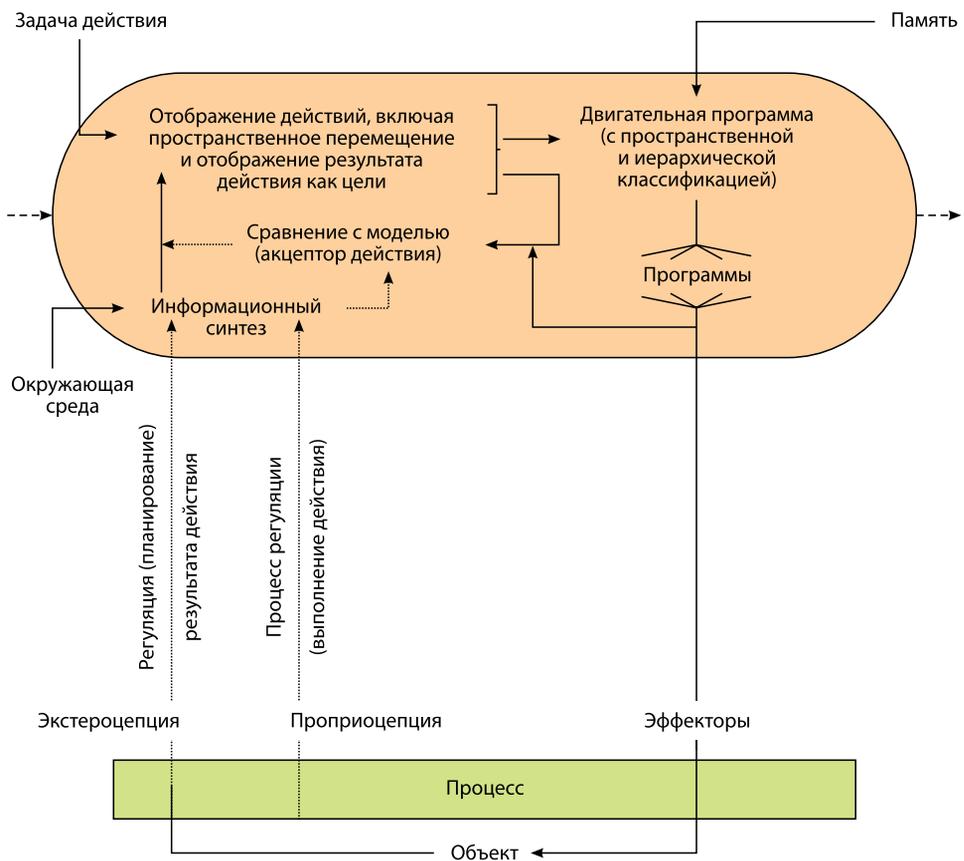


РИСУНОК 11.9 – Схематическое изображение циклической структуры регуляции двигательных действий спортсмена в тренировочной и соревновательной деятельности (Hacker, 1986)

татов действия, т.е. понятных системообразующих результатов. В качестве таковых могут выступать спортивный результат и совокупность факторов его определяющих, компоненты соревновательной деятельности (например, старт, уровень дистанционной скорости, поворот и др. — в плавании, отдельные компоненты в сложнокоординационных видах, приёмы — в единоборствах), уровень развития различных двигательных качеств (например, сила), их видов (применительно к силе — максимальная, стартовая или взрывная) или мощности двигательных действий. Таким образом, в любом виде спорта может формироваться множество функциональных систем, ориентированных как на интегральные, так и локальные компоненты спортивного мастерства или видов подготовленности — физической, технической, тактической, психологической.

Эффективность управления движениями в значительной степени определяется сенсорными коррекциями — оперативными изменениями, которые вносятся в структуру движений на основе обратных связей. Так, В. М. Смолевский и Ю. К. Гавердовский (1999) справедливо указывают, что на формировании способности к сенсорным коррекциям строится процесс обучения движениям, а на их текущем применении — исполнение освоенных двигательных действий.

Время, которое необходимо для оперативной коррекции двигательных действий, меняется в зависимости от многих факторов, в числе которых уровень технического мастерства спортсмена, его функциональное состояние в данный момент, наличие сбивающих факторов, сложность дви-

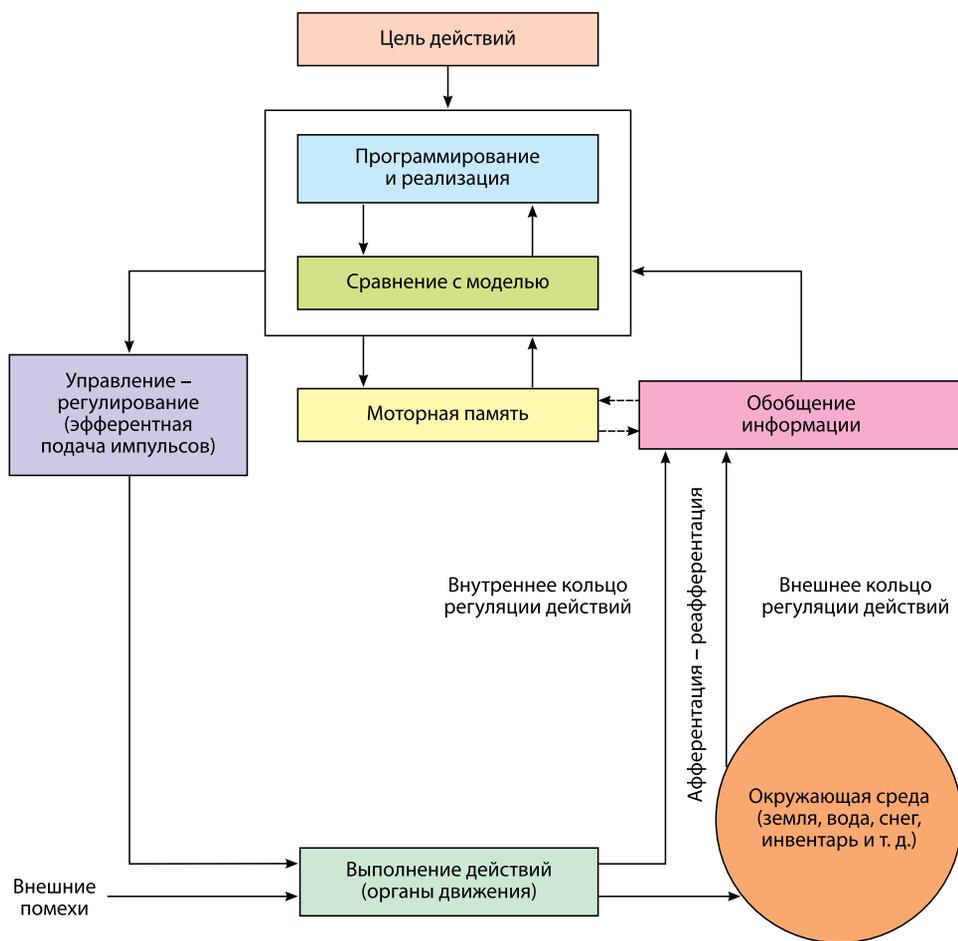


РИСУНОК 11.10 – Модель управления двигательными действиями (Schnabel, 1994)

гательного действия и др. Учитывая то, что время, необходимое для осуществления процесса обратной афферентации, часто превышает время выполнения отдельных движений, рекомендуется выделять три группы движений — быстротечные, умеренно быстрые и медленные. При быстротечных движениях, которые обычно протекают в течение 0,1—0,3 с, спортсмен практически не успевает использовать информацию, воспринятую рецепторами и даже зафиксированную в сознании, и довести её до уровня реализации путем механической коррекции движения. Умеренно быстрые движения более доступны для коррекции, так как их продолжительность достаточно велика (не менее 0,5 с). В течение этого времени хорошо подготовленный спортсмен может внести изменения в структуру движения, особенно если оно хорошо освоено и сопровождается срочной информацией.

Наиболее доступны для сенсорных коррекций медленные движения, в ходе которых спортсмен может руководствоваться указаниями тренера, данными измерительной аппаратуры. На этапе освоения многие быстрые и умеренно быстрые движения могут быть переведены в медленные, что существенно облегчает их освоение (Смолевский, Гавердовский, 1999).

Педагогические методы, опирающиеся на словесные и образные характеристики движений, позволяют сформировать у занимающихся образ движения и соответствующую целевую установку (Schnabel, 1994). К сожалению, этот аспект обычно упускается из поля зрения специалистами, увлеченными биомеханическими, физиологическими и психологическими сторонами управления движениями. В то же время спортивная педагогика, передовая практика подготовки спортсменов непрерывно обогащают и расширяют объём эмпирического материала и его обобщений, связанных с формированием сложнейших двигательных навыков и развитием двигательных качеств в органической связи с техническим и психоэмоциональным компонентами спортивного мастерства.

Современные школы спорта сформировали множество специальных упражнений и способов их применения, специфических терминов, команд, инструкций, делающих ясными для занимающихся сложные механические, биологические и психологические понятия и закономерности, внешних и внутренних условий и ориентиров, способов контроля и коррекции, позволяющих сделать процесс обучения сложнейшим движениям контролируемым и управляемым.

Осознание необходимости управления движениями мышечной активностью как на уровне активного участия сознания, так и на уровне мышечного чувства, мышечных образов в спортивной практике существовало задолго до формулирования физиологами и психологами представлений о системе регуляции двигательной деятельности во всей сложности и взаимосвязи протекающих процессов. Такие термины, как чувство воды, льда, дорожки, темпа, ритма, гребка, усилий, пространства, мяча, ракетки, партнера, соперника и др., давно вошли в спортивную практику в качестве не только понятий, терминов и соответствующих им определений, но и всей системы педагогической деятельности, включающей разнообразные средства и методы совершенствования этих психофизиологических способностей, способы контроля и объективного управления их совершенствованием, технические средства и специальные ориентиры в тесной взаимосвязи с динамическими и кинематическими параметрами движений, функциональными возможностями важных функциональных систем, уровнем развития различных двигательных качеств, совершенства тактического мастерства и др. Работа именно в этом направлении способствовала выдающимся успехам спортивных школ разных видов спорта во многих странах, позволила сформировать систему знаний в сфере управления движениями, физической и технической подготовки спортсмена как составную часть общей теории спорта.

Не менее важной явилась также разработка частных теоретико-методических направлений обучения и управления движениями в разных видах спорта. Очень многие выдающиеся тренеры

разных стран мира сумели построение спортивной техники своих учеников органически увязать с экспериментальной и теоретической работой в области управления движениями. К сожалению, их опыт является еще мало востребованным общей теорией построения движений, что в значительной мере обедняет её, делает оторванной от высших проявлений сложнейших двигательных действий в передовой спортивной практике.

Современный спорт высших достижений является наглядной ареной непрекращающегося прогресса в сферах физической подготовки спортсменов, их технического мастерства и психоэмоциональных возможностей. Знакомство с уникальными по технической сложности и физическим требованиям современными программами выступлений спортсменов в спортивной и художественной гимнастике, фигурном катании, артистическом плавании, фристайле, лыжной акробатике является свидетельством огромной роли творческой деятельности тренеров в развитии знаний в различных областях системы спортивной подготовки. Практическая деятельность в области подготовки спортсменов высшей квалификации является источником знаний в областях технического совершенствования и физической подготовки, не только дополняющих результаты многочисленных исследований в этих сферах, но во многих случаях их опережающих, открывающих перспективы научных изысканий, особенно в демонстрации возможностей интегрального подхода к становлению спортивного мастерства. Понятно, что знания и опыт, накопленные в этой сфере, являются неисчерпаемым источником развития теории и практики спорта.

Техническая подготовленность и двигательные качества

Абсолютно очевидно, что все процессы, направленные на развитие двигательных качеств и физической подготовленности спортсменов должны способствовать становлению рациональной техники, многообразию и эффективности движений и двигательных действий, реализации технического мастерства в соревновательной деятельности. Естественно, что и весь процесс развития силовых и скоростных качеств, координации, ловкости, гибкости, выносливости должен осуществляться на основе тех же принципов и закономерностей, на которых строится техническая подготовка спортсменов. Поэтому целесообразно кратко остановиться на закономерностях, лежащих в основе технического совершенствования спортсменов, а также их отражения в процессе физической подготовки, поиске резервов в углублении связей между двигательными качествами, кинематическими и динамическими характеристиками спортивной техники.

Процесс освоения спортивной техники может быть разделен на два периода. В первом устанавливается ведущий уровень, определяется структура движения, его состав, осуществляется выявление коррекций для всех деталей, компонентов движения и соответствующих им фоновых уровней, постепенное переключение коррекций на низовые уровни. Во втором периоде происходит освоение фоновыми уровнями деталей и компонентов движения, обеспечение взаимосвязи различных фоновых уровней между собой и с ведущим уровнем, завершается автоматизация движения, формируется его устойчивость к сбивающим факторам. При этом важно учесть, что на ведущем уровне управления, связанном с деятельностью кортикальных систем, движения всегда осознаются и носят произвольный характер. Управление движениями на лежащих ниже фоновых уровнях может иметь смешанный характер, когда движение частично выполняется произвольно, а частично — непроизвольно, или полностью носит непроизвольный характер, когда все компоненты движения выполняются без участия кортикальных систем (Бернштейн, 1991).

К сожалению, в практической деятельности, да и в специальной литературе, еще можно встретить рекомендации по формированию двигательного навыка по принципу становления условных рефлексов путем многократного повторения стандартных разучиваемых упражнений. В этом плане уместно сослаться на высказывание Н. А. Бернштейна, который предостерегал от применения такого подхода: «Истолкование образования двигательного навыка как повторения условных связей принесло ощутимый практический вред главным образом тем, что оно оправдывало монотонное пассивное разучивание («зазубривание»), в котором основное ударение делалось на количестве выполненных повторений». Это не отрицает необходимости многократного повторения движений и двигательных действий в процессе обучения, без которого не может быть обеспечено формирование полноценного навыка. Важно так организовать процесс многократного повторения упражнений, чтобы он не противоречил объективным закономерностям построения двигательного навыка. При работе над техникой всегда следует помнить, что «процесс, протекающий в центральной нервной системе по ходу упражнения и выработки навыков, представляет собой полные активности изыскания все более и более адекватных во всех отношениях решений осваиваемой двигательной задачи...». Центральная нервная система деятельно проходит через большое количество проб, ошибок, прилаживаний, приспособительных модуляций и др., которые в конце концов обеспечивают её наиболее правильное, быстрое, рациональное и при этом находчивое осуществление искомого решения. В этих поисках оптимальных решений, бесспорно, заключается одна из причин продолжительности работы над двигательным навыком (Бернштейн, 1991).

Процесс технического совершенствования в значительной мере определяется способностью спортсмена воспринимать и перерабатывать информацию, необходимую для эффективного выполнения движений, их коррекции, контроля за качеством. Однако через анализаторы обычно проходит большое количество разнообразной информации как необходимой для эффективной двигательной деятельности, так и отвлекающей. Во время выполнения двигательного действия поступающая информация разделяется на следующие компоненты.

Сигнально-мотивационная информация обеспечивает мотивацию двигательных действий (побуждение выполнить их), пусковой сигнал к действию, опознание и оценку опасной ситуации в случае её возникновения.

Информация обратной связи относится к контролю над выполнением движения (телом и его частями, перемещением снаряда, партнеров и соперников, развитием ситуации и др.).

Фоновая информация — остальная информация, связанная с накоплением различного рода знаний, оценкой и ориентацией в окружающей обстановке.

Безразличная и сбивающая информация затрудняет рациональную двигательную деятельность.

В процессе технического совершенствования следует постоянно ориентировать спортсмена на избирательное восприятие информации путём активного направленного поиска информации (зрительной, слуховой, проприоцептивной и др.), что обеспечивает решение конкретной задачи. Недостаточная и неправильно используемая информация часто становится причиной неэффективных действий, не позволяет спортсмену реализовать физические и технико-тактические возможности. Тренеру и спортсмену необходимо знать возможные недостатки информационного обеспечения тренировочной и соревновательной деятельности, приводящие к ошибкам в технико-тактических действиях спортсмена. Эти недостатки могут быть связаны как с отсутствием, так и неэффективным использованием информации (рис. 11.11).

Большое значение для построения рационального процесса технического совершенствования спортсмена имеют изыскания С. А. Косилова (1991), согласно которым формирование совершенной техники двигательного действия, отличающегося ритмичностью, плавностью, экономичностью, отсутствием лишних движений и др., возможно лишь в том случае, если весь процесс обучения и совершенствования строится на основе формирования интегрального образа целостного двигательного действия. При выполнении движения или его составной части спортсмен должен руководствоваться цельным образом движения. Уже при выполнении первого элемента (фазы) движения он должен учитывать влияние техники его выполнения на эффективность всех последующих элементов. Только в этом случае будет сформирована эффективная координационная структура движения, обеспечивающая рациональное использование кинетической энергии, накопленной в предыдущих фазах движения, оптимальную концентрацию во времени мышечных усилий, наиболее эффективное взаимодействие мышечной силы с силами сопротивления движению.

Однако в процессе технического совершенствования, естественно, нельзя обойтись без сложного процесса дробления и укрупнения двигательного действия. Известный специалист в области психологии и теории деятельности А. Н. Леонтьев (1981) обращал внимание на то, что сложные действия характеризуются подвижностью отдельных составляющих. Это может выражаться в дроблении целостного действия на относительно самостоятельные последовательные действия. Противоположный процесс состоит в укрупнении отдельных структурных образований целостного двигательного действия. Принципиально важным здесь является то обстоятельство, что в соответствии с превращениями единиц действий происходит дробление или объединение ориентирующих и регулирующих их психических образов. Таким образом, внутри двигательного действия при сохранении его целостности происходит как дифференциация, так и интеграция его составляющих и связанных с ними образов. В этом процессе совершенствуются как отдельные компоненты, так и процессы их интеграции.

Эффективность процесса технического совершенствования во многом зависит от способности головного мозга к осознанному восприятию воздействий, принимаемых сенсорными рецепторами, восприятию и осознанию существенной информации, устранению малозначимой. Лишь в этом случае формируются ощущения, способствующие совершенствованию специфических видов чувств, играющих исключительно важную роль в формировании оптимальной системы управления движениями и совершенствованию технического мастерства.

Создание мысленных образов (представлений), мысленная репетиция различных движений и двигательных действий характерны для подготовки и соревновательной деятельности спортсменов.



РИСУНОК 11.11 – Недостаток и нерациональное использование информации как причина ошибок в технико-тактических действиях спортсмена (Barth, 1994)

Однако этот тип психической деятельности всегда воспринимался как дополнительный и не предполагал включения в процесс подготовки спортсменов в виде специально планируемой и контролируемой составной части. Однако в последние годы накоплены серьезные научные доказательства, свидетельствующие о большой эффективности мысленных представлений для формирования эффективной системы управления движениями (Schmidt et al., 2019; Weinberg, Gould, 2019).

С каждым годом все большее количество спортсменов использует мысленные представления в качестве одной из важных частей технико-тактического совершенствования. Использование представлений позволяет воспроизвести эффективные двигательные действия, выполненные ранее, и способствует формированию новых. Исследования показали, что мысленные представления влияют на нервную систему таким же образом, как и реальные действия (Gould et al., 2009). В процессе представлений мобилизуются те же нервные проводящие пути, которые используются при реальном выполнении движений. Многократные представления совершенствуют систему нервной регуляции движений, оптимизируют процесс мышечной активности, способствуют доведению её до автоматизма (Гавердовский, 2007; Weinberg, Gould, 2019).

Особенно эффективным оказывается широкое использование двигательных представлений для повышения способности концентрировать внимание, оптимизации психических реакций, акцентированного воздействия на совершенствование наиболее сложных и проблемных элементов двигательных действий, отработки и автоматизации двигательных навыков. При этом положительный эффект отмечается как в отношении оптимизации нервной регуляции двигательных действий, так и активизации и синхронизации деятельности мышц (Morgan et al., 1987).

Формирование чёткого и контролируемого двигательного образа отмечается тогда, когда при формировании мысленных образов используются так называемые внутренние и внешние представления. Внутренние представления акцентируются на ощущении движения на основе сигналов, принимаемых сенсорными рецепторами, а внешние представляют взгляд как бы со стороны. Использование внутренних представлений более эффективно для совершенствования кинестетических ощущений, дифференцировки движений, формирования реальных навыков. Однако наибольший эффект отмечается при использовании как внутренних, так и внешних представлений (Weinberg, Gould, 2019).

На разных этапах технического совершенствования спортсмен сталкивается с необходимостью формирования образа действия, соответствующего его квалификации и двигательному опыту. Например, Е. Н. Сурков (1984) этапы становления технического мастерства увязывает с формированием в сознании спортсмена соответствующих образов движений: первичный зрительный образ; расчлененный зрительный образ; детализированный зрительно-двигательный образ; обобщенный, преимущественно двигательный образ. Опираясь на эти образы, спортсмен повышает свое техническое мастерство, постепенно углубляя возможности управления движениями на ведущем и фоновых уровнях, постоянно увеличивая долю последних. Если в процессе начального обучения занимающиеся опираются преимущественно на полный и расчленённый зрительный образ, то при подготовке к высшим достижениям совершенствование технического мастерства в основном осуществляется на основе формирования двигательного образа с опорой на специфические виды чувств.

В процессе технического совершенствования возможны создание вполне четких смысловых и содержательных образов рациональной спортивной техники, разработка конкретных моделей спортивной техники с достаточно точной количественной характеристикой её основных элементов. Это предопределяет всю стратегию технического совершенствования спортсмена, направленную

на формирование конкретных вариантов спортивной техники, ориентированной на вполне определенные пространственные, временные и динамические параметры.

Следует учитывать, что чем выше квалификация спортсменов и владение ими двигательным навыком, тем большую мышечную активность они проявляют, что наглядно проявляется уже в уровне энергозатрат. Относится это, естественно, к мышцам, несущим основную нагрузку при выполнении данного действия. Все остальные реакции (меж- и внутримышечная координация, использование реактивных и внешних сил, эластичных свойств растянутых мышц и др.) могут быть рассмотрены только как реакции рационализации движений, призванные обеспечить не только максимальную, но и главное — целенаправленную мышечную активность, нацеленную на достижение наивысшего заданного результата. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить результаты как общей мышечной активности, так и активности той части мышечной системы, которая несет основную нагрузку в конкретном двигательном действии у выдающихся спортсменов и спортсменов более низкой квалификации. С ростом спортивного мастерства возрастающая общая мышечная активность и активность основных мышечных групп одновременно сопровождаются снижением активности части мышечного аппарата, не участвующей в выполнении двигательного акта (Gamble, 2013).

Это принципиальное положение является одним из основных в рациональном построении системы управления движениями в разных видах спорта: стремление к максимальной активности ведущей для данного вида спорта части мышечной системы и подчинение этой задаче всех остальных её частей.

Адаптация нервной системы в процессе физической подготовки спортсменов

В начале этой главы отмечалось, что в отношении развития двигательных качеств нервная система обеспечивает регуляцию всех видов движений и двигательных действий (двигательная функция); объединяет и синхронизирует деятельность органов и процессов, связанных с проявлением и развитием двигательной функции и двигательных качеств (интегрирующая функция); формирует приспособительные реакции организма в ответ на внешние воздействия, направленные на развитие двигательных качеств (адаптивная функция); регулирует процессы, связанные с оптимизацией физической подготовки в результате влияния специфических внешних факторов — климато-географических, погодных, материально-технических, информационных и др. (регулирующая функция).

Реализация всех этих функций обеспечивается реакцией на применяемые нагрузки всех видов рецепторов, преобразование этих реакций в потоки нервных импульсов, направляемых в центральную нервную систему, которая обрабатывает полученную информацию и формирует ответный сигнал. Головной и спинной мозг, которые связаны нервами со всеми органами и тканями организма, корректируют их функции и обеспечивают течение всех адаптационных реакций как в отношении повышения качества движений и двигательных действий, развития двигательной памяти, так и координации и синхронизации деятельности клеток, тканей, органов, систем энергообеспечения.

Осуществление нервной системой этих функций в управлении движениями и двигательными действиями в интересах и с учётом требований каждого из видов спорта может быть обеспечено лишь при чёткой реализации положений, принципов и правил специальной дидактики, опирающейся на объективные закономерности сформированные в том числе и на использовании массива биологического и психологического знания. В спорте именно педагогическая установка является

основополагающим элементом, позволяющим спортсменам обеспечить развитие двигательных качеств в необходимом балансе между ними и в органичной связи со спортивной техникой, тактикой и психологической подготовленностью.

В специальной литературе и спортивной практике является явно недооцененной роль нервной системы в развитии и проявлении различных двигательных качеств. Это отразилось и в недостаточном объёме знаний в этой области и в неразработанности методики развития нервной системы, понимании той решающей роли, которую играют нейрорегуляторные и нейрогуморальные процессы в развитии и проявлении любого из двигательных качеств.

Содержанием настоящей главы в определённой степени восполняется объём знаний, относящихся к проблеме участия и развития нервной системы в физической подготовке спортсменов. Уделяется внимание и тому факту, что значительный объём литературного материала, положенный в основу развития двигательных качеств, получен без учёта механизмов нейрорегуляции движений, что делает сомнительной возможность его применения в практике.

Необходимость критичного подхода к новациям в области физической подготовки спортсменов

Популярность и интенсивное развитие спортивной науки в последние десятилетия, резко возросшие её финансовые, материально-технические и кадровые возможности, постоянно возрастающие потребности практики в результатах научных изысканий, толкнули отдельных специалистов на активное продвижение рекомендаций, не имеющих должного научного обоснования и проверки на практике. Это явление получило достаточно широкое распространение и приводит к серьёзным негативным последствиям, насыщая ложными знаниями тренеров и отрицательно влияя на качество подготовки спортсменов, а, в ряде случаев, ломая их спортивную карьеру.

Причины распространения ложной информации различны. В их числе амбиции и самоуверенность специалистов, пришедших в спортивную науку из других областей и не понимающих всей сложности знаний в области подготовки спортсменов. В ряде случаев это свойственная некоторым представителям науки искренняя, но явно избыточная, а нередко и ошибочная, увлечённость собственными идеями. Нельзя исключать и случаи откровенной недобросовестности, связанные с обслуживанием коммерческих интересов компаний, производящих оборудование, инвентарь, продукты специального питания и пищевые добавки.

Приведём несколько конкретных примеров, демонстрирующих необходимость вдумчивого и критического подхода к использованию новаций в области подготовки спортсменов и её сопровождения, особенно в той части, которая касается участия и адаптации нервной системы.

Так произошло, например, с настойчивыми рекомендациями ряда американских специалистов, объединённых в Американскую ассоциацию силы и подготовки, которая через издательство спортивной литературы «Human Kinetics» выпустила большой объём литературы, в которой обосновывается целесообразность развития максимальной силы, практически в любом виде спорта как у юных, так и у взрослых спортсменов, путём мышечной гипертрофии, приобретённой на очень ограниченном двигательном материале (до 20—30 упражнений) с жёстко детерминированной структурой движений и основными параметрами нагрузки.

Многочисленное выполнение таких упражнений по методике, характерной для бодибилдинга, приводит к формированию нескольких десятков жестко детерминированных нервных сетей и двига-

тельной памяти, ориентированных на конечный результат каждого из упражнений — развитие силы мышц исключительно за счёт мышечной гипертрофии и развития так называемой медленной силы, не имеющей никакой связи со спортивной результативностью в подавляющем большинстве видов спорта и, даже, очень слабо связанной с подготовленностью в скоростно-силовых видах — тяжелой атлетике, легкоатлетических метаниях. Естественно, что созданные такой методикой нейронные сети и соответствующая им двигательная память находятся в полном противоречии с требованиями различных видов спорта и становятся непреодолимым барьером в деле решения задач, стоящих перед физической подготовкой спортсменов. Это и естественно, так как методика, характерная для бодибилдинга, направлена на развитие мускулатуры и её рельефа с целью демонстрации телосложения в статичных положениях, ничего общего не имеющих с динамической активностью, характерной для различных видов спорта.

Аналогичная ситуация и с заполнившими спортивные центры мира тренажёрами для силовой подготовки, выпускаемыми многими компаниями. Специфика этих тренажёров предполагает очень строгую динамическую и кинематическую структуру движений, наиболее эффективных в отношении вовлечения в работу отдельных мышц и мышечных групп. Конструкция каждого тренажёра предполагает стандартную и единственно возможную динамику проявления силы, что обеспечено наличием в цепи тренажёра кулачкового механизма, который регулирует величину нагрузки сообразно возможностям мышц в каждой фазе амплитуды движения. Жёсткое, анатомически выдержанное положение тела при выполнении каждого из упражнений, определённое конструкцией соответствующего тренажёра, определено стремлением к профилактике травматизма.

Таким образом, эти тренажёры очень эффективны для развития максимальной силы, увеличения поперечника мышц, улучшения телосложения, т.е. для решения тех задач, которые стоят перед массовым спортом, особенно молодёжным и используются в индустрии фитнеса. Совсем другое дело, что под влиянием агрессивной рекламы и активной помощи ряда представителей спортивной науки, эти тренажёры широко внедрены в систему тренировочных центров и спортивных баз, в которых осуществляется подготовка спортсменов. В этом нет особой проблемы, если есть чёткое понимание возможностей таких тренажёров и их места в силовой подготовке спортсменов. Дело в том, что эти тренажёры при всей их внешней привлекательности и удобстве в использовании страдают принципиальными недостатками в отношении эффективности для развития силовых качеств и мышечной системы спортсменов. В их числе — формирование узконаправленных и не соответствующих реалиям двигательной деятельности в спорте нейронных сетей, ограничивающих вариативность движений и двигательных действий; ограничение мышечной активности концентрической и эксцентрической работой при отсутствии плиометрической и баллистической, наиболее значимой в спорте; ориентация упражнений на развитие максимальной силы, а не мощности, что противоречит специфике силовой подготовки в спорте; в силу стабильности пояснично-тазового комплекса при выполнении упражнений на подавляющем большинстве тренажёров отсутствуют условия для развития важнейших постуральных мышц, обеспечивающих статодинамическую устойчивость тела, что обусловлено стабильностью пояснично-тазового комплекса при выполнении большинства упражнений; не характерная для двигательных действий в спорте пространственно-временная и динамическая структура движений, запрограммированная каждым из тренажёров.

В этом хорошо разобрались спортсмены высокого класса, специализирующиеся в скоростно-силовых видах спорта, которые сменили первоначальное увлечение этими тренажёрами на традиционную работу со свободными весами, менее эффективную в отношении точности управления параметрами нагрузки, но в неизмеримо большей степени отвечающей специфике спорта.

На этом фоне стала активно развиваться как индустрия производства, так и использование спортивного инвентаря, устраняющее большинство недостатков силовой подготовки, направленной на гипертрофию мышц и построенной на использовании указанных тренажёров. В качестве примера приведем видеотрекеры выполнения упражнений с использованием получающих всё большую популярность «болгарских мячей» и «болгарских мешков» (см. видео **3, 5**). Активным пропагандистом этого инвентаря, методики его производства и применения является известный тренер по борьбе болгарин Иван Иванов, в настоящее время работающий в США. Уникальность представленного инвентаря и выполняемых с его помощью упражнений преимущественно силовой направленности проявляется в исключительном разнообразии воздействия на различные виды и проявления силовых качеств, включении в движения концентрического, эксцентрического, плиометрического, баллистического и изометрического режимов работы мышц. Сильной стороной является и широкая амплитуда движений, обеспечивающая развитие силовых качеств одновременно с гибкостью, преодоление сил инерции в многочисленных переходах от растягивания мышц и соединительной ткани к их сокращению (плиометрический режим), а также исключительно высокая нагрузка на постуральные мышцы, обеспечивающие статодинамическую устойчивость тела. Особо важно отметить одновременное вовлечение в работу подавляющего объёма мышечного массива, обеспечивающее развитие межмышечной координации, а также соответствие большей части двигательных проявлений специфике спортивной борьбы, для которой и предлагаются эти упражнения. Однако с не меньшим успехом они могут быть использованы с определённой коррекцией или без неё во многих других видах спорта.

Сильной стороной представленного инвентаря является и широкий диапазон веса снарядов от лёгких до тяжёлых, что позволяет использовать «болгарские мячи» и «болгарские мешки» юными и взрослыми спортсменами различного пола и уровня подготовленности. Варьированием основных компонентов нагрузки (вес снаряда, темп движений, продолжительность подходов, паузы между подходами) можно регулировать направленность тренировочных воздействий — на развитие мощности движений в широком диапазоне соотношения «сила \times скорость», преимущественное воздействие на плиометрическую и баллистическую составляющие, развитие стартовой или взрывной силы, повышение мощности, вработываемости и ёмкости систем энергообеспечения, органичную взаимосвязь силовых качеств с гибкостью, разными видами координационных способностей.

Аналитико-синтетический и интегральный подходы к развитию двигательных качеств

Для современной теории спортивной подготовки характерен **аналитико-синтетический** подход, при котором первичным звеном является формирование и развитие возможностей множества функциональных систем, связанных со структурой подготовленности и соревновательной деятельности спортсменов с последующей интеграцией их конечного результата в целостность, органично связанную с соревновательной деятельностью.

Аналитико-синтетический подход, при всей его популярности и достаточно высокой результативности как для практики спорта, так и, особенно, научных изысканий, страдает определёнными недостатками, как в отношении его обоснованности применительно к различным возрастным группам занимающихся, этапу многолетнего совершенствования, так и требованиям современного спортивного календаря, когда речь идёт о спорте высших достижений.

Другой, **интегральный**, подход в отличие от аналитико-синтетического в качестве системообразующего конечного результата (акцептора действия) изначально предполагает подбор и использование тренировочных средств и методов, обеспечивающих одновременное воздействие на развитие группы локальных составляющих, определяющих уровень того или иного двигательного качества, энергетических возможностей организма спортсмена или соревновательной результативности — в целом. Например, современные технические средства и разработанные методики их использования позволяют одновременно развивать различные виды силовых качеств и мощности движений, вовлекать в работу большие мышечные массивы, включая постуральные мышцы, обеспечивающие статодинамическую устойчивость тела, проявлять силовые качества в условиях сочетания концентрической, эксцентрической, плиометрической, баллистической, изометрической мышечной активности (см. видео **3, 5**). Разработано достаточное количество комплексов упражнений, обеспечивающих одновременное воздействие на развитие силовых и скоростных качеств, различных координационных способностей, ловкости, выносливости в органичной связи с важнейшими компонентами психологической подготовленности и технического мастерства.

Интегральный подход особенно актуален для подготовки спортсменов высокой квалификации, находящихся во второй стадии многолетней подготовки. Обусловлено это рядом причин. В их числе нецелесообразность максимального воздействия на важнейшие локальные характеристики подготовленности, например, мощность и ёмкость систем энергообеспечения, базовый уровень развития двигательных качеств. В отношении большинства мощностных характеристик в результате предшествовавшей тренировки достигнут индивидуальный адаптационный предел, а стремление превзойти его может привести только к переутомлению и перетренированности. Не менее важно и то, что интегральный подход, при его основополагающей роли в процессе годичной подготовки, позволяет спортсменам находиться в состоянии высокой готовности к соревнованиям в течение 9—10 месяцев года, не допуская дисбаланса между базовыми и специальными компонентами физической подготовленности. Существенным преимуществом этого подхода является и его ориентация на качественную сторону подготовки, изыскание сохранившихся резервов, повышение творческой составляющей в подготовке спортсмена. Работа в этом направлении связана и с существенным снижением суммарной нагрузки (часто до 60—70 % от применявшейся на этапе подготовки к высшим достижениям) в течение первых 1—2 лет этапа максимальной реализации индивидуальных возможностей. Такие объёмы работы и такая нагрузка являются достаточными для сохранения ранее достигнутого уровня функциональной подготовленности, недопущения деадаптации в отношении её важнейших характеристик, и одновременно обеспечивают изыскания скрытых резервов подготовленности, профилактику травматизма, профессиональных заболеваний, продолжение спортивного долголетия.

Нейрорегуляторные процессы в физической подготовке спортсменов

Недооценка роли нервной системы в проявлении и развитии двигательных качеств очевидна и во многом обусловлена тем, что всё, что связано с высшей нервной деятельностью в спорте исторически относится исключительно к сфере психологической подготовки спортсменов. Однако согласно устоявшимся представлениям предметной областью психологической подготовки является управление такими состояниями как уверенность в себе, стремление к соревновательной борьбе и успеху,

эмоциональная устойчивость, умение управлять своими действиями и чувствами, самообладание, упорство, целеустремлённость, решительность, способность к реализации резервных возможностей и другие качества, которые соотносятся с понятием «психорегуляция», под которым принято понимать воздействие спортсмена на своё состояние на основе знаний, опыта, морали, взглядов, представлений, воображения.

В специальной психологической литературе практически не затрагиваются вопросы, связанные с такими понятиями как нейрорегуляция (регуляция функций организма человека при помощи нервных импульсов, исходящих из центральной нервной системы) и нейрогуморальная регуляция (регуляция функций организма человека, при которой нервные импульсы и переносимые кровью и лимфой метаболиты, гормоны и другие вещества обеспечивают протекание конкретного процесса).

В биомеханике спорта роль нервной системы рассматривается в связи с проблемой управления движениями, развитием двигательной памяти, а в спортивно-педагогических дисциплинах — в теории и методике развития двигательных навыков и умений. Что же относится к нейрорегуляторным процессам, определяющим уровень развития различных видов силовых и скоростно-силовых качеств, выносливости, гибкости, других двигательных качеств, методике повышения их потенциала, то эта область представляется недостаточно изученной и во многом игнорируемой практикой. Достаточно наглядно это можно продемонстрировать сопоставлением знаний и их практического применения в сферах нейрорегуляторного и энергетического обеспечения мышечной деятельности. Управление развитием процессов и использование явлений в области энергообеспечения мышечной деятельности глубоко проникло в спорт. Здесь тренировочный процесс уже давно стоит на основе таких обобщающих показателей как АТФ и КрФ, $\dot{V}O_2\max$, частота сокращений сердца, систолический объём и сердечный выброс, артерио-венозная разница, кислотно-основное равновесие, расходование и восстановление запасов гликогена, утилизация жиров, накопление и утилизация лактата и многое др. Совсем иная ситуация с нейрорегуляторными процессами и связанными с ними понятиями относящимися к вниманию, мышлению, памяти, чувственной сфере, ментальной тренировке и др.

В настоящее время достаточно оснований для того, чтобы утверждать, что основные резервы в методике развития двигательных качеств лежат в области совершенствования нейрорегуляторных механизмов, связанных с развитием и проявлением силовых и скоростных качеств, координации и ловкости, гибкости и выносливости. Многие вопросы, связанные с этими механизмами, рассматриваются в главах, посвящённых каждому из этих качеств. Здесь же мы представим ряд соображений, относящихся к методике повышения роли нервной системы в физической подготовке спортсменов.

Ментальная тренировка

Ментальная (мысленная) тренировка представляет собой процесс мысленного выполнения движений, двигательных действий, решения двигательных задач, проявления физических качеств, технико-тактического мастерства, психологических возможностей в тренировочной и соревновательной деятельности без двигательной активности. В силу этого мысленная тренировка связана исключительно с активностью нервной системы и является дополнением к физической тренировке.

Несмотря на то что в области ментальной тренировки накоплен весьма значительный убедительный материал, она не получила должного распространения в практике, особенно в той части, которая связана с развитием двигательных качеств. В этой связи уместно сослаться на высказывание известного специалиста в области нейрорегуляции и психорегуляции движений М. Фельденкрайза:

«Использование мышц без наблюдения, различения и понимания — это механические действия, не имеющие никакой ценности, кроме непосредственного результата, который может быть обеспечен ослом или машиной. Для такой работы не требуется высокоразвитая нервная система человека. Абстрактные ментальные впечатления — тоже чисто механический процесс, если человек не даёт себе времени осознать тот факт, что он обратил на что-то внимание и что этого внимания достаточно для понимания. Без этого впечатление остаётся просто фиксацией, в результате которой может возникнуть лишь механическое повторение ментального процесса, не становящееся частью интегрированной личности» (Фельденкрайз, 2020). Это высказывание базируется на прочной фактологической основе, которая свидетельствует о том, что ментальная тренировка позволяет спортсмену путём мысленного воспроизведения зрительно-слуховых, мышечно-двигательных, зрительно-двигательных, двигательных-словесных представлений лучше усвоить рациональные технико-тактические варианты выполнения движений, оптимальный режим работы мышечного аппарата.

Важным моментом ментальной тренировки спортсмена является постоянная работа над созданием и расширением «внутреннего образа», что особенно важно при совершенствовании техники движений, повышении способностей к максимальному проявлению двигательных качеств. Формирование внутреннего образа, предусматривающего выполнение действий и проявление двигательных качеств за пределами возможного, является существенным фактором повышения эффективности подготовки, расширения пределов возможного. Мысленное представление эффективного двигательного действия, мобилизации функциональных возможностей воздействует на нервную систему почти столь же эффективно, как и реальное выполнение движений или проявление двигательных качеств. Многократные реакции нервной системы на такие мысленные представления расширяют её возможности, способствуют более эффективной регуляции реальной двигательной деятельности (Линдсей, 2003).

Концентрация внимания, уверенность и психоэмоциональная устойчивость спортсменов улучшаются в случае ментальной практики представления ключевых элементов движений, двигательных действий, проявления двигательных качеств, формируя различные умственные модели, дополняющие реальный тренировочный процесс и участие в соревнованиях. Этот тип тренировки влияет на развитие нейрорегуляторных процессов активизации мышечной деятельности, что оказывается полезным не только для повышения эффективности тренировки, но и для предсоревновательной подготовки (Schmidt, Wrisberg, 2013). Важным моментом, отражающим эффективность умственной тренировки, является её связь с мышечной активностью. В процессе создания определенных образов, связанных с теми или иными двигательными действиями, в нервной системе отмечается такая же активность, что и при реальном выполнении движений, однако недостаточная для их осуществления (Paraxanthis et al., 2002). Развитие и использование визуальных и кинестетических образов вовлекает те же мозговые процессы, что и соответствующая реальная деятельность (Cremades, 2016). При мысленной деятельности проявляется последовательность активизации мозговой активности, адекватная реальной деятельности: намерение — вовлекает премоторную кору, готовность — префронтальную кору, а манипуляции с образами — мозжечок (Decety, 1996). Одновременно возникают и соответствующие физиологические ответы, в частности, со стороны сердечно-сосудистой системы — несколько возрастает частота сокращений сердца, систолический объём и сердечный выброс (Weinberg, Gould, 2019).

Особенно эффективна ментальная тренировка в отношении сложных двигательных навыков, вариативности их реализации (Fomin, Collins, 2021). Вместе с тем следует помнить, что мысленная тренировка окажется эффективной, если она сопровождается реальным выполнением упражнений аналогичной направленности, способных органично увязать нейронные связи, активированные ум-

ственной тренировкой, с мышечной активностью. Необходимо обеспечить рациональное сочетание мысленной тренировки с физической, так как избыточная умственная активность, не подкреплённая физической и технической подготовкой, теряет эффективность (Ruffino et al., 2017).

Образы в ментальной тренировке

Различные явления окружающего мира отражаются в сознании и памяти человека в виде образов, своего рода чувственных норм их восприятия. В спорте эти образы, формируемые благодаря органам чувств, по своему содержанию несут чувственный характер и могут относиться к любым событиям, процессам, происходящим в спорте. Однако с точки зрения целевого использования образов их принято разделять на следующие виды: когнитивные образы, связанные с соревновательной стратегией и структурой соревновательной деятельности; когнитивные образы, направленные на развитие и совершенствование двигательных навыков; мотивационные образы, связанные с возбуждением, предстартовыми состояниями, восстановлением и релаксацией; образы, направленные на обретение чувства уверенности и целеустремлённости в тренировочной деятельности (Martin et al., 1999; Веракса, Горювая, 2011). Что же касается возможностей ментальной тренировки в отношении развития двигательных качеств, то здесь оценки и рекомендации в основном несут декларативный характер.

Вместе с тем, очевидно, что создание образов на основе умственного воспроизведения, анализа, моделирования, прогнозирования визуальных слуховых, кинестетических, осязательных ощущений и восприятий, связанных с проявлением силовых и скоростных качеств, координации и ловкости, выносливости и гибкости, выделением принципиально значимых процессов, обеспечивающих уровень их развития и проявлений в соревновательной деятельности, может оказаться исключительно важным для повышения роли нервной системы в физической подготовке спортсменов.

Простейшей формой чувственного образа является восприятие отдельного ощущения, отражающего внешнее воздействие на анализаторы. Комплекс ощущений и их восприятий отдельными анализаторами позволяет различать кинестетические, тактильные, зрительные, слуховые образы. Более сложной формой чувственного отражения явлений являются перцептивные образы, в которых образы, сформированными различными анализаторами объединяются в целостность (Душков и др., 2005).

Кинестетические (двигательные) образы формируются на основе анализа и обеспечения на различных уровнях центральной нервной системы импульсов, посылаемых мышечными и сухожильными механорецепторами. Физические и химические процессы, происходящие в мышечных и сухожильных рецепторах, посылают импульсы, отражающие напряжение мышц на более высокие уровни организации нервной системы. Эти импульсы по нейрорегуляторным путям достигают мозжечка и двигательной области коры конечного мозга, где трансформируются в импульсы, несущие информацию о мышечных сокращениях и движениях и обеспечивающие развитие чувственной сферы, лежащей в основе кинестетических образов.

Тактильные образы основаны на ощущениях, возникающих при механическом воздействии на кожную поверхность внешних стимулов. Тактильные стимулы (прикосновение, давление) воспринимаются свободными нервными окончаниями, клетками Меркеля, тельцами Мейснера, тельцами Пачини. Концентрация восприятия на тактильных ощущениях и создании тактильных образов способствует значительному повышению чувствительности пальцев рук и участков кожи исключительно важной для эффективности движений и действий, проявления различных двигательных качеств.

Визуальные (зрительные) образы отражаются в способности человека создавать представления о явлениях, не находящихся в поле зрения человека. При формировании двигательных образов необходимо учитывать их открытость, наполнение и трансформацию содержания, органическую взаимосвязь с изменениями окружающей среды, разнообразием её пространственной и временной составляющих. Формирование таких образов обеспечивается исключительным разнообразием содержания тренировочной и соревновательной деятельности и высокой когнитивной активностью.

Слуховые образы являются видом мысленных образов, которые используются для восприятия и анализа звуков в отсутствие внешнего слухового раздражителя. Слуховые образы, возникающие в сознании спортсмена, выполняют ориентирующую, регулирующую и рекреационную функции, дополняя в перцептивном образе образы, сформированные другими видами чувств.

Естественно, что при создании и развитии образов как в мысленной так и в физической тренировке необходимо сочетать упражнения на формирование кинестетических, зрительных, тактильных, слуховых образов и объединение их в перцептивные образы, ориентированные на интеграцию импульсов со всех видов анализаторов.

В настоящее время уже хорошо известна важная роль нейрорегуляции в процессах развития и реализации каждого из двигательных качеств, механизмов управления этими процессами. Вопрос только в том, включены ли нейрорегуляторные реакции в методику развития конкретного качества и обеспечена ли их мыслительная обработка — ощущениях, восприятии, осмыслении, анализе, механизмах коррекции. Например, если вернуться к видеоматериалу, на котором представлены силовые упражнения с болгарским мешком (см. видео 5), то кроме целостного образа совокупности двигательных действий, представленных в программе, целесообразно сформировать ряд образов, относящихся к наиболее значимым параметрам силовой нагрузки: образ мышечной активности в фазе перехода от эксцентрической к концентрической работе в плиометрическом режиме; образ мышечной активности, предусматривающий максимальное быстрое проявление взрывной силы; образ мышечной активности в конечной части баллистической фазы (ориентация на максимальное расслабление мышц агонистов, синергистов и антагонистов); образ мышечной активности постуральных мышц, обеспечивающих статодинамическую устойчивость тела и др.

Подобные образы, опирающиеся на ощущения, восприятия, осмысления, анализ должны формироваться по отношению к любому из двигательных качеств и любому упражнению с чётким осознанием цели и методики его применения. Например, выдающийся американский пловец Майкл Фелпс — 23-кратный олимпийский чемпион и обладатель 39 мировых рекордов, в своей тренировке ежедневно отводил 40 мин на выполнение специальных упражнений, направленных на оптимизацию движений и регуляцию мышечной активности. Его тренер Боб Боумен отмечал, что ни одно из упражнений не выполнялось пловцом без чёткого понимания его роли, образа структуры движений, восприятия и анализа мышечной активности.

Важно осмысление элементов техники движений и действий в органичной связи с проявлением двигательных качеств. Особое внимание должно уделяться узловым элементам техники, от которых в значительной мере зависит проявление двигательных качеств. Например, скорость перемещения в разных направлениях в теннисе, хоккее, настольном теннисе, бадминтоне, отражающая уровень быстроты, координации, ловкости во многом зависит от способности спортсмена варьировать частоту и длину шагов, перемещать центр масс тела в вертикальном и передне-заднем направлениях, рационально располагать стопу опорной ноги при смене направления движения, обеспечивать в любой фазе двигательного действия органичное сочетание положения ног, туловища, рук, ракеток,

клюшек, взгляда, концентрации внимания и др. Когда все эти процессы, обеспечивающие эффективность движений и двигательных действий, проявление быстроты, координации, ловкости и силы, сопровождаются активной мыслительной деятельностью и опорой на чувственную сферу, происходит активное расширение возможностей нервной системы, развитие нервной сети и двигательной памяти в направлении интеграции физических качеств, технического мастерства в рациональную модель соревновательной деятельности.

Методика использования образов в процессе развития различных двигательных качеств отличается своей спецификой. В её основе, во-первых, отражение в содержании образов упражнений, важнейших для конкретного вида спорта и двигательного качества кинематических и динамических характеристик движений и двигательных действий. Концентрируя внимание на наиболее значимых характеристиках, следует всячески избегать концентрации внимания на мало значимых или бесполезных показателях. Во-вторых, особую роль при создании таких образов играет перцептивная информация, опирающаяся на специфические чувства — усилий, темпа и ритма движений, пространства, спортивных снарядов — ракетки, штанги, мяча, клюшки, бейсболки, боба, саней и др., особенностей окружающей среды — соперника, партнёра, воды, льда, трассы, моторного пространства и др. Когда речь идёт о развитии координации, ловкости, быстроты с использованием соревновательного метода и групповой формы подготовки при формировании образов важная роль отводится визуализации окружающей среды, использованию звуковых и осязательных сигналов. В-третьих, умственная деятельность, направленная на создание образов, связанных с развитием и проявлением двигательных качеств должна учитывать специфику видов спорта. В видах с чётко регламентированной структурой двигательных действий (циклические виды, спортивная и художественная гимнастика, артистическое плавание, стрельба и др.) следует ориентироваться на обеспечение стандартных образов и тренировочных программ. Напротив, в спортивных играх, единоборствах важно опираться на образы, включающие познавательный компонент, допускающие вариативность движений и двигательных действий, что обеспечиваются разнообразием образов и программ, реализуемых в процессе подготовки. В-четвёртых, необходимо учитывать, что ментальные процессы, связанные с развитием образов, должны органично сочетаться с соответствующей реальной деятельностью. В течение тренировки такое соответствие постепенно реализуется в развитии нейронной сети и двигательной памяти, в то время как отсутствие должной связи между ментальными процессами и спецификой вида спорта приводит к разобщению нейрорегуляторной адаптации с проявлением двигательных качеств в специфичных для вида спорта двигательных действиях.

Активное использование образов в тренировочной деятельности повышает самооффективность спортсменов, стимулирует активный и творческий подходы к использованию средств и методов подготовки, является фактором, стимулирующим результативность тренировочных программ (Веракса, Горвая, 2011).

Эффективность применения образов определяется и использованием ряда методических положений:

- при выполнении упражнений, направленных на развитие образов в процессе физической подготовки, необходимо обеспечивать высокую как когнитивную, так и физическую активность, что обеспечивает раздражение периферических рецепторов и стимулирует адапционные реакции;
- в процессе мысленной тренировки необходимо ориентировать спортсмена на тех же мыслях, чувствах, действиях, которые являются основными при реальном выполнении упражнений;

- формируемый образ должен соответствовать уровню технической подготовленности спортсмена и развитию двигательных навыков, т. е. обеспечивать психофункциональную согласованность, использовать ментальную модель, которая может параллельно совершенствоваться в процессе физической тренировки;
- в процессе формирования образа следует стремиться к тому, чтобы спортсмен находился в состоянии эмоционального возбуждения, характерного для реальной двигательной деятельности (Smith et al., 2007).

Важно напомнить, что умственная тренировка, связанная с созданием и использованием образов, ни в коей мере не может заменить физической тренировки, а является лишь эффективным дополнением к ней. При этом роль умственной тренировки планомерно возрастает с ростом спортивного мастерства и продолжительности спортивной карьеры, становясь особенно важной во второй стадии многолетнего совершенствования, на этапах максимальной реализации индивидуальных возможностей и сохранения высших спортивных достижений. Это и естественно, так как спортсмены высокой квалификации, отличаются высокоразвитыми чувственными и аналитическими способностями, большим объёмом специфической долговременной памяти как сознательного, так и бессознательного характера.

Рациональная методика использования образов в процессе развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов способствует развитию соответствующей нейронной сети — совокупности нейронов головного и спинного мозга и ганглиев периферической нервной системы, функционально объединённых требованиями вида спорта к развитию и реализации двигательных качеств. Между нейронами образуются новые связи, усиливается синаптическая трансмиссия, формируется конкретная нейронная сеть, ускоряются и оптимизируются процессы восприятия, обработки и реализации получаемой информации, т.е. возрастает пластичность мозга. Поэтому процесс обучения и тренировки спортсменов должен постоянно сопровождаться их аналитической деятельностью — восприятием информации, её осмыслением и использованием при управлении движениями, контролем и изменением их пространственных, временных и динамических характеристик. Это исключительно важно для увеличения пластичности нервной системы, конструктивности, объёма и лабильности двигательной памяти.

Эффективность мысленной тренировки с использованием образов находится в прямой зависимости от времени, затраченного на такую тренировку и разнообразия создаваемых и используемых в её процессе образов. Чем большее внимание уделяется мысленной тренировке и чем она разнообразнее как в отношении количества образов, так и условий проведения, тем более выраженным окажется положительный эффект. Мысленная тренировка может проводиться в любое время и в любом месте; перед, во время и после тренировочных занятий и соревнований, в свободное время, в межсезонье, во время вынужденных простоев в связи с травмой и др. (Wakefield et al., 2013). С практической точки зрения исключительно важно также обеспечить временное соответствие между образами и реальными комплексами упражнений, направленными на развитие двигательных качеств (Guillot et al., 2012).

Эффективность умственной тренировки в создании образов повышается, если она проводится в разное время и различных условиях. Важно, чтобы такой тренировке предшествовал кратковременный отдых и релаксация, отвлечение от забот и влияния окружающей среды. Особое внимание в каждом конкретном случае следует обращать на цель образа — сосредоточение внимания на конкретных характеристиках движений и мышечной активности, психоэмоционального состояния, ощущениях, восприятиях, чувствах, принимаемых решениях в отношении коррекции движений и двигательных действий.

Внимание и адаптация нервной системы

Адаптационные процессы, протекающие в нервной системе во время тренировки и соревнований тесно связаны с вниманием — избирательной направленностью интереса к конкретному явлению. В зависимости от объёма и сосредоточенности выделяют несколько типов внимания.

Первый тип внимания отличается большим объёмом и внутренней направленностью (ощущения спортсмена, его чувства, мысли). Для **второго типа** также характерен большой объём внимания, но внешняя сосредоточенность. Он благоприятен для спортсменов, которым необходимо принимать решения с учётом многообразия внешних факторов (например, в спортивных играх). **Третий тип** отличается ограниченным объёмом и внешней сосредоточенностью. Такое внимание позволяет реагировать на несколько объектов или движений и быстро принимать решения, что очень важно в играх, единоборствах, сложнокоординационных видах спорта. **Четвёртый тип** отличается небольшим объёмом и внутренней сосредоточенностью. Этот тип внимания важен для успеха в циклических видах спорта, особенно связанных с проявлением выносливости, где важно уметь точно оценить свое физическое состояние, степень утомления, особенности структуры движений и т. п. (Найдиффер, 1979).

Каждый из типов внимания проявляется в различных соревновательных ситуациях. Умение спортсмена переключаться с одного типа внимания на другой, контролировать объём и направленность внимания является важной составной частью ментальной подготовленности и характеризуется как **пластичность внимания**. Например, установлено (Morgan et al., 1987), например, что спортсмены высокой квалификации, специализирующиеся в циклических видах спорта, связанных с проявлением выносливости (конькобежный спорт, бег на длинные дистанции и др.), способны существенно менять направленность внимания. Они тщательно контролируют основные характеристики движений, дыхание, деятельность мышц при интенсивной работе и в условиях утомления и т. д. и одновременно способны отвлекаться при относительно невысокой нагрузке, в устойчивом состоянии.

Применительно к решению задач, возникающих в тренировочной и соревновательной деятельности, выделяются и такие виды внимания, как: **фокусированное** — способность сконцентрировать внимание на определенном стимуле; **неослабленное** — способность длительное время концентрировать внимание на определенном стимуле; **селективное** — способность сконцентрировать внимание на наиболее значимом стимуле, абстрагируясь от других; **распределенное** — способность к концентрации внимания на совокупности различных стимулов; **переключаемое** — способность к перемещению внимания с одних стимулов на другие. Все виды исключительно важны для адаптации нервной системы, а их избирательное и комплексное развитие является важной стороной ментальной подготовки спортсменов.

Очень важным является умение спортсменов избегать отвлечения внимания от эффективного выполнения тренировочных и соревновательных действий на посторонние раздражители. Имеется много причин, которые могут отвлекать внимание спортсмена от главной задачи. Одними из факторов, отвлекающих внимание, являются неуверенность и беспокойство, чувство страха. Эти эмоциональные реакции, отвлекая внимание спортсмена на посторонние мысли, снижают качество нейрорегуляторной активности.

К снижению эффективности нейрорегуляции может привести и обостренное внимание к хорошо автоматизированным двигательным навыкам, выполняемым в условиях главных соревнований. Объясняется это тем, что в ответственных соревновательных ситуациях, когда спортсмены остро осознают важность выполнения двигательных действий с высокой эффективностью, они нередко стремятся автоматизированные навыки подчинить механизму управляющей (сознательной) обра-

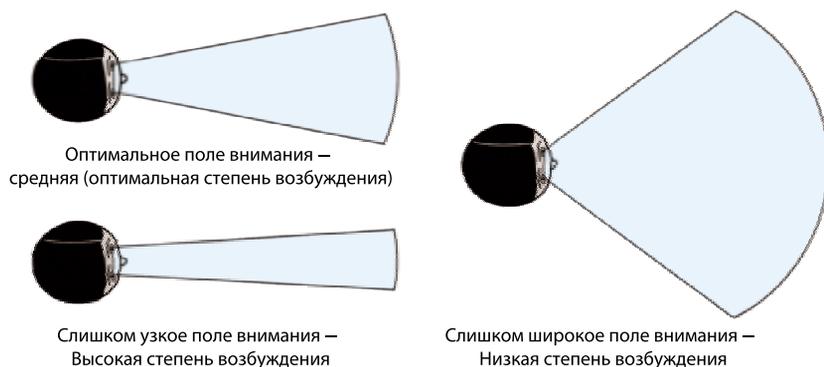


РИСУНОК 11.12 – Поле внимания в зависимости от уровня эмоционального возбуждения спортсмена (Уэйнберг, Гоулд, 2001)

ботки. Попытка активно и сознательно контролировать процесс, вовлеченный в хорошо автоматизированный навык, как правило, приводит к ухудшению эффективности двигательных действий.

Повышенное эмоциональное возбуждение в предстартовой обстановке является положительным фактором, если не переходит оптимальных границ. Оптимальное возбуждение проявляется в уверенности спортсмена в своих силах, позитивной установке на соревновательную борьбу, повышенном внимании, высокой степени регуляции движений и др. Как только уровень эмоционального возбуждения превышает оптимальный диапазон, наступает перевозбуждение, которое приводит к неуверенности, тревожности, снижению внимания, дискоординации двигательной и вегетативных функций и, как следствие, к снижению эффективности соревновательной деятельности (Brewer, 2009).

Уровень эмоционального возбуждения способствует формированию поля внимания, что исключительно важно для соревновательной деятельности. Оптимальное возбуждение или повышенное эмоциональное возбуждение, отвечающее соревновательной ситуации и возможностям спортсмена, сопровождается оптимальным полем внимания. Для перевозбуждения характерно слишком узкое, а для низкой степени возбуждения — слишком широкое поле внимания (рис. 11.12).

Большое значение для эффективного выполнения тренировочных программ, направленных на развитие внимания как избирательного интереса к конкретному явлению, имеет уверенность спортсмена в принятой методике подготовки. Эта уверенность формируется под влиянием авторитета тренера, образованности спортсмена, его физического и психологического состояния, работоспособности, переносимости нагрузок, сна, психологической атмосферы на занятиях, настроения. Формирование и поддержание такой уверенности в значительной мере предопределяет неослабленное внимание к тренировочным действиям, качеству каждого движения. Следует также обращать внимание на четкое определение целей, которые ставит перед собой спортсмен в процессе тренировки и соревнований. В качестве общих принципов, которые должны использоваться при постановке и достижении целей, определены следующие (Weinberg, 1990):

- вовлечение спортсмена в процесс определения целей; спортсмен не осознает поставленных целей, если они ему навязываются;
- цели должны быть определены четко и ясно; спортсмены в большей степени посвящают себя поставленным целям, если они конкретны, специфичны, трудны, но реальны;
- необходимость регулярной обратной связи и подкрепления по ходу процесса достижения целей; спортсмен должен иметь конкретный план достижения целей, а также возможность постоянно оценивать прогресс в их достижении; программа подготовки должна также включать систему поощрений в случае достижения поставленных целей (Lemyre, Fournier, 2013).

Память в управлении движениями и двигательными качествами

Память, как одно из свойств нервной системы, отражающее её способность к сохранению информации о событиях внешнего мира и реакциях на эти события организма, играет важную роль в процессе развития двигательных качеств и особенностей их проявления в тренировке и соревнованиях. Процессами памяти являются запоминание информации, её хранение, воспроизведение и забывание. **Запоминание** — процесс сохранения в нервной системе ощущений, восприятий, мышления; **хранение** — накопление, обработка и сохранение информации в структуре памяти; **воспроизведение** — процесс узнавания событий прошлого опыта: мыслей, реакций, ощущений, движений, двигательных действий, чувств; **забывание** — утрата способности к узнаванию и воспроизведению явлений, ранее отражённых в памяти.

Выделяют два вида памяти — кратковременную и долговременную. Кратковременная память формируется путём образования временных форм нейронных связей, опирающихся на обработку ощущений, восприятий, мышления и информации, выделенных вниманием из долговременной памяти. Долговременная память является частью подсознания, отличается стабильными изменениями в нейронной сети, а её хранение обеспечивается мозжечком.

Некоторые специалисты (Аткинсон и др., 2007) в качестве подвида кратковременной памяти выделяют сенсорную, связанную с чувствами и переработкой информации, интенсивно поступающей в органы чувств. Такая память, опирающаяся на постоянно изменяющиеся зрительные, кинестетические, тактильные, слуховые раздражители удерживается 1–2 секунды и является исключительно важной для реакций, обеспечивающих проявление ловкости, координации, быстроты. Образы, формируемые сенсорной памятью, могут постепенно перемещаться в кратковременную и долговременную память (Боднар, 2008).

Видом долговременной памяти, обеспечивающей эффективность движений и двигательных действий, реализацию любого из двигательных качеств, является так называемая **процедурная** память. Эта память управляет явлениями, находящимися ниже границы уровня сознания. Двигательные действия, основанные на этой памяти, как правило сложные и многофакторные, осуществляются без участия осознанного внимания, контроля и управления. Именно эта память лежит в основе интеграции двигательных качеств с технико-тактическим мастерством, психологической подготовленностью и имеет решающее значение для результативности соревновательной деятельности в любом виде спорта.

Процедурная (неосознаваемая) память развивается путём многократного повторения движений и двигательных действий, включая наиболее сложные, до тех пор, пока не разовьются необходимые нейронные сети, обеспечивающие эффективную нейрорегуляцию, автоматизированную и сбалансированную деятельность двигательной и вегетативных функций.

Формирование неосознаваемой памяти в процессе освоения движений и развития двигательных качеств охватывает три фазы — когнитивную, ассоциативную и автономную. В **когнитивной фазе** происходит понимание движения или двигательного действия, особенностей его структуры, важнейших фаз, мышечной активности и т. д. В этой фазе исключительную роль играют знания, прежний опыт, различные виды внимания, чувства, способность к анализу ощущений и восприятий, их использованию в процессе совершенствования умений и навыков, развития двигательных качеств. **Ассоциативная фаза** включает многократное повторение движений и действий при активной мыслительной деятельности, направленной на исключение неэффективных элементов и автоматизацию значимых кинематических и динамических характеристик, а автономная фаза от-

личается формированием нейронной сети, обеспечивающей рациональность и автоматизм движений и двигательных действий, исключение мыслительных усилий. Особую значимость в формировании автономной памяти имеет активная мыслительная деятельность в когнитивной и ассоциативной фазах.

Среди множества видов памяти для процесса управления движениями и двигательными качествами важны зрительная (визуальная) память, двигательная (кинестетическая) память, звуковая (аудиальная) память. Существует также такое понятие как рабочая (оперативная) память, содержащая объём информации, необходимой для текущей мыслительной деятельности, связанной с решением определённой задачи.

Кратковременная (оперативная) память содержит воспоминания, хранящиеся от долей секунды, до нескольких секунд, что характерно для видов спорта с постоянно изменяющимися ситуациями в тренировочной и соревновательной деятельности, например, в спортивных играх, единоборствах, шоссейных велогонках, биатлоне, лыжных гонках и др.

Чтобы отложить информацию в кратковременной памяти, на ней должно быть сконцентрировано внимание. Подавляющая часть информации, отражающая процессы, происходящие в указанных видах спорта, является малозначимой и не должна попадать в кратковременную память. Поэтому выделение и обострённое внимание к значимым характеристикам обуславливает их попадание в кратковременную память и возможность последующего использования.

Кратковременная память отличается очень низким объёмом воспоминаний, обычно от 3—5 до 7—9 элементов. Однако под влиянием тренировки объём памяти может быть увеличен. Однако здесь возникает проблема активации элементов кратковременной памяти: чем больше её объём, тем труднее выделение и использование наиболее значимых элементов, т.к. время ответного её действия, требующее миллисекундной точности, прямо пропорционально количеству элементов, находящихся в кратковременной памяти. Поиск значимых элементов протекает на бессознательной основе, так как извлечение из кратковременной памяти нужного элемента происходит в течение нескольких десятков миллисекунд (Аткинсон и др., 2007).

Кратковременная память находится в тесной связи с долговременной двигательной памятью, так как от последней зависит реализация решений, связанных с активацией элементов кратковременной памяти. Перенос элементов из кратковременной памяти в долговременную обеспечивается многократным повторением информации в кратковременной памяти.

Объём долговременной памяти и способность к её использованию, особенно в сложных и неожиданно возникающих ситуациях, обусловлены развитием нейронной сети. Расширение нейронной сети и связанное с ней увеличение объёма долговременной памяти позволяет разнообразить и оптимизировать нервные сигналы, направляя их по новым траекториям и расширяя двигательные возможности спортсмена. Чем разнообразнее средства и методы, тренировочные программы, направленные на развитие двигательных качеств и компонентов их определяющих, тем шире возможности для расширения нейронной сети и объёма двигательной памяти, а чем чаще и продолжительнее используются эти средства, методы и программы, тем прочнее и устойчивее связанные с ними пути нейронной сети.

Насыщение содержания процесса подготовки материалом неадекватным требованиям вида спорта, нарушение необходимого баланса между тренировочными воздействиями различной направленности приводит к развитию нейронной сети в направлении, не соответствующем специфике вида спорта, создавая сложности в формировании оптимального двигательного ответа как при сознательном, так и бессознательном управлении. Необходимо учитывать, что при передаче нервной системе афферентных (чувствительных) или эфферентных (двигательных) сигналов известны на-

чальный и конечный пункты, но через какие нейроны и какие структуры нейронной цепи пройдёт эта информация, как она трансформируется и конкретизируется, насколько она будет соответствовать реальной ситуации зависит как от структуры сформированной нейронной сети, так и механизмов прохождения возбуждения от конечной части аксона (синаптического окончания, синапса) к нервной или другой возбудимой клетке с сохранением его информационной значимости. Вероятнее всего, информация будет протекать по тем путям, образование которых базировалось на движениях и двигательных действиях, многократно повторявшихся в предыдущей деятельности. Если же в предшествовавшем процессе подготовки отсутствовали те или иные значимые явления, то не следует надеяться, что они найдут отражение в нейронной сети и проявятся в двигательной памяти.

Таким образом, эффективность нейронной сети в управлении движениями и двигательными действиями зависит от того, под влиянием каких средств и методов она формировалась и развивалась.

Чувства в управлении движениями и двигательными качествами

Специфика современного спорта с его предельными требованиями к организму, исключительной сложностью и интенсивностью двигательных действий, остротой и трудной предсказуемостью соревновательной борьбы, высоким риском травматизма, исключительной социальной и психоэмоциональной значимостью побед и поражений предъявляет особые требования к чувственной сфере спортсмена, его способности воспринимать явления внешнего мира и внутреннего состояния организма посредством органов чувств. Чувственное восприятие, как достаточно сложная и активная форма мышления, обеспечивает синтез чувственных данных, расширяет, уточняет, дополняет образ явления, путях его коррекции или использования.

Из всего богатства чувств, которые испытывает человек при занятиях спортом, применительно к задачам этой книги, интерес представляет лишь ограниченная область чувств, связанных с управлением движениями, развитием двигательных качеств и физической подготовкой спортсменов.

Известно, что высокие достижения в спорте доступны спортсменам с высокоразвитой чувственной сферой, отражённой в специфических ощущениях и восприятиях и получившей отражение в таких понятиях как чувства воды, льда, снега, дрожки, снаряда, дистанции, времени, пространства, усилий, партнёра, соперника, утомления, восстановления, готовности к соревнованию и др. Все эти и подобные им чувства играют исключительную роль в эффективности подготовки спортсменов, их способности к управлению движениями и двигательными действиями, развитию и проявлению двигательных качеств, перемещению их регуляции на подсознательный (автоматизированный) уровень.

Ориентация на развитие чувственной сферы человека требует рассмотрения тела и ума в органичном единстве, позволяющем все процессы, сведенные с ощущениями, восприятиями, осознанием и действиями воспринимать в виде целостного психофизиологического процесса, в котором изменения в его любой части отражаются и во всех остальных. Особую роль при развитии чувственной сферы следует отводить ощущениям и восприятиям. Ощущениям — как к отражению явлений органами чувств в каждый конкретный момент, восприятиям — как к результату синтеза ощущений, формирования образа явления. Ощущения и восприятия обеспечивают тесную связь с центральной нервной системой, обеспечивают развитие нейронной сети, оптимизирующей управление движениями, развитие и реализацию двигательных качеств.

В разных вида спорта ощущения и восприятия формируются на различных органах чувств. В плавании, гребле, конькобежном спорте, легкоатлетических метаниях и прыжках, других видах со строго лимитированной структурой соревновательной деятельности основную роль играют проприоцептивные (мышечно-суставные) ощущения. В спортивных играх, спортивных единоборствах, артистическом плавании, шоссейных велогонках, биатлоне формирование специфических чувств связано с использованием сигналов, поступающих не только от кинестетических рецепторов, но и от зрительных, слуховых, тактильных.

Механическое выполнение множества упражнений, не сопровождаемое сознательным вниманием к ощущениям, их восприятию, анализу, пониманию и соответствующими коррекциями существенно ограничивают результативность тренировочного процесса. Например, выполнение стандартных тренировочных программ, направленных на развитие выносливости без вовлечения чувственной сферы и сознательного анализа, оказывается эффективным в отношении повышения потенциала систем энергообеспечения, аэробной или анаэробной, в зависимости от применяемых средств и методов. Однако такая работа не затрагивает ряда других внешних и внутренних компонентов, определяющих уровень этого качества. Совсем другой результат дает работа, сопровождаемая постоянным анализом ощущений о темпе и ритме движений, активности и согласовании деятельности мышц, несущих основную нагрузку, и всех остальных мышц, активность которых должна способствовать, а не препятствовать эффективному двигательным действиям, обеспечивать рациональное положение тела, внешнего дыхания. Такой анализ существенно влияет на эффективность и экономичность двигательных действий, существенно повышая эффективность тренировки, способствуя развитию чувственной сферы.

Важно учитывать, что дифференцировать ощущения и различать различия между ними значительно легче при слабых раздражителях. Чем слабее раздражители, тем эффективнее тренировка, направленная на повышение чувствительности. Для того, чтобы ощутить различия в усилиях, сами усилия должны быть небольшими. Например, очень легко ощущать разницу в усилиях при работе с гантелями весом от 1 до 2 кг, от 3 до 5 кг. И весьма трудно оценить различия в усилиях при работе со штангой 60 и 61 кг или 70 и 72 кг. Это правило в равной мере относится к зрению или слуху. Поэтому, когда стоит задача развития чувствительности, раздражители должны быть минимизированы (Фельденкрайз, 2020).

Таким образом, при выполнении упражнений, направленных на развитие любого из двигательных качеств, активную мышечную деятельность необходимо постоянно сопровождать анализом внутренних ощущений тела и его частей. Непрерывная связь внутренних ощущений пространственных, временных и динамических характеристик движений с реальными действиями активизирует мышление, обеспечивает разностороннюю и органичную физическую подготовку. А многократное выполнение упражнений, не опирающихся на постоянный сознательный контроль, способно в большей мере закрепить ошибки и затормозить развитие, чем привести к позитивным результатам.

Реакции на раздражители

В числе важнейших реакций адаптации нервной системы, связанных с развитием двигательных качеств, в частности, скоростных, координационных, ловкости находится способность адекватного реагирования на слуховые, зрительные, тактильные, проприоцептивные или смешанные раздраже-

ния. В ответ на эти виды раздражений возможны **собственно реакции**, т. е. ответное реагирование на возникающий сигнал, и **реакции предвосхищения**, т. е. реагирование, предполагающее соответствующие реакции экстраполяции в определенных временных, пространственных или пространственно-временных соотношениях между возникающим стимулом и ответным действием.

Собственно реакции и реакции предвосхищения могут быть простыми и сложными. Сложные подразделяются на дизъюнктивные (со взаимоисключающим выбором) и дифференцировочные. Реакция боксёра на действия его противника, заставляющего или наступать или отступить, реакция футболиста – ударить по воротам или сделать передачу партнёру – относятся к дизъюнктивным (т. е. нельзя одновременно отступить и наступать, бить по воротам и передавать мяч и т. д.). Дифференцировочные реакции – один из наиболее сложных видов реагирования, требующий большого напряжения внимания для быстрого выбора наиболее адекватного ответного действия, а иногда и прекращения уже начавшегося ответа или переключения на другой вид действий. Например, фехтовальщик, начавший атаку, должен суметь перехватить контратаку противника и продолжить свою. Баскетболист, начавший действие для поражения кольца и увидевший эффективную защиту, меняет замысел и передает мяч партнёру, находящемуся в лучшем положении, и т. д.

Латентное время реакции на раздражители зависит от их сложности и обычно колеблется в диапазоне 200–600 миллисекунд. В то время как наиболее эффективные реакции в сложных и постоянно изменяющихся ситуациях реальной спортивной деятельности протекают значительно быстрее. Целесообразное и результативное реагирование спортсменов (особенно в сложных ситуациях единоборств и игр) может быть объяснено выполнением действий по типу реакций предвосхищения (антиципации). В этом случае спортсмен реагирует не на появление того или иного раздражителя, а предугадывает появление сигнала для своих действий, предвосхищая момент и место действия соперника или партнёра (движение оружия в фехтовании, появление мяча в играх, положение тел и их частей партнёров, соперников и др.). Реакция предвосхищения является одной из форм вероятностного прогнозирования, важнейшим качеством, обеспечивающим результативность деятельности человека в сложных скоростных взаимодействиях спортсменов (табл. 11.1).

Различают два вида **предвосхищения**: 1) **перцептивное**, заключающееся в контроле движения объекта с целью его перехвата в обусловленном месте; 2) **рецепторное**, состоящее в экстраполяции момента появления объекта на основании оценки временных периодов.

ТАБЛИЦА 11.1 – Некоторые специфические эффекты антиципации в мышлении спортсмена (Ломов, Сурков, 1980)

Класс задачи	Основной критерий решения задачи	Эффект антиципации речемыслительного уровня
Проблемный тип	Нестандартный способ	
Планирование действий	С учётом возможных неожиданностей	Вероятностное прогнозирование действий противника на основе прогностического понимания его возможностей
Упреждение тактического действия во времени и пространстве. Рефлективное управление	С учётом сильных и слабых звеньев в подготовке противника	Разгадывание истинных и ложных действий противника
Планирование и организация коллективных действий в масштабах команды в целом	Навязывание противнику неудобного для него темпа действия. Создание условий для сообщения противнику ложной информации	Групповая координация действий с упреждением действий противника

В процессе соревновательной деятельности спортсмен реагирует, предвосхищая пространственные и временные характеристики движущихся объектов (мяч, партнёр, соперник и др.) как находящиеся в его поле восприятия (зрение, слух и др.), так и соразмеряя временные и пространственные характеристики своих действий с ритмом и темпом ранее изученных движений и действий партнёров и соперников, без контроля зрительного и слухового анализаторов (Цзен, Пахомов, 1985).

Ориентация человека в процессе двигательных действий реализуется с помощью комплексной деятельности анализаторов, которая позволяет осуществлять целостное представление о положении тела, его перемещениях и эффективно реагировать адекватной формой поведения, взаимодействуя во времени и пространстве с предметом, снарядом, партнером, соперником.

Несмотря на разнохарактерность требований к выбору средств и методов, используемых для совершенствования реагирования, можно выделить некоторые общие положения методики:

- освоение каждого вида реакций (простых, дизъюнктивных, дифференцировочных) имеет самостоятельное значение;
- принципиальная общеметодическая установка заключается в последовательном совершенствовании простых, дизъюнктивных и дифференцировочных видов реагирования;
- каждый вид реагирования первоначально совершенствуется самостоятельно, без объединения с другими;
- совершенствование антиципации (пространственных и временных предвосхищений) в реакциях идет вслед за приобретением определённого технического фундамента;
- при совершенствовании способностей к реагированию последовательно должны решаться следующие задачи: а) сокращение времени моторного компонента приёма; б) уменьшение времени скрытого периода действий; в) совершенствование умения предвосхищать временные и пространственные взаимодействия.

Бессознательное управление движениями и двигательными действиями

Требования высокоэффективной соревновательной деятельности в любом виде спорта предъявляют исключительно высокие требования к скорости и разнообразию решений и двигательных действий при постоянной смене внешних раздражителей и внутреннего состояния организма. Большая часть эффективных двигательных действий исключает возможность их осознанного применения уже в силу отсутствия необходимого времени для реакции на внешние раздражители, обработку их центральной нервной системой и соответствующие эфферентные сигналы. Поэтому важнейшей частью подготовки спортсмена, непосредственно связанной с адаптацией нервной системы, является развитие массива двигательной (процедурной) памяти, которая может быть реализована в движениях и действиях, выполняемых в кратчайшее время на бессознательном уровне, без включения коры головного мозга.

Развитие совокупности качеств, в отношении которых устранён контроль сознания, требует понимания процессов перехода компонентов подготовленности спортсмена с уровня сознательного контроля и управления в бессознательный. К проявлениям бессознательного в сфере спортивной подготовки и соревновательной деятельности относятся поведенческие автоматизмы и стереотипы, действующие в многократно отработанных или близких к ним ситуациях, в сознательном управлении которыми нет необходимости. К бессознательным относятся и несо-

знательные процессы, также исключительно важные в спорте высших достижений — интуиция, вдохновение, антиципация.

Основой бессознательных движений является развитие в спинном мозге двигательной нейронной сети, контроль и управление элементами которой осуществляет мозжечок, обеспечивая образование многочисленных рефлекторных колец, через которые и осуществляется бессознательное управление движениями и двигательными действиями. Формирование, объём и структура нейронной сети, обеспечивающей рациональную двигательную активность и проявление двигательных качеств, должны соответствовать специфике вида спорта, требованиям к соревновательной деятельности, закономерностям и особенностям развития, и проявления технического мастерства и физической подготовленности. Формирование такой нейронной сети как основы двигательной памяти и эффективных бессознательных действий требует активного и целенаправленного участия нервной системы при освоении движений и двигательных действий, развитии двигательных качеств в процессе подготовки спортсменов. Это должно быть обеспечено рядом положений методики тренировки, в числе которых:

- максимальное разнообразие средств и методов становления технического мастерства и развития двигательных качеств на всех этапах многолетней подготовки;
- соответствие содержания тренировочной деятельности научным основам становления системы управления движениями и двигательными действиями, развития совокупности двигательных качеств в строгом соответствии со спецификой вида спорта, возрастного развития и пола спортсменов;
- высокий уровень активности головного мозга (обработка сенсорной информации, планирование и принятие решений, управление движениями и координация, внимание, мышление, память) при планировании тренировочных воздействий, их реализации и анализе результативности;
- обострённое внимание к развитию чувственной сферы, адаптации нервной системы в отношении способности к проявлению специфических для вида спорта чувств.

Следует учитывать, что мышцы реагируют на импульсы, связанные как с сознательным, так и бессознательным контролем и управлением. Различия лишь в том, что сознательные реакции формируются высшими отделами головного мозга, а бессознательные, протекающие значительно быстрее, опираются на автоматизмы, стереотипы, интуицию, антиципацию и носят рефлекторный характер.

Характерная для спортсменов высокого класса способность к управлению пространственными, временными и динамическими характеристиками движений путём бессознательного нейрорегуляторного управления вытекает из многократного повторения множества произвольных движений и двигательных действий, осуществляемых под активным ментальным контролем и управлением. В результате произвольные движения и действия, проявления двигательных качеств преобразуются в произвольные, их управление перемещается в бессознательную деятельность, регулируемую мозжечком и спинным мозгом и опирающуюся на двигательную память и соответствующую нейронную сеть. Расширение двигательной памяти освобождает внимание и снижает ментальную нагрузку, позволяет перевести внимание и мыслительную деятельность на другие важные процессы, не доведенные до уровня автоматизма.

Сформированная в результате многолетней подготовки двигательная память и нейронная сеть, отразившая адаптацию нервной системы к средствам и методам физической подготовки, технического, тактического и психологического совершенствования, является основой для молниеносного, чисто рефлекторного выбора из неисчерпаемого количества нейронных фрагментов

тех, которые обеспечивают эффективные, соответствующие конкретной ситуации двигательные реакции.

Однако эффективность этого процесса зависит от качества материала, заложенного в двигательную память и нейронную сеть. Если этот материал отвечал основным вышеперечисленным требованиям и закономерностям, то способность спортсмена к эффективным двигательным действиям и проявлению двигательных качеств на бессознательном уровне будет высокой и эффективной. Если же в содержание двигательной памяти и структуру нейронной сети в результате односторонней и нерациональной подготовки было заложено неадекватное содержание, то эффективность бессознательных реакций будет проблематичной.

Мелкая моторика в адаптации нервной системы

Под мелкой моторикой следует понимать совокупность точных двигательных действий с участием мышц кистей и пальцев. Возможности мелкой моторики проявляются в способности манипулировать мелкими предметами при скоординированной работе рук и глаз.

В пальцах руки находится большое количество рецепторов, связанных с мозговой деятельностью, участвующих в развитии двигательной функции, активности внутренних органов. Мелкая моторика связана и с такими функциями нервной системы как внимание, восприятие, мышление, зрительная и двигательная память. Поэтому совершенствование мелкой моторики не только обусловлено решением задач технической и физической подготовки, особенно в тех видах, в которых силовые, скоростные и координационные способности кистей рук и пальцев (пулевая стрельба, спортивная борьба, бадминтон, настольный теннис, стрельба из лука и др.), но и развитием важнейших функций центральной нервной системы, значимых для проявления двигательных качеств и технического мастерства во всех остальных видах спорта.

Использование упражнений, направленных на развитие мелкой моторики позволяет решать ряд важных задач, относящихся к развитию двигательных качеств и управлению движениями. Такие упражнения способствуют: развитию силовых качеств, координации, ловкости, гибкости кистей и пальцев рук; совершенствованию нейрорегуляторных способностей коры полушарий головного мозга, подкорковых образований и спинного мозга; расширению и оптимизации нейронной сети в направлении обеспечения точности регуляции движений и двигательных действий, синхронизации деятельности центральной нервной и вегетативной системы.

Результативность упражнений, направленных на развитие двигательных возможностей кистей и пальцев рук зависит от их технического разнообразия и вовлечения различных двигательных качеств: силовых, скоростных, координации, ловкости, гибкости, выносливости с их многочисленными подвидами. От этого зависят как двигательное развитие кистей и пальцев, так и нейрорегуляторные возможности нервной системы (см. видео **21, 22**).

В заключение следует отметить, что как в специальной литературе, посвященной развитию двигательных качеств и совершенствованию технического мастерства спортсменов, как и в широкой спортивной практике, избирательной тренировке кистей и пальцев не уделяется должного внимания, отмечается явное недопонимание тех возможностей, которые относятся к этому важному и перспективному направлению спортивной подготовки.

ВОЗРАСТНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА И ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Спортивная карьера в современном спорте может длиться в течение 20–30 и более лет и охватывать ряд периодов возрастного развития человека, начиная с детского возраста и заканчивая зоной обратного развития. В течение этого периода происходят разнообразные изменения в биологическом, психологическом, духовном и социальном развитии человека. Естественно, что для спорта первоочередное значение имеют особенности биологического развития человека и его адаптационные возможности в различных возрастных зонах.

По всем важнейшим характеристикам, отражающим реакцию организма на тренировочные и соревновательные нагрузки, дети, подростки, девочки и мальчики, юноши и девушки существенно отличаются от взрослых. Существенно различаются между собой и представители различных возрастных зон растущего организма того возрастного диапазона, который связан с подготовкой спортсменов от 4–5 до 22–25 лет, т. е. до возраста окончательного возрастного развития организма. Эти различия касаются деятельности опорно-двигательного аппарата и управления движениями, кардиореспираторной системы, систем энергообеспечения мышечной деятельности, гормональных реакций, интенсивности метаболизма, развития утомления, восстановительных и психоэмоциональных реакций (Malina et al., 2004, 2015). Поэтому общая структура и содержание процесса многолетнего совершенствования от начала занятия спортом до подготовки и соревнований во взрослом возрасте должны быть органично связаны с закономерностями возрастного развития занимающихся.

При планировании процесса развития двигательных качеств и физической подготовки спортсменов с учетом возрастного развития занимающихся следует ориентироваться на возрастные изменения, которые проявляются в росте, созревании и развитии организма, понятиях, тесно взаимосвязанных, но не тождественных. Рост происходит в пределах тела человека или его отдельных частей и связан с увеличением их длины и массы. Созревание связано с развитием различных систем и функций организма и происходит гетерохронно. Например, половая зрелость наступает

значительно раньше, чем зрелость мышечной и костной ткани. Развитие — понятие более широкое, включающее биологическую и поведенческую стороны. Биологическая сторона связана с формированием органов и тканей, дифференцированием клеток, а поведенческая — с изменениями в психомоторной (двигательные качества, умения, навыки), познавательной (понимание, знание) и социальной областях.

Возрастные зоны развития человека

Эффективная адаптация к специфическим нагрузкам конкретного вида спорта обуславливается особенностями возрастного развития организма, существенными колебаниями предрасположенности функциональных систем к приспособительным перестройкам в разном возрасте.

Процесс биологического созревания человека охватывает длительный период — от рождения до 17–18 лет у женщин и 20–22 лет — у мужчин, когда завершается рост тела, происходит окончательное формирование скелета и внутренних органов. Биологическое созревание человека — процесс неравномерный; оно протекает гетерохронно, что наиболее ярко проявляется уже при анализе формирования строения тела. Так, сравнение темпов роста головы и ног новорожденного и взрослого человека показывает, что длина головы увеличивается в два раза, а длина ног — в пять.

В течение пубертатного периода происходят существенные и непропорциональные изменения в костной, мышечной и жировой ткани. Различные части тела растут с разной скоростью. Увеличение длины рук и ног опережает рост туловища, увеличение мышечной ткани происходит медленнее, чем рост костей (Micheli, Mountjoy, 2009).

Принято выделять несколько этапов возрастного развития (табл. 12.1). В интересах спорта высших достижений наибольшее внимание должно быть направлено на возрастной диапазон от 6 лет до завершения биологического созревания. Большой интерес представляет и последующая возрастная зона — оптимальных функциональных возможностей (обычно до 27–30 лет), а также первая часть зоны обратного развития (30–40 лет), в течение которой возможно сохранение высокого уровня работоспособности и возможностей важнейших функциональных систем организма.

В период от 1 года до 7 лет годовое увеличение длины тела постепенно уменьшается с 10,5 до 5,5 см в год. В возрастном диапазоне 7–10 лет ежегодный прирост длины тела в среднем составляет 5 см. Половые различия в скоро-

ТАБЛИЦА 12.1 – Возрастные этапы развития человека (Grimm, 1966)

Этап развития	Период времени	Возраст
Возраст новорожденного	До заживания пуповины	
Грудной возраст	До появления первого молочного зуба	6 мес.
Ползунковый возраст	До умения ходить	1–1,5 года
Возраст ребенка	До появления первого постоянного зуба	6 лет
Младший школьный возраст	До появления первого признака созревания	9 лет (ж) 11 лет (м)
Препубертатный период	Начало ускорения роста тела, быстрое развитие половых органов, начало развития грудных желез	11–12 лет (ж) 13–14 лет (м)
Пубертатный период	Время между появлением волосяного покрова на лобке и первой менструацией (ж) или развитием зрелых сперматозоидов (м)	13–14 лет (ж) 14–15 лет (м)
Возраст завершения биологического созревания	Период между половой зрелостью и завершением роста тела	17–18 лет (ж) 20–22 года (м)

сти роста начинают проявляться с 9–10-летнего возраста. Заметное ускорение роста отмечается в пубертатном периоде. У отдельных детей максимальная скорость роста в год может достигать 8–10 см у мальчиков и 7–9 см — у девочек (рис. 12.1). Пик скорости прироста массы тела у девочек приходится на 11–12-й годы жизни (5,0–5,5 кг), а у мальчиков — на 13–14-й годы (5,5–6,5 кг). До 10-летнего возраста масса тела у девочек несколько меньше, чем у мальчиков.

С 12 лет у мальчиков-спортсменов по сравнению с детьми, не занимающимися спортом, отмечается развитие обезжиренной массы тела. Масса тела юных спортсменов увеличивается в основном за счет нежирового компонента, а у не занимающихся спортом — в значительной степени за счет жира. У спортсменов количество жира остается постоянным, а в весенне-летний период даже снижается при постоянном увеличении удельного веса тела. У взрослых спортсменов-мужчин объем жировой массы составляет 6–12% общей массы тела, в то время как у лиц, не занимающихся спортом, 15–22%. У женщин объем жировой массы в 1,5–2 раза больше, чем у мужчин.

В процессе возрастного развития пиковый прирост мышечной массы за счет гипертрофии мышечных волокон опережает пиковую способность к достижению максимальных показателей силы. У мужчин это запаздывание составляет в среднем 1,2 года, у женщин — 0,8 года (Beunen, Malina, 1988). Обусловлено это несовершенством у детей нервной регуляции мышечной деятельности, недостаточным объемом и нестабильностью двигательных навыков и умений (Kraemer et al., 1989).

Возможны существенные индивидуальные колебания темпов биологического созревания и соответственно различия между паспортным и биологическим возрастом, которые в отдельных случаях могут достигать 5–6 лет (Åstrand, 1992). Например, интенсивный рост тела у мальчиков, характерный для пубертатного периода, может отмечаться как в 11–12, так и в 16–17 лет. Раннее половое созревание и связанный с ним интенсивный рост тела, мышечной массы, внутренних органов, как правило, приводит к быстрому прогрессу в спорте, что нередко является причиной заблуждений тренеров и родителей в отношении предрасположенности ребенка к достижениям в спорте.

Мальчики с ускоренными темпами возрастного развития отличаются более ранним и более интенсивным развитием роста, массы тела, силовых качеств. Для таких мальчиков и подростков характерны более высокое самосознание, уверенность и активность, спортивная результативность.



РИСУНОК 12.1 – Скорость роста человека в разном возрасте (Roberts, Roberts, 2002; Stratton, Oliver, 2014)

Поэтому их часто ориентируют на занятия в спортивных играх, единоборствах, скоростно-силовых видах спорта. Слабостью юных спортсменов, отличающихся ранним и ускоренным темпом созревания, является нарушение моторной координации, развитие дисбаланса между функциональными возможностями и спортивной техникой (Lloyd et al., 2018), повышенный риск травм (Kemper et al., 2015). Все преимущества дети и подростки с ускоренными темпами возрастного развития утрачивают с достижением взрослого возраста, в котором они практически не отличаются от детей со средними или замедленными темпами возрастного развития (Lloyd et al., 2018).

В 13-летнем возрасте как у мальчиков, так и у девочек отмечаются исключительно большие колебания в росте (мальчики — 135–185 см, девочки — 140–180 см), массе тела (30–85 кг и 30–80 кг), максимальном потреблении кислорода ($46\text{--}80\text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$ и $38\text{--}70\text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$).

Столь же существенны колебания и в уровне силы, выносливости, скоростных способностей. Эти колебания во многом обусловлены темпами биологического созревания, что существенно затрудняет не только отбор и ориентацию юных спортсменов, но и построение их подготовки.

Формирование суставов и суставных поверхностей в основном завершается к 18–20 годам, а полное развитие костей — к 23–26 годам. К 18–20 годам полностью формируются и соединительные структуры опорно-двигательного аппарата (фасции, апоневрозы, связки), резко возрастает их прочность. Если у подростков 13–14 лет прочность пяточного (ахиллова) сухожилия на разрыв составляет около 300 кг, то у 18-летних — свыше 400 кг (Фомин, Филин, 1986).

Изменение костной ткани в процессе развития и созревания организма проявляется в увеличении ее размера, плотности и содержания минералов. В препубертатный период развитие костной ткани у мальчиков и девочек протекает одинаково. Интенсивное развитие костной ткани происходит в пубертатный период как у мальчиков, так и у девочек, однако у мальчиков этот процесс протекает более интенсивно. После окончания периода полового созревания процесс развития костной ткани замедляется. Наивысшая плотность минералов в костях отмечается у мужчин и женщин в возрасте 23–26 лет.

Полноценное развитие костной ткани обуславливается гормональным стимулированием (эстрогены, тестостерон), двигательной активностью и достаточным количеством кальция в продуктах питания. Резкое снижение тренировочных нагрузок у спортсменов приводит к атрофии костной массы. Особенно интенсивная потеря костной массы происходит при иммобилизации (постельный режим, наложение гипса). Спортивные травмы, требующие наложения гипса, приводят к потере костной массы на 15–20 % (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

Специфика вида спорта накладывает существенный отпечаток на развитие костной ткани. В частности, виды спорта с высокими гравитационными нагрузками способствуют более интенсивному развитию костной ткани по сравнению с видами спорта, тренировочная и соревновательная деятельность которых связана с меньшими гравитационными нагрузками. Поэтому у пловцов плотность минералов в костях значительно ниже, чем, например, у бегунов-спринтеров, прыгунов или метателей молота.

В значительной мере в соответствии с развитием костной системы происходит и развитие большинства мышечных групп. Увеличение мышечной массы с возрастом связано с гипертрофией мышечных волокон и, возможно, в незначительной мере, с гиперплазией. Гипертрофия происходит вследствие увеличения миофибрилл и миофиламентов, а увеличение длины мышц по мере роста костей сопровождается возрастающим количеством саркомеров, которые образуются в месте соединения мышц и сухожилий, и увеличением их длины (Kenney et al., 2021).

У женщин максимальная величина мышечной массы наблюдается в возрасте 16–20 лет, у мужчин — 18–22 лет.

Однако функциональная и структурная дифференцировка отдельных мышечных групп протекает у женщин до 22–24 лет, а у мужчин до 24–28 лет (De Vries, Houch, 1994). В этой же возрастной зоне регистрируются и наивысшие величины силы (рис. 12.2, 12.3). Следует учитывать, что развитие различных мышц не происходит одновременно: наибольшими темпами роста отличаются мышцы нижних конечностей, меньшими – верхних; темпы роста мышц-разгибателей выше, чем мышц-сгибателей (Коц, 1986).

Распределение волокон медленносокращающихся (МС) и быстросокращающихся (БС) у взрослого человека является постоянным и устанавливается в процессе возрастного развития. При рождении у ребенка отмечается большое количество БСа- и БСб-волокон и небольшое количество МС-волокон. После рождения количество МС-волокон планомерно возрастает, что важно для поддержания туловища и функционирования мышц конечностей, и уже на втором году жизни у ребенка устанавливается примерно равное соотношение МС- и БС-волокон. После этого изменяется не количество мышечных волокон, а их размер.

Особенности возрастного развития девочек связаны со временем наступления менархе. Для спортсменок, тренирующихся с большими физическими нагрузками, характерны случаи первичной (задержка времени первой менструации) и вторичной (прекращение менструаций) аменореи. Исследования показали, что наступление первой менструации у женщин, не занимающихся спортом, обычно происходит в возрасте 12–13 лет. У спортсменок этот возраст составляет обычно 12,5–13,5 лет. Анатомо-морфологические и физиологические характеристики организма спортсменок, связанные с замедленными темпами полового созревания, в большинстве случаев благоприятны для спорта. В частности, женщины с поздним половым созреванием отличаются большим ростом, более длинными ногами и узкими бедрами, меньшей относительной массой тела и меньшим количеством жира в организме по сравнению с женщинами с ранним и нормальным половым созреванием (Fox et al., 1993).

Состав крови, характерный для взрослых, формируется значительно раньше. Если содержание эритроцитов у 5–6-летних детей достигает 6–7 млн по сравнению с 4,5–5,0 млн в 1 мм³ крови у взрослых, то показатели количества эритроцитов и содержания гемоглобина 10–11-летних детей практически не отличаются от взрослых.

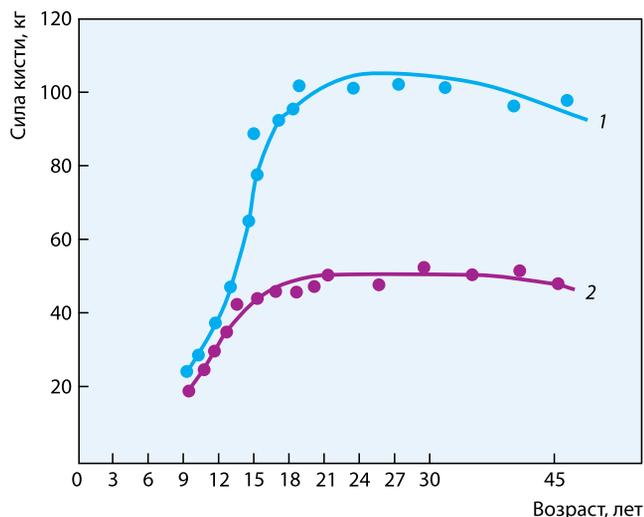


РИСУНОК 12.2 – Изменение силы кисти с возрастом: 1 – мужчины; 2 – женщины (De Vries, Houch, 1994)

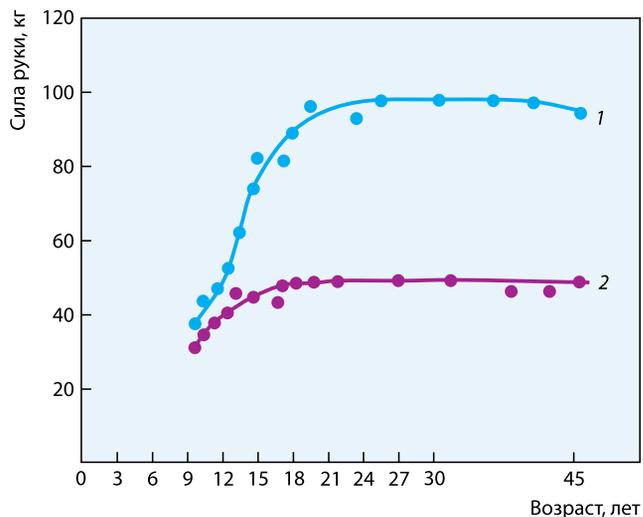


РИСУНОК 12.3 – Изменение силы руки с возрастом: 1 – мужчины; 2 – женщины (De Vries, Houch, 1994)

Функциональные возможности организма человека находятся в тесной связи с размерами тела, отдельных органов и функциональных систем. Например, отставание в росте объема миокарда в пубертатный период ограничивает систолический объем и сердечный выброс. Интенсивное развитие скелета в этот же период может сопровождаться запаздыванием в развитии мышечной массы, что отрицательно сказывается на уровне силы и механической мощности движений. Обусловлено это в основном гормональными изменениями, характерными для пубертатного периода. Естественно, что содержание тренировочного процесса в этот период должно по возможности компенсировать это отставание и обеспечить пропорциональное развитие скелета, мышечной и кислородтранспортной систем. Однако применяемые средства и методы, величина соответствующих тренировочных нагрузок должны быть адекватными возрастным и половым особенностям спортсменов, исключать форсирование подготовки и чрезмерные нагрузки.

Неврологическое развитие

Содержание подготовки юных спортсменов должно органически увязываться с особенностями их неврологического развития, т.е. с закономерным процессом возрастного развития нервной системы. Существует относительно узкая и более широкая трактовка понятия «неврологическое развитие». Применительно к задачам спортивной подготовки представляется целесообразным ориентироваться на широкое определение этого понятия, согласно которому под неврологическим развитием понимается формирование комплекса способностей, относящихся к сенсорным, нейрорегуляторным, перцептивным, познавательным, поведенческим и психоэмоциональным возможностям (Patel, Pratt, 2009). Все эти проявления тесно взаимосвязаны, хотя на различных этапах возрастного развития отмечается преимущественно становление тех или иных из них. Привлечение детей к занятиям спортом в раннем возрасте (3–4 года) является малоэффективным, так как у них еще отсутствует обязательный для усвоения необходимых навыков уровень когнитивного развития, нейромоторного и перцептивного созревания (Patel, Pratt, 2009).

В 5–7-летнем возрасте ребенок может воспринимать и анализировать инструкции и объяснения тренера, если они выражены в простой, наглядной и лаконичной форме. Низкие устойчивость внимания и способность его концентрации на наиболее значимых моментах требуют от тренера непрерывного контроля действий подопечных, постоянных советов, реплик, напоминаний, инструкций, выраженных в краткой и понятной форме. У детей этого возраста уже проявляются определенные способности к восприятию и анализу пространственных, динамических и временных характеристик движений, однако выражены они в явно недостаточной степени для эффективного освоения техники. Дети в состоянии выполнять лишь достаточно грубые движения, они плохо контролируют скорость перемещений, положение частей тела, не воспринимают сложных инструкций, связанных со спортивной техникой. В этом возрасте дети с трудом понимают элементарные положения спортивной тактики, не склонны к коллективным действиям в спортивных играх, принятию оптимальных решений в неожиданных ситуациях. Поэтому основное внимание в тренировочном процессе должно быть уделено разнообразным и простым упражнениям, направленным на изучение основ техники видов спорта, различным подвижным играм, всякого рода соревнованиям на простейшем и многообразном двигательном материале, основанном на перемещениях в разные стороны, вращениях, прыжках, разнообразных акро-

батических действиях, различных скоростных и силовых проявлениях, использованию всевозможных предметов и снарядов, разного веса и размера мячей, ракеток, клюшек и др. Широкий круг тренировочных средств, требующий мобилизации различных способностей детей, эффективен для развития у них кинестетических и перцептивных возможностей, визуальной и двигательной памяти, различного рода специфических чувств — пространства, времени, усилий, темпа, ритма, мяча, ракетки, воды и т. д. Важную роль здесь играет процесс миелинизации нервных волокон, так как отсутствие или недостаточное развитие миелиновой оболочки, замедляет и ухудшает проведение нервных импульсов, что отрицательно сказывается на скоростных способностях, координации и ловкости (Kenney et al., 2021). Разнообразие двигательной активности способствует миелинизации нервных волокон, которая может продолжаться до завершения периода полового развития.

Уровень неврологического развития детей 8–11-летнего возраста позволяет установить достаточно тесные и эффективные связи между деятельностью центральной нервной системы, двигательного аппарата и вегетативных систем, а уровень когнитивного развития — осознавать задачи, направленные на совершенствование техники, развитие двигательных качеств. Концентрация внимания и способности решать сложные двигательные задачи с разнообразными и последовательно изменяющимися действиями возрастает (Micheli, Mountjoy, 2009). Пластичность нервной системы позволяет применять разнообразные и достаточно сложные упражнения, направленные на развитие разных видов координационных способностей, познавательных способностей, распознавания образов, сенсорно-моторной координации (Moody et al., 2014). Однако в этом возрасте дети склонны преувеличивать свои возможности, не отдавать себе отчета в последствиях действий, что часто приводит к травмам. Обостренное стремление к самоутверждению, недостаточность критического мышления затрудняют коллективность действий, освоение основ спортивной тактики (Patel, Pratt, 2009).

В этом возрасте у детей уже есть достаточные предпосылки для углубленного изучения спортивной техники на основе уже имеющегося уровня когнитивного развития, кинестетической и перцептивной чувствительности, визуальной и двигательной памяти. Этому способствует и достаточно высокий уровень языковых навыков, позволяющий анализировать и воспринимать довольно сложные инструкции, адекватно реагировать на указания, относящиеся к тонкостям спортивной техники (Филин, 1980; Бар-Ор, Роуланд, 2009).

Все это способствует развитию объемной и эффективной двигательной памяти, которая является основой для синхронизированного и сбалансированного управления пространственными, временными и динамическими характеристиками множества движений и двигательных действий. Исследования показывают, что препубертатный период, для которого характерно ускоренное созревание нервной системы, является исключительно перспективным в отношении развития многочисленных двигательных навыков, существенно более эффективным по сравнению с последующим пубертатным периодом (Behringer et al., 2011). Разнообразие тренировочных средств и методов, обеспечивающих широту воздействия на двигательную функцию детей, создает необходимые предпосылки для развития двигательных качеств и технического совершенствования в последующие годы (Myer et al., 2013).

Таким образом, разносторонняя двигательная активность в период интенсивного неврологического развития обеспечивает широкую моторную компетентность, влияющую на долгосрочность спортивной карьеры, вероятность достижений в разных видах соревнований (Lloyd et al., 2014), снижающую риск травм (Larsen et al., 2016).

Сенситивные периоды

Эффективность адаптации в процессе многолетней тренировки следует связывать также с наличием сенситивных (чувствительных) периодов в отношении двигательной функции, которые рассматриваются как фазы наибольшей реализации возможностей организма в онтогенезе, так и периоды, в которых специфические воздействия приводят к более выраженным адаптационным реакциям. Экспериментально доказано, что эффект избирательно направленного развития физических качеств детей, подростков и юношей (возраст 7–17 лет) оказывается наибольшим в тех случаях, когда средства воздействия на развитие конкретных качеств совмещались с периодами их максимального естественного прироста (Гужаловский, 1984).

Нетрудно убедиться, что в современной спортивной практике, даже в странах с хорошо развитым спортом, построение и содержание многолетней подготовки и соревновательной деятельности слабо связаны с сенситивными периодами в отношении развития различных двигательных качеств или сторон подготовленности. Отсутствие или недостаточность такой связи обусловлены множеством причин спортивного и социального характера: календарь детско-юношеских соревнований, программы детско-юношеских школ, критерии оценки тренерского труда, стимулирующие раннюю специализацию, стремление родителей и тренеров к быстрейшему успеху, перфекционистские устремления юных спортсменов, а также организационные модели подготовки, не ориентированные на реализацию такой взаимосвязи (Платонов, 2013). Поэтому одним из направлений оптимизации подготовки юных спортсменов от момента начала занятий спортом до окончания периода полового созревания является рациональное соотношение разносторонней тренировки с преимущественным развитием тех или иных качеств и сторон подготовленности в соответствующих благоприятных возрастных зонах.

Рекомендации для детей 6–11 лет (Balyi et al., 2013):

- сенситивный период развития гибкости — 6–10 лет;
- первый сенситивный период, благоприятный для развития быстроты, — мальчики — 7–9 лет и девочки — 6–8 лет;
- оптимальный возрастной период для обучения техническим умениям — мальчики — 9–12 лет, девочки — 8–11 лет.

Рекомендации для детей 12–16 лет (Balyi et al., 2013):

- аэробные тренировки следует проводить до начала пика скорости роста;
- оптимальный период для силовой тренировки у мальчиков начинается через 12–18 мес. после пика скорости роста, а у девочек — с началом менструации;
- второй период, благоприятный для развития быстроты, у мальчиков приходится на возраст 13–16 лет, а у девочек — 11–13 лет.

Начиная с 7–8-летнего возраста у детей проявляется высокий уровень простой двигательной реакции и скоростных способностей при выполнении относительно простых двигательных действий (Whithall, 2003; French et al., 2014). Начало второго периода ускоренной адаптации к скоростной работе совпадает с окончанием пубертатного периода и у девочек составляет 12–15 лет, у мальчиков — 14–16 лет (Virus et al., 1999; Balyi, Hamilton, 2004). В этих же возрастных зонах следует выявлять перспективность спортсменов в отношении проявления скоростных способностей (Фомин, Филин, 1986; Beunen, Malina, 1988; Lloyd, Oliver, 2012). При этом если в препубертатный период скоростные способности следует оценивать на основе различных двигательных действий общеподготовительного (базового) характера, то после его окончания уже можно использовать специальные тесты.

Наивысший уровень гибкости обычно наблюдается у детей в возрасте около 5 лет, который постепенно снижается до 12-летнего возраста. В пубертатном и постпубертатном периодах гибкость не подвержена существенным возрастным изменениям, но может интенсивно развиваться до поразительного уровня, характерного для спортсменов, специализирующихся в гимнастических видах. Скачкообразный прирост длины тела подростков в пубертатном периоде практически не влияет на уровень гибкости (Behm, 2019). Наиболее чувствительным периодом для изменений, связанных с развитием подвижности в суставах, является возрастной диапазон 6–10 лет (Sands, 2002; Malina, Gabriel, 2007). Затем гибкость несколько снижается, особенно в пубертатном периоде. Одним из факторов снижения гибкости в пубертатном периоде может быть отставание развития мышц от интенсивного роста костей, что увеличивает мышечносуставную тугоподвижность сустава (Leard, 1984). В 15–17-летнем возрасте гибкость снова увеличивается, после чего ее уровень стабилизируется (Brodie, Royce, 1998; Sands, McNeal, 2014). На более поздних этапах возрастного развития возможно лишь поддержание ранее достигнутого уровня подвижности в суставах (Lloyd, Oliver, 2014). Снижение гибкости и усложнение процесса ее развития с возрастом в значительной мере обусловлено структурными изменениями в мышечной и соединительной ткани (McCormick, 2003).

Наибольшую предрасположенность к развитию ловкости и координации имеют девочки в возрасте 7–11 лет и мальчики — 7–12 лет (Tittel, 1991; Malina et al., 2004; Dick, 2007). К возрасту 7–8 лет завершается формирование нервной системы, что обеспечивает предпосылки для развития способности к регуляции мышечной деятельности, проявлению различного рода координационных способностей и гибкости. Резкое увеличение длины тела в пубертатном периоде отрицательно сказывается на уровне проявления этих качеств, затрудняет процесс их развития (Plisk, 2008; Balyi et al., 2013).

Таким образом, наиболее выгодные условия для развития координационных способностей отмечаются в препубертатный период, когда уровень развития нервной системы у детей уже достаточен для эффективной познавательной деятельности и эффективной регуляции движений. Однако здесь важно учитывать, что успешной тренировка оказывается в случае, когда разнообразие и качество двигательных действий имеют приоритет по отношению к скоростным проявлениям (Jeffreys, 2011).

После окончания пубертатного периода создаются условия для повышения уровня координационных способностей уже применительно к требованиям конкретного вида спорта и вида соревнований, игрового амплуа — в спортивных играх, планируемой модели соревновательной деятельности — в других видах спорта.

Разносторонность координационной подготовки в процессе возрастного развития должна сочетаться с изменением ее преимущественной направленности. В препубертатном периоде основной объем средств направлен на разностороннее техническое совершенствование. Средства скоростного и скоростно-силового характера занимают меньшую долю в общем объеме работы и органически увязываются с освоением умений и навыков. В пубертатном и постпубертатном периодах направленность тренировки изменяется в сторону увеличения количества упражнений скоростного и скоростно-силового характера (рис. 12.4).

Силовые упражнения, выполняемые с небольшими отягощениями при широкой вариативности двигательных действий, темпа движений и их количества в отдельных подходах, могут использоваться в препубертатный период, когда происходит интенсивное развитие нервной системы и создаются условия повышения силовых качеств за счет улучшения нервной регуляции мышечной активности (Patel, Pratt, 2009). Однако оптимальная возрастная зона для всесторонней силовой подготовки, позволяющая использовать в качестве адаптационной реакции гипертрофию мышц, начинается через 1–2 года после завершения пубертатного периода: у девушек — с 16–17 лет, юношей — с 17–18 лет



РИСУНОК 12.4 – Соотношение средств координационной подготовки в различных периодах возрастного развития: 1 – двигательные умения и навыки; 2 – скорость перемещения, быстрота замедления движений, остановки и смены направления движений; 3 – ускорение, реактивность (Lloyd et al., 2013, переработано)

(Beunen, Malina, 1988). Теоретическая модель развития и интеграции факторов, определяющих уровень силовых качеств, приведена на рисунке 12.5.

Сенситивные периоды в отношении мощности и ёмкости алактатной и лактатной анаэробных систем энергообеспечения отмечаются в возрасте завершения биологического созревания – 17–18 лет у женщин и 19–20 лет у мужчин (Kaczor et al., 2005).

Наивысшая предрасположенность к силовой, скоростно-силовой работе, а также к упражнениям, требующим максимальной мобилизации мощности и ёмкости анаэробных систем энергообеспечения, наблюдается у 20–23-летних мужчин и 17–20-летних женщин.

Абсолютная мощность аэробной системы энергообеспечения планомерно увеличивается с возрастом в течение всех периодов возрастного развития – препубертатного, пубертатного, постпубертатного (Roescher et al., 2010). Относительная мощность постепенно уменьшается в течение пубертатного и постпубертатного развития (Pfeiffer et al., 2008). Упражнения, направленные на повышение мощности и ёмкости аэробной системы энергообеспечения, можно широко использовать, начиная с возраста 11–12 лет – у девочек и 12–13 лет – у мальчиков. К освоению большого объема работы аэробной направленности, ориентированной на достижение максимально доступного уровня адаптационных реакций, девушки особенно предрасположены в возрастном диапазоне 13–16 лет, юноши – 13–18 лет (рис. 12.6).

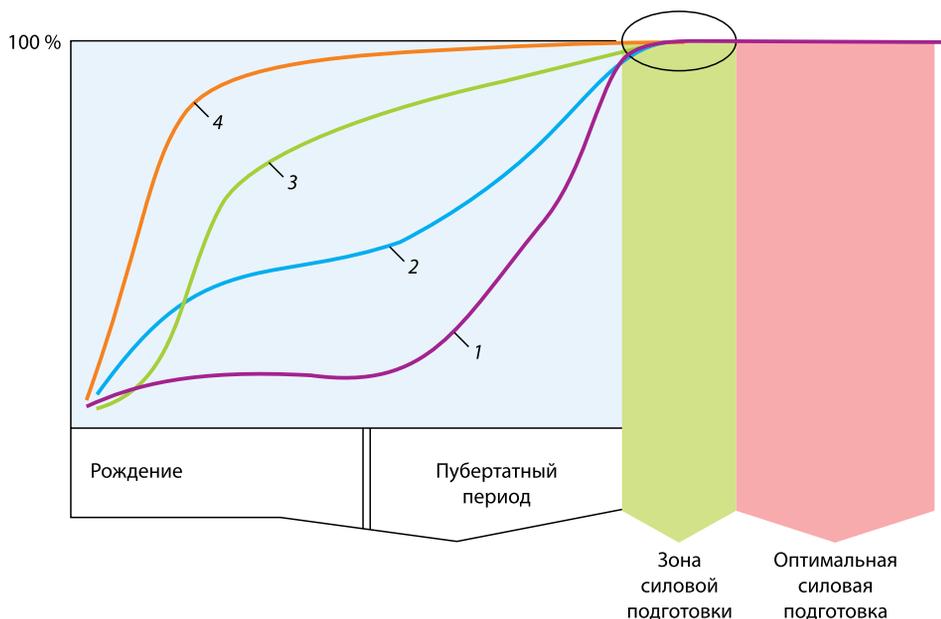


РИСУНОК 12.5 – Теоретическая модель развития и интеграции факторов, определяющих развитие силовых качеств: 1 – тестостерон; 2 – обезжиренная масса; 3 – дифференциация мышечных волокон; 4 – нервная регуляция (Kraemer et al., 1989)

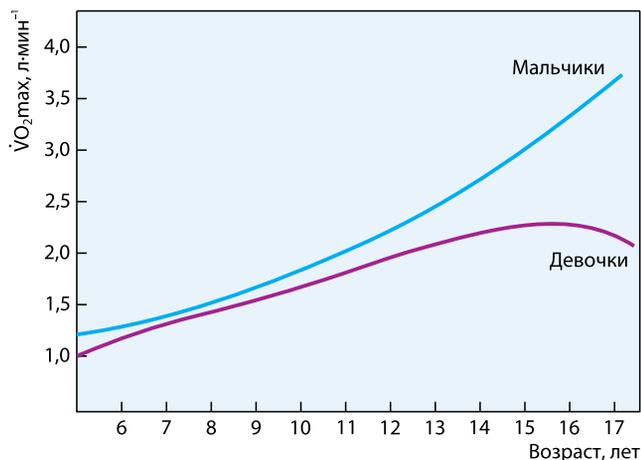


РИСУНОК 12.6 – Динамика максимального потребления кислорода в процессе возрастного развития (Patel, Pratt, 2009)

В процессе многолетней подготовки следует стремиться к совмещению средств интенсивного воздействия, направленных на совершенствование различных качеств и способностей, с периодами естественно повышенных темпов их развития. В этом случае отмечается наибольшая эффективность физического совершенствования спортсменов. Однако это совмещение должно обеспечиваться лишь в определенных границах, не нарушающих процесса гармоничного сочетания и параллельного становления различных составляющих подготовленности. Преимущественное развитие двигательных качеств в соответствующих чувствительных периодах должно органически увязываться со средствами, направленными на становление других сторон подготовленности — технической, тактической, психической; предусматривать интегративное совершенствование различных сторон подготовленности и отдельных компонентов спортивного мастерства; учитывать факторы риска спортивных травм, необходимость их профилактики и др. На практике это приводит к тому, что интенсивная работа над развитием разных физических качеств часто не совмещается с периодами естественно повышенных темпов их развития (Platonov, 1992).

При планировании соотношения работы разной направленности в процессе многолетней подготовки необходимо учитывать темпы увеличения длины тела, рук, ног, поперечных размеров тела. Резкое изменение телосложения нарушает определившиеся в результате предшествовавшей подготовки взаимоотношения двигательной и вегетативных функций, требует существенной коррекции спортивной техники и др. Особенно сложным в этом отношении является возраст 11–13 лет у девочек и 13–15 лет — у мальчиков, т. е. пубертатный период, для которого характерен наибольший прирост длины тела и конечностей. Именно в это время приходится широко использовать средства координационной и скоростной направленности с тем, чтобы адаптировать накопленный в прежние годы двигательный потенциал к изменившемуся телосложению. И это необходимо делать несмотря на то, что пубертатный период не отличается предрасположенностью детей к скоростной и координационной работе.

В специальной литературе представлен ряд моделей планирования физической подготовки в системе многолетнего совершенствования спортсменов. Одной из последних и наиболее удачных является рекомендованная специалистами Великобритании. Эта модель ориентирована на преимущественное развитие различных двигательных качеств юных спортсменов на основе возрастной предрасположенности. В целом, подход представляется логичным, однако слишком схематичным, а отдельные позиции являются сомнительными и не имеющими должных научных оснований. В частности, нецелесообразно столь большое внимание уделять повышению силы и мощности у мальчиков в возрасте 5–11 лет и девочек 5–9 лет. Более того, напряженная тренировка такой направленности может начинаться лишь в постпубертатном периоде, т. е. в возрасте 14–15 лет — у девочек и 15–16 лет — у мальчиков и достигать максимума в 17–19 лет — у женщин и 18–20 — у мужчин (Keiner et al., 2013; Sander et al., 2013). Это же относится и к тренировке, способствующей гипертрофии мышц. В более старшем возрасте следует делать акцент и на скоростную подготовку.

Что же касается выносливости, то ту часть работы, которая связана с повышением потенциала кислородтранспортной системы, можно планировать в достаточно большом объеме в пубертатном и постпубертатном периодах.

В целом следует отметить, что представленные на рисунке 12.7 материалы свидетельствуют в возрастной предрасположенности занимающихся к проявлению различных двигательных качеств. Это однако не означает, что содержание тренировочного процесса должно в полной мере соответствовать этой предрасположенности. И обусловлено это тем, что не меньшую роль в определении структуры и содержания процесса многолетней подготовки играют закономерности, лежащие в основе многолетнего построения подготовки спортсменов к высшим достижениям, которые в большинстве видов спорта планируются на возраст 18–20 лет — у женщин и 20–22 года у мужчин. Это предполагает исключительно большой объем специфической работы, направленной на развитие скоростных и координационных способностей, специальных силовых возможностей и специальной выносливости в возрасте 17–20 лет — у женщин и 18–22 года — у мужчин, вне зависимости от возрастной предрасположенности спортсменов к развитию того или иного качества. Еще в большей мере это относится к женщинам, специализирующимся в сложнокоординационных видах спорта, в частности, в фигурном катании, спортивной гимнастике. Ориентация на исключительно высокую координационную сложность и требования к скоростно-силовым качествам, диктуемые спецификой развития этих видов спорта, предъявляет особое требование к массе и строению тела спортсменок, что приводит к снижению возрастной зоны достижения наивысших результатов до 14–17 лет (Платонов, 2015, 2021).

Возраст и возможности анаэробных систем энергообеспечения

Концентрация АТФ в мышечной ткани юных атлетов лишь незначительно меньше той, которая имеет место у взрослых. Но концентрация креатинфосфата (КрФ) и гликогена повышается с возрастом, обычно до 15 лет (Bergeron et al., 2015). Возможности анаэробной лактатной системы энергообеспечения у юных спортсменов значительно уступают характерным для взрослых (McManus, Armstrong, 2008; Patel, Pratt, 2009). Для детей и подростков характерны меньшее истощение запасов КрФ и более быстрый его ресинтез, чем у взрослых (Herda, Cramer, 2016).

При напряженной работе анаэробного гликолитического характера организм юных спортсменов не может быть доведен до того уровня ацидоза, который отмечается у взрослых. Дети, подростки, юноши и взрослые по-разному переносят ацидоз. Взрослые способны к эффективной мышечной деятельности при рН артериальной крови 6,80, в то время как дети 8–10 лет отказываются от работы, когда величины рН артериальной крови опускаются до 7,20–7,30 (Бар-Ор, Роуланд, 2009). Во многом это обусловлено тем, что у не созревших в половом отношении детей в площади поперечного сечения мышц выявлено значительно больше МС-волокон (Boisseau, Delamarche, 2000), а в процессе мышечной деятельности отмечается большее окисление липидов, чем это имеет место у взрослых (Gamble, 2014). Следует также отметить, что у детей и подростков существует дефицит фосфофруктокиназы — ключевого фермента, ответственного за анаэробный гликолиз, а также активности лактатдегидрогеназы что, несомненно, ограничивает его возможности (Eriksson, 1972). Еще одной причиной являются более низкая у детей, по сравнению со взрослыми, концентрация гликогена в мышцах (до 50 %) и способность к его утилизации в анаэробном процессе (Kanney et al., 2021). Подтверждением этому может служить факт, согласно которому максимальная концентрация лактата при выполнении специальных тестов у тре-

Хронологический возраст, годы	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+
Возрастной период	Раннее детство			Среднее детство							Юношество							Зрелость		
Развитие	Быстрое			← → Устойчивое				← → Ускоренное				← → Замедленное								
Этап развития	Годы до пика роста										← PHV →		Годы после пика роста							
Тренировочная адаптация	Преимущественно невральная (зависимая от возраста)										← → Нейрогормональная (завершенное развитие)									
Двигательные качества	FMS			FMS				FMS			FMS									
	SSS			SSS				SSS			SSS									
	Гибкость			Гибкость							Гибкость									
	Ловкость			Ловкость				Ловкость				Ловкость								
	Скорость			Скорость				Скорость				Скорость								
	Мощность			Мощность				Мощность				Мощность								
	Сила			Сила				Сила				Сила								
	Гипертрофия										Гипертрофия	Гипертрофия							Гипертрофия	
	Выносливость и МС			Выносливость и МС							Выносливость и МС				Выносливость и МС					
Структура тренировки	Не структурированная			Слабо структурированная				Средне структурированная				Сильно структурированная			Очень сильно структурированная					

а

Хронологический возраст, годы	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+
Возрастной период	Раннее детство			Среднее детство							Юношество							Зрелость		
Развитие	Быстрое			← → Устойчивое				← → Ускоренное				← → Замедленное								
Этап развития	Годы до пика роста										← PHV →		Годы после пика роста							
Тренировочная адаптация	Преимущественно невральная (зависимая от возраста)										← → Нейрогормональная (завершенное развитие)									
Двигательные качества	FMS			FMS				FMS			FMS									
	SSS			SSS				SSS			SSS									
	Гибкость			Гибкость							Гибкость									
	Ловкость			Ловкость				Ловкость				Ловкость								
	Скорость			Скорость				Скорость				Скорость								
	Мощность			Мощность				Мощность				Мощность								
	Сила			Сила				Сила				Сила								
	Гипертрофия										Гипертрофия	Гипертрофия							Гипертрофия	
	Выносливость и МС			Выносливость и МС							Выносливость и МС				Выносливость и МС					
Структура тренировки	Не структурированная			Слабо структурированная				Средне структурированная				Сильно структурированная			Очень сильно структурированная					

б

РИСУНОК 12.7 – Динамика физической подготовки в системе многолетнего совершенствования спортсменов – мужчин (а) и женщин (б): FMS – базовые двигательные навыки, SSS – специальные двигательные навыки, PHV – пиковая скорость роста, МС – метаболические способности. Размером шрифта обозначена направленность тренировки на основе предрасположенности спортсменов к адаптации. Цветом выделены возрастные периоды: среднее детство и юношество (Lloyd, Oliver, 2014)

нированных детей 11–12 лет составляет 60–65% показателей 15–16-летних и около 50% – взрослых людей. Не меньшее значение имеют психическая неспособность детей и подростков переносить тяжелые ощущения утомления, сопровождающие работу анаэробного гликолитического характера, а также незначительный объем такой работы при подготовке юных спортсменов (Platonov, 1995).

До наступления пубертатного периода девочки незначительно уступают мальчикам по уровню анаэробной мощности. Пубертатный период у мальчиков приводит к резкому повышению возможностей лактатной анаэробной системы, и они с каждым годом, вплоть до 18-летнего возраста, все больше и больше опережают девочек. В конечном счете, анаэробная мощность 17–18-летних юношей оказывается примерно на 35–40% выше, чем у девушек такого же возраста (рис. 12.8).

Мощность анаэробной лактатной системы снижается с возрастом. У женщин показатели, отражающие уровень максимальной анаэробной мощности, могут снижаться после достижения 18–19-летнего возраста. У мужчин этот процесс развивается несколько позднее – с 20–22 лет. Снижение мощности анаэробной лактатной системы компенсируется увеличением ёмкости анаэробного процесса. Здесь наивысшие показатели достигаются в возрасте 30 лет у женщин и 35–38 лет у мужчин (рис. 12.9).

Тренировка детей и подростков, направленная на увеличение потенциала анаэробных систем энергообеспечения, приводит к увеличению субстратов и ферментов, связанных с анаэробным метаболизмом. Однако эффективность такой тренировки оказывается значительно меньшей, чем

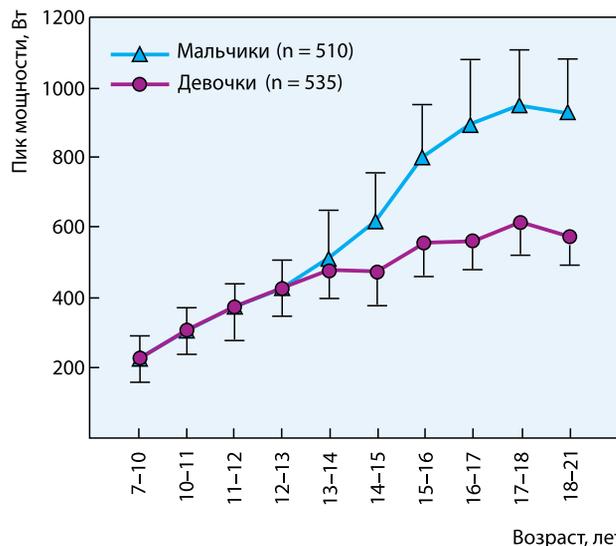


РИСУНОК 12.8 – Максимальная анаэробная мощность мальчиков и девочек различного возраста (Van Praagh, 2000)

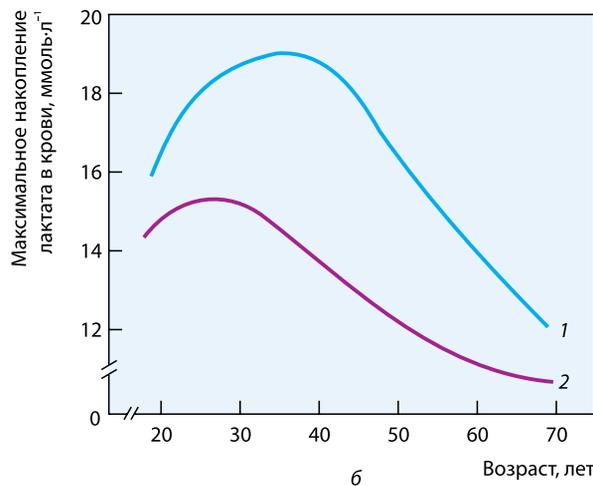
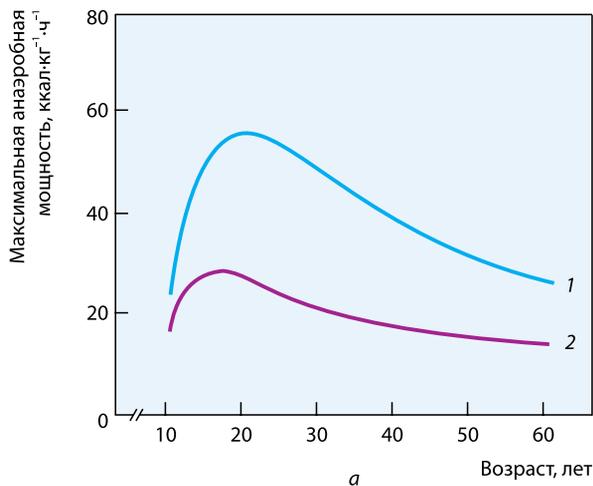


РИСУНОК 12.9 – Возрастная динамика максимальной анаэробной мощности (а) и максимального накопления лактата в крови (б): 1 – мужчины; 2 – женщины (Fox et al., 1993)

у взрослых, а достигнутые адаптационные реакции утрачиваются быстрее в случае прекращения тренировки (French et al., 2014). Тренировку, направленную на достижение максимальных величин мощности и емкости анаэробных систем энергообеспечения, следует проводить с наступлением раннего зрелого возраста — у женщин с 16–17 лет, у мужчин — с 17–19 лет (Inbar, Chia, 2008).

Возраст и возможности аэробной системы энергообеспечения

Максимальное потребление кислорода как показатель наивысшей интенсивности метаболизма в аэробной системе энергообеспечения в значительной мере определяется возрастом и полом спортсмена (рис. 12.10). По мере развития ребенка уровень $\dot{V}O_{2max}$ постоянно возрастает. У мальчиков увеличение $\dot{V}O_{2max}$ продолжается до 20 и более лет, особенно интенсивно в возрасте 13–17 лет. У девочек картина иная: уже в возрасте 16–17 лет у них отмечается наивысший уровень $\dot{V}O_{2max}$, который в дальнейшем может даже несколько снизиться (рис. 12.11). Различия в уровне $\dot{V}O_{2max}$ между мальчиками и девочками отмечаются уже в возрасте 6–7 лет, но они относительно невелики. Однако в возрасте 13–15 лет у мальчиков $\dot{V}O_{2max}$ уже на 13–16% выше, чем у девочек (Wilmore, Costill, 2004), а у взрослых эти различия достигают 32%. Даже при учете только чистой массы тела различия между мужчинами и женщинами очень велики и достигают 18–20% (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

У подростков 13–15 лет, как и у взрослых, отмечается линейная зависимость между сердечным выбросом и уровнем потребления кислорода.

Однако у подростков при одном и том же уровне потребления кислорода сердечный выброс на 10–15% меньше (рис. 12.12).

Объем сердца и уровень $\dot{V}O_{2max}$ находятся в прямой зависимости от этапа полового созревания. Например, у пловцов препубертатного периода ($10,6 \pm 0,4$ года) объем сердца колеблется от 330 до 460 мл, а максимальное потребление кислорода — от 1,2 до 2,8 л·мин⁻¹. У пловцов пубертатного периода ($12,5 \pm 0,3$ года) объем сердца и уровень $\dot{V}O_{2max}$ значительно выше и составляют соответственно 400–630 мл и 1,4–3,3 л·мин⁻¹. Наивысшие величины, естественно, у пловцов постпубертатной группы: объем сердца — 550–950 мл, $\dot{V}O_{2max}$ — 1,2–4,0 л·мин⁻¹ (рис. 12.13).

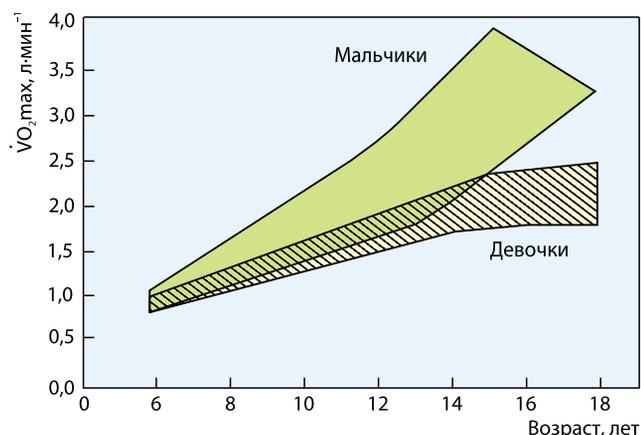


РИСУНОК 12.10 – Максимальная аэробная мощность и возраст. Абсолютные показатели максимального потребления кислорода у девочек (n = 1730) и мальчиков (n = 2180) 6–18 лет (Бар-Ор, Роуланд, 2009)

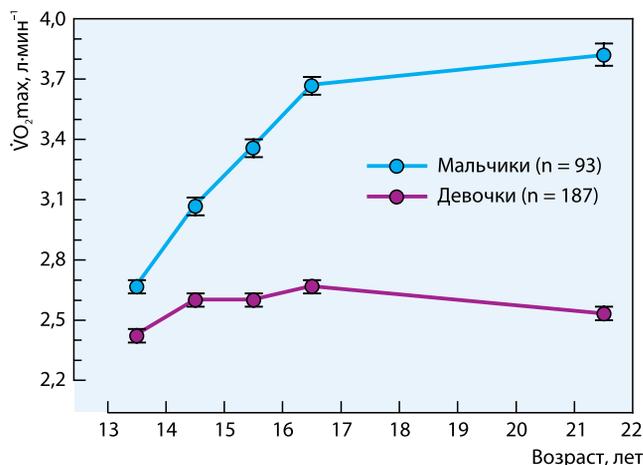


РИСУНОК 12.11 – Возрастные изменения в максимальном потреблении кислорода у мальчиков и девочек (Kemper et al., 1989)

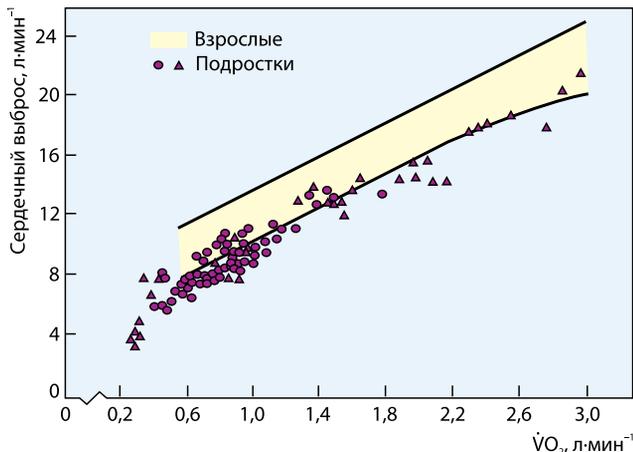


РИСУНОК 12.12 – Зависимость между сердечным выбросом и потреблением кислорода у подростков и взрослых (Бар-Ор, Роуланд, 2009)

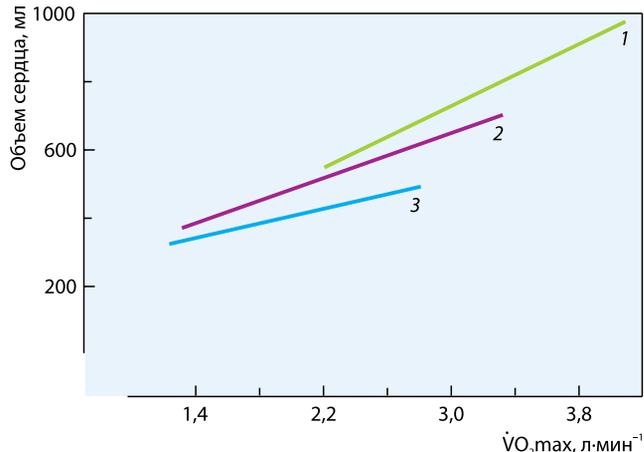


РИСУНОК 12.13 – Объем сердца и $\dot{V}O_{2max}$ у пловцов различных возрастных групп: 1 – постпубертатная; 2 – пубертатная; 3 – препубертатная (Wirth et al., 1978)

При выполнении интенсивной работы аэробного характера у подростков по сравнению со взрослыми отмечаются значительно меньшие систолический объем и сердечный выброс, что в определенной мере компенсируется более высокими частотой сокращения сердца и артериовенозной разницы по кислороду (рис. 12.14).

Сердечный выброс по отношению к данным покоя у 8–9-летних детей может быть увеличен в 4 раза, у 14–15-летних подростков – в 5–6 раз, у взрослых – в 6–7 раз. У 11–12-летних детей при максимальных нагрузках систолическое давление возрастает в среднем на 32 мм рт. ст., у подростков и юношей 15–16 и 18–20 лет – соответственно на 45 и 50 мм рт. ст. (Коц, 1986). Самые высокие темпы развития сердца как у мальчиков, так и у девочек отмечаются в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития. Наибольшей массы сердце достигает при завершении полового созревания (Hollmann, Hettinger, 1980).

Увеличение $\dot{V}O_{2max}$ с возрастом практически находится в прямой зависимости от увеличения мышечной массы, что в равной мере характерно для мальчиков и девочек. Об этом свидетельствуют, например, исследования с использованием ступенчатых велоэргометрических нагрузок, проведенные много лет назад С. Девисом с сотрудниками (Davies et al., 1972) и неоднократно подтвержденные в последующие годы.

Дети, по сравнению со взрослыми, отличаются значительно большей подвижностью аэробной системы энергообеспечения. Они быстрее достигают максимальных для данной работы величин потребления кислорода (Armon et al., 1991), у них отмечается меньший дефицит кислорода при выполнении работы с высокой интенсивностью (Carlson, Naughton, 1993). При продолжительной работе аэробного характера с интенсивностью 60–70% уровня $\dot{V}O_{2max}$ обычно через 5–10 мин достигается устойчивое состояние по показателям легочной вентиляции, частоты сокращений сердца и потребления кислорода. Однако через 30–40 мин происходит увеличение частоты сердечных сокращений на 5–10 уд·мин⁻¹, потребления кислорода – на 2–3 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, вентиляции легких – на 2–3 л·мин⁻¹ (Timmons, Bar-Or, 2003). Это увеличение специалисты связывают с интенсификацией использования жиров в процессе аэробного метаболизма (Riddell et al., 2000; Rowland, 2005; Gamble, 2014).

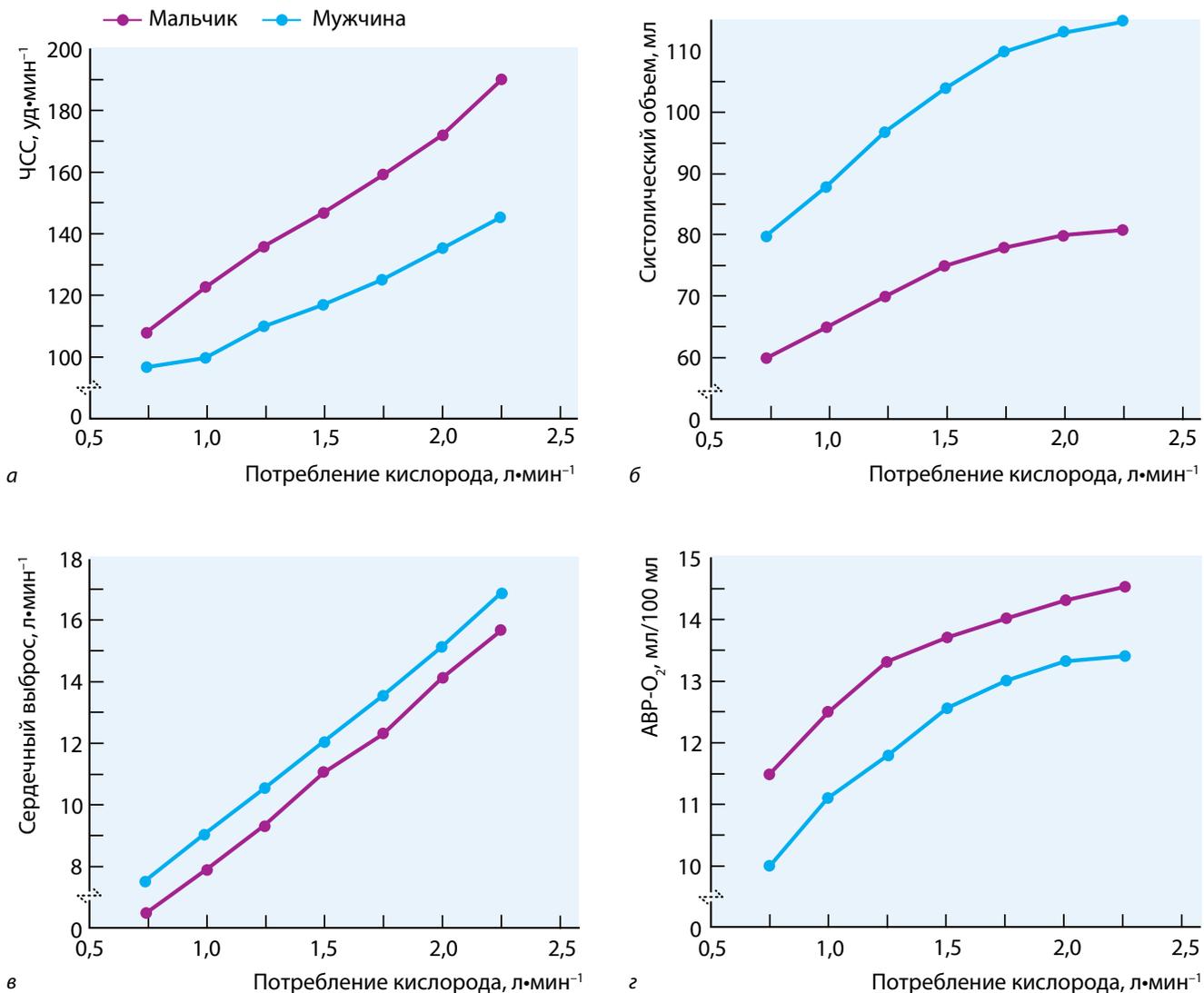


РИСУНОК 12.14 – Субмаксимальные величины ЧСС (а), систолического объема (б), сердечного выброса (в) и артерио-венозной разницы по кислороду (г) у 12-летнего мальчика и мужчины зрелого возраста при стандартной интенсивности нагрузки, оцениваемой по потреблению кислорода

В отличие от взрослых, энергообеспечение организма детей в процессе мышечной деятельности в большей мере зависит от окислительного метаболизма, что обусловлено большей активностью у них аэробных ферментов, большей площадью МС-волокон в поперечном срезе мышц и способностью к более полной их активизации и более интенсивному их кровоснабжению (Patel, Pratt, 2009). У детей и подростков в течение продолжительной работы аэробного характера мобилизация жиров в качестве энергетического субстрата протекает значительно более интенсивно по сравнению со взрослыми (рис. 12.15). При выполнении продолжительной работы на уровне 70% $\dot{V}O_{2max}$ уже через 30 мин вклад жиров в энергообеспечение работы у мальчиков может достигать 30%, в то время как у взрослых мужчин он обычно не превышает 15%. Через 60 мин у мальчиков энергообеспечение за счет жиров достигает 35%, у взрослых – 20% (Timmons et al., 2003). Эти различия специалисты

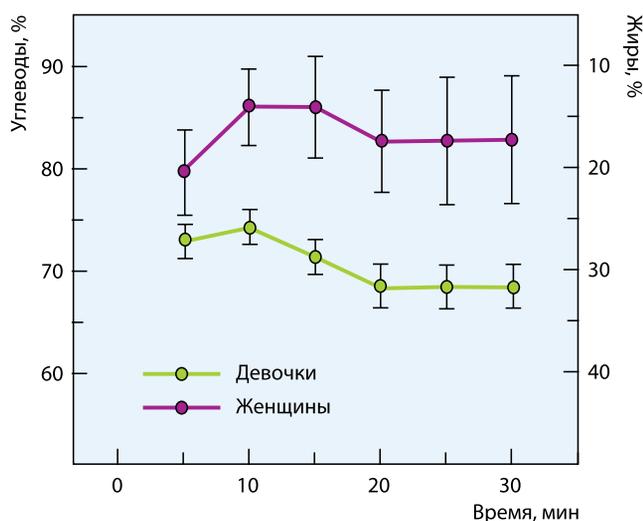


РИСУНОК 12.15 – Относительная утилизация жиров и углеводов в качестве источников энергии девочками и женщинами при выполнении продолжительной работы с интенсивностью 70% уровня $\dot{V}O_{2max}$ (Martinez, Hymes, 1992)

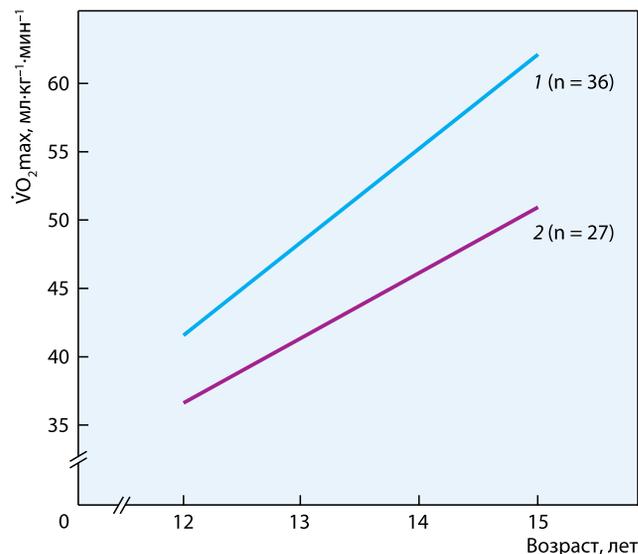


РИСУНОК 12.16 – Прирост $\dot{V}O_{2max}$ у активно занимающихся видами спорта, связанными с проявлением выносливости: 1 – мальчики; 2 – девочки

склонны объяснить значительно меньшими возможностями анаэробной лактатной системы, а также значительно меньшими запасами мышечного гликогена (Boissean, Delamarche, 2000; Gamble, 2014).

В специальной литературе длительное время дискутировался вопрос о повышении аэробных возможностей у детей, находящихся в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития. Отмечалось, что тренировка аэробной направленности в препубертатном и пубертатном периодах не приводит к повышению аэробной мощности, что связано с гормональным статусом детей. Однако опыт подготовки детей, специализирующихся в циклических видах спорта, и современные научные исследования (Rowland, 2005) убедительно свидетельствуют о высоких способностях детей к повышению аэробных возможностей (рис. 12.16). Эти способности в значительной мере связаны с тем, что в поперечнике мышечной ткани детей, по сравнению со взрослыми, больше МС-волокон, отличающихся большей плотностью капиллярной сети, и выше активность аэробных ферментов, что облегчает процесс перехода кислорода в мышечную ткань. Склонность детей к выполнению аэробной работы реализуется в адаптационных реакциях – увеличении окислительной функции как следствия повышения количества, плотности и объема митохондрий, запасов мышечного гликогена. Однако эти изменения протекают менее интенсивно, чем при тренировке взрослых спортсменов (Baker, Newton, 2006).

Таким образом, достаточно напряженная тренировка, направленная на повышение аэробных возможностей, может планироваться в подростковом возрасте, однако оказывается наиболее эффективной после завершения пубертатного периода (McManus, Armstrong, 2008; Gamble, 2014). Эти данные, полученные на современном материале, противоречат многим рекомендациям, согласно которым нагрузки, направленные на повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения, должны планироваться в более старшем возрасте. Напротив, дети и подростки, находящиеся в препубертатном, пубертатном и постпубертатном периодах полового развития благоприятно реагируют на нагрузки аэробного характера (Lloyd et al., 2018). В качестве основного метода развития аэробных возможностей следует использовать непрерывный, хотя в конце пубертатного и в посту-

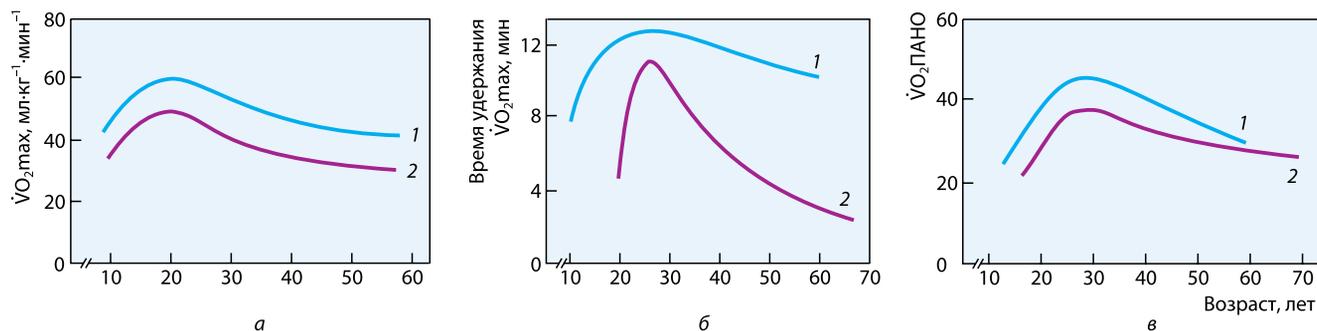


РИСУНОК 12.17 – Возрастная динамика максимального потребления кислорода (а), аэробной емкости (б) и аэробной эффективности – ПАНО (в): 1 – мужчины; 2 – женщины (Fox et al., 1993)

бертатном периодах может применяться и интервальный. В препубертатном периоде выносливость к работе аэробного характера успешно развивается на материале спортивных игр (Woods, 2016). Продолжительность работы аэробного характера в отдельных занятиях составляет 30–60 мин при интенсивности, не превышающей 85 % максимальной частоты сокращений сердца. В течение недели не следует планировать более трех таких занятий (Armstrong, Barker, 2011; McHarry, 2014).

Прирост аэробной производительности и возможностей кислородтранспортной системы у детей связан с совершенствованием различных компонентов, определяющих уровень аэробной производительности: увеличиваются размеры сердца, улучшается кровоснабжение активных тканей, происходит эффективное перераспределение кровотока, повышаются систолический объем и сердечный выброс и др. С возрастом возможности к адаптации кислородтранспортной системы снижаются. В возрасте 25–30 лет уже может происходить уменьшение уровня $\dot{V}O_{2max}$ несмотря на напряженную тренировку аэробной направленности. Обусловлено это главным образом снижением максимальной частоты сердечных сокращений, так как величины кислородного пульса являются идентичными у хорошо тренированных лиц различного возраста (Hagberg et al., 1985).

Снижение уровня $\dot{V}O_{2max}$ с возрастом компенсируется повышением возможностей в отношении других факторов функциональной подготовленности. Так, у мужчин 25–30 лет снижение уровня $\dot{V}O_{2max}$ сопровождается увеличением емкости и эффективности аэробного процесса (рис. 12.17).

Применение современных средств и методов тренировки приводит к значительному смещению в сторону большего возраста периодов максимального проявления различных двигательных качеств и возможностей функциональных систем. Проиллюстрировать это можно на примере динамики показателей максимального потребления кислорода у лиц, не занимающихся спортом (рис. 12.18), и спортсменов высокой квалификации (рис. 12.19), специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости.

Восстановительные реакции и переносимость нагрузок

Метаболический ответ детей и подростков на физические нагрузки в большей мере по сравнению со взрослыми связан с окислительными процессами (Ratel et al., 2006). Повышенная интенсивность аэробного метаболизма, ускоренный ресинтез КрФ, кислотно-щелочной регуляции, повышенная интенсивность удаления побочных продуктов обмена веществ (Bergeron et al., 2015) определяют повышенную интенсивность протекания у юных спортсменов постнагрузочных восстановительных реакций (Tibana et al., 2012). Обусловлены такие реакции детей меньшей мышечной массой, более

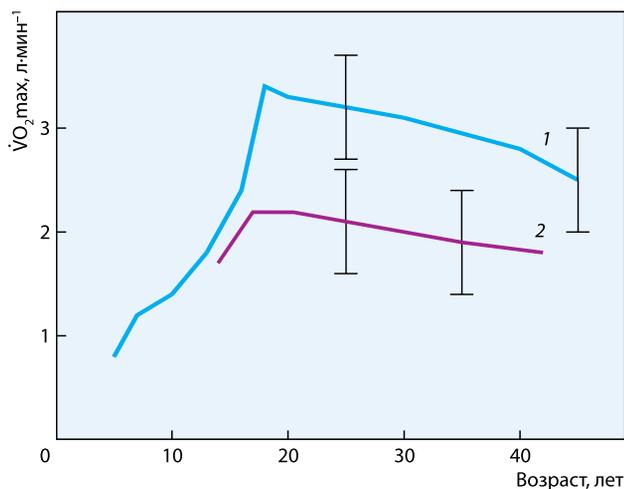


РИСУНОК 12.18 – Изменение максимального потребления кислорода у лиц разного возраста, не занимающихся спортом: 1 – мужчины; 2 – женщины (Åstrand, Rodahl, 1986)

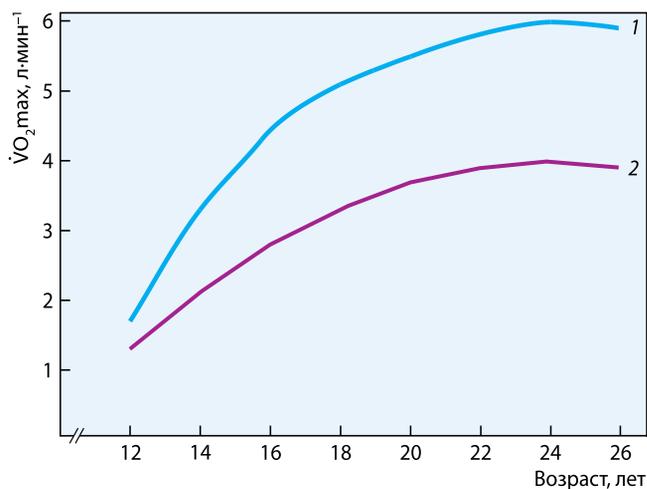


РИСУНОК 12.19 – Величины максимального потребления кислорода у квалифицированных спортсменов в зависимости от возраста: 1 – мужчины; 2 – женщины

высоким процентом МС – волокон, большей мобилизацией жиров в качестве источника энергии, меньшей нейромышечной активацией двигательных единиц мышц, более высокой скоростью ресинтеза КрФ и большей скоростью восстановления кислотно-щелочного баланса и устранения H^+ (Lloyd et al., 2018).

Восстановительные процессы после напряженной работы у детей протекают быстрее, чем у взрослых. В частности, после выполнения программ анаэробных тестов время восстановления у мальчиков 8–12 лет составило всего 2 мин, в то время как для восстановления взрослых понадобилось 10 мин (Helestreit et al., 1993). У детей быстрее восстанавливаются ЧСС, легочная вентиляция, уровень лактата и pH (Baraldi et al., 1991; Ohuchi et al., 2000), у них значительно быстрее приходит в норму субъективная готовность к выполнению очередных тренировочных заданий. Это обусловлено как структурой мышечной ткани и особенностями метаболизма, так и психологическими моментами, связанными с меньшей способностью юных спортсменов переносить нагрузки, преодолевать утомление, меньшей способностью к мобилизации функционального резерва, что проявляется в более низких относительных реакциях двигательного аппарата, систем энергообеспечения при более низкой выраженности метаболического ацидоза и меньшей степени истощения метаболических субстратов (Baker, Newton, 2006; Kappenstein et al., 2013).

Дети, по сравнению со взрослыми, отличаются меньшей экономичностью работы и более интенсивным использованием субстратов. Однако у них выше скорость восстановления кислотно-основного равновесия, устранения молочной кислоты и восстановления субстратов (Gamble, 2014).

У детей, как и у взрослых, восстановительные процессы протекают значительно быстрее, если после напряженной работы планируется не пассивный отдых, а работа меньшей интенсивности. Например, восстановление концентрации лактата в крови у мальчиков и девочек 9–11 лет после высокоинтенсивной работы ($150\% \dot{V}O_2max$) протекало значительно быстрее в том случае, когда пассивный отдых заменялся работой с интенсивностью 40–60% уровня $\dot{V}O_2max$ (Dotan et al., 2000).

Дети и подростки значительно легче субъективно переносят нагрузки аэробного характера по сравнению со взрослыми спортсменами.

Продолжительная работа с интенсивностью, не превышающей порога анаэробного обмена, воспринимается детьми и подростками по сравнению со взрослыми спортсменами как более легкая. Вероятнее всего, это обуславливается более интенсивным протеканием восстановительных реакций у детей в течение непрерывной продолжительной работы и в паузах между упражнениями при выполнении работы интервального характера.

Возраст и экономичность работы

Экономичность работы в значительной мере зависит от возраста. У детей и подростков, по сравнению с юношами и взрослыми, отмечается значительно больший расход энергии на единицу массы тела при выполнении одних и тех же двигательных заданий. В частности, детям 7–8 лет требуется на 25% больше кислорода по сравнению со взрослыми при выполнении одной и той же работы. Подростки 11–13 лет затрачивают на выполнение такой работы уже на 10–12%, а юноши 16–17 лет всего на 3–5% больше кислорода по сравнению со взрослыми. Более высокая метаболическая стоимость работы у детей и подростков обуславливается прежде всего несовершенными механизмами нервно-мышечной регуляции, избыточным сокращением мышц-антагонистов (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

С возрастом экономичность работы возрастает, что следует связывать с техническим совершенствованием. Специальная тренировка, направленная преимущественно на совершенствование техники движений, улучшение межмышечной координации, приводит к резкому снижению потребления кислорода при выполнении стандартной работы (рис. 12.20). Меньшая экономичность работы у детей компенсируется более интенсивным протеканием восстановительных процессов (Patel, Pratt, 2009).

Силовые возможности и гибкость

Повышение максимальной силы в младшем школьном возрасте и препубертатном периоде протекает относительно равномерно в соответствии с темпами роста и увеличения массы тела ребенка, и в возрасте от 6 до 12 лет по силовым показателям мальчики незначительно превосходят девочек. Некоторое генетическое преимущество мальчиков компенсируется более ранним развитием девочек (Baker, Newton, 2006).

Равномерный рост силы отмечается до тех пор, пока не начнут происходить фундаментальные гормональные изменения, характерные для пубертатного периода. Резкое увеличение выделения у мальчиков в этот период мужского полового гормона — тестостерона — с явным анаболическим эффектом способствует синтезу белка и резкому увеличению мышечной массы и силы (Patel, Pratt, 2009). В течение пубертатного периода объем мышечной массы увеличивается у мальчиков с 27 до 40% массы тела (Israel, 1992).

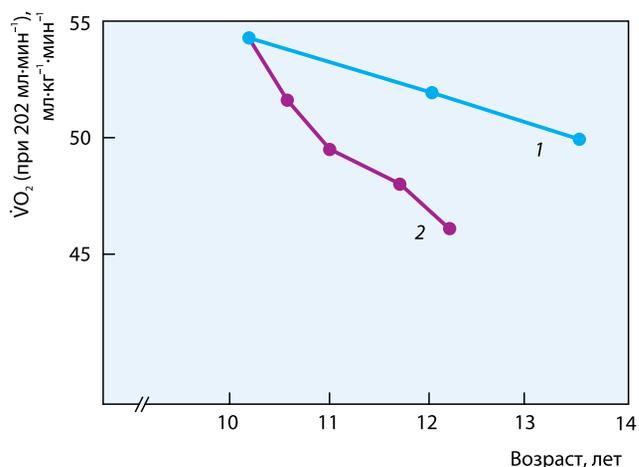


РИСУНОК 12.20 – Изменение кислородной стоимости работы под влиянием тренировки: 1 – нетренированные; 2 – тренированные (Бар-Ор, Роуланд, 2009)

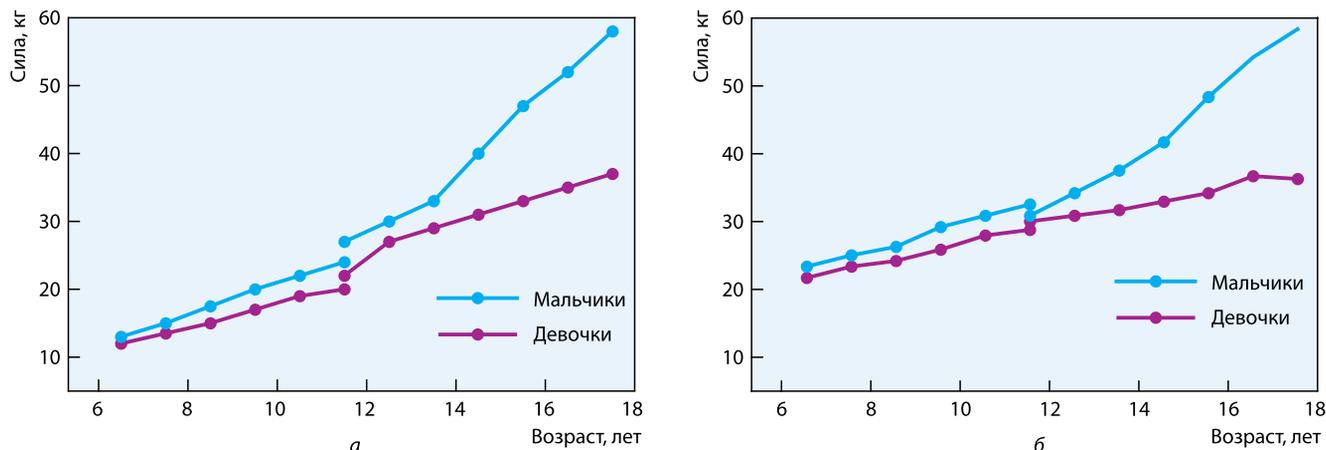


РИСУНОК 12.21 – Изменение силы сгибателей локтевого сустава (а) и разгибателей коленного сустава (б) с увеличением возраста (Malina et al., 2004)

По силовым возможностям мальчики начинают существенно опережать девочек: если в возрасте 6–12 лет сила девочек составляет 90–95% силы мальчиков, то в 14–15 лет эта величина снижается до 70–80%, а в 17–18 лет – до 60–65% (рис. 12.21).

До пубертатного периода рост ребенка в значительной мере стимулировался соматотропным гормоном. В течение пубертатного периода изменения роста и состава тела связаны с действием тестостерона, что и обуславливает серьезные различия между мальчиками и девочками. У мальчиков увеличение длины и массы тела сопровождается повышением в составе тела доли мышечной массы и снижением доли жировой ткани. У девочек отмечается несколько меньшее увеличение длины и массы тела при существенном повышении доли жировой ткани и умеренном – мышечной (рис. 12.22).

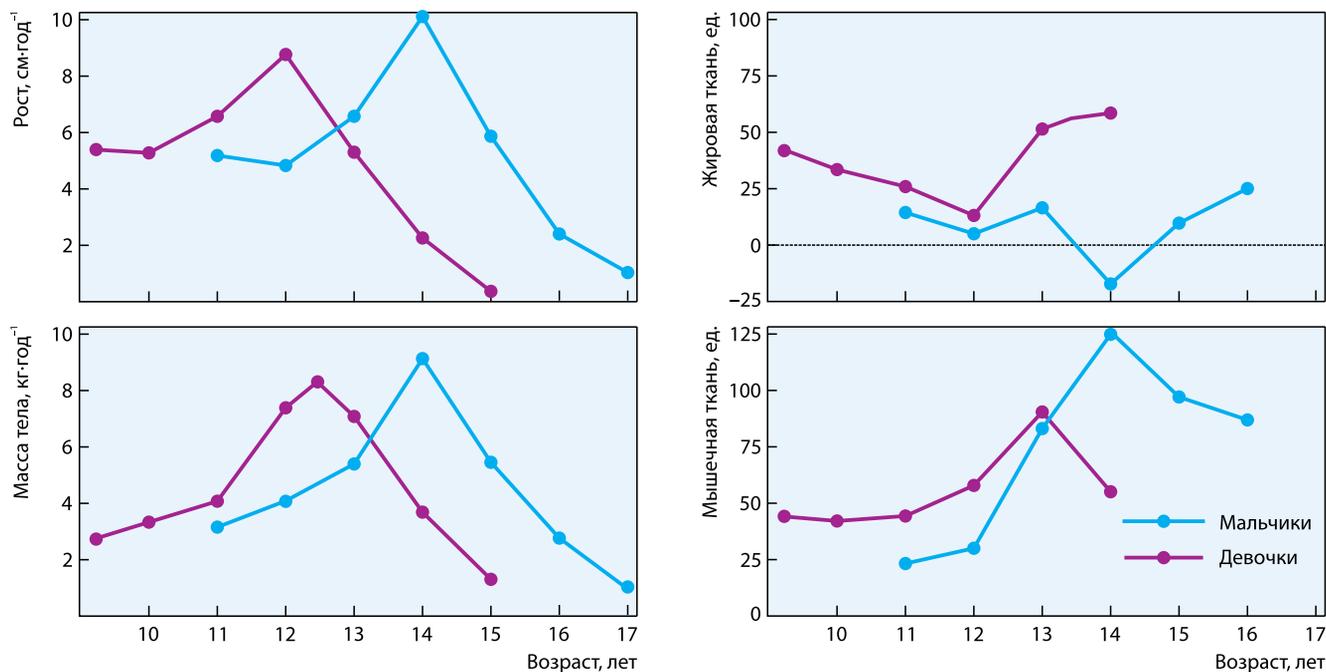


РИСУНОК 12.22 – Ежегодный прирост роста, массы тела, количества жировой и мышечной ткани в препубертатном, пубертатном и постпубертатном периодах (Patel, Pratt, 2009)

Увеличение силы в течение препубертатного периода в результате разнообразной силовой подготовки с использованием различных видов динамического метода не сопровождается существенным приростом мышечной массы и преимущественно имеет нейрорегуляторный характер. В пубертатном и постпубертатном периодах при использовании соответствующей методики сила увеличивается в том числе и за счет гипертрофии мышц (Baker, Newton, 2006).

Интенсивное развитие мышечной массы и силы в пубертатный период не означает, что в это время следует планировать интенсивную силовую подготовку. Значительные силовые нагрузки могут привести к травмам зон окостенения, а также развитию остеохондроза. Не подготовлен к таким нагрузкам и нервно-мышечный аппарат. Интенсивная силовая тренировка девочек, находящихся в пубертатном периоде возрастного развития, нарушает естественный ход гормональной перестройки, что может отрицательно сказываться на репродуктивной функции, приводить к замедлению роста, отрицательно влиять на развитие костной массы (Baker, Newton, 2006).

Наивысшая тренируемость силы у женщин отмечается в возрасте 18–20 лет, у мужчин – в 22–25 лет (рис. 12.23), а интенсивную работу над развитием этого качества можно начинать в возрасте 16–17 лет – у женщин и 17–18 лет – у мужчин. Силовая подготовка детей, находящихся в препубертатном и пубертатном периодах, должна проводиться с большой осторожностью. Следует учитывать, что реакция детей на упражнения силовой направленности принципиально отличается от реакции взрослых. Увеличение силы мышц у детей происходит за счет улучшения нервной импульсации, меж- и внутримышечной координации при незначительной гипертрофии мышц. Например, 10 нед. силовой тренировки мальчиков препубертатного возраста привели к увеличению на 10% количества активированных двигательных единиц (Blimkie, 1993); 8-недельная тренировка таких же детей вызвала увеличение суммарной электрической активности тренируемых мышц на 16,8% (Ozmun et al., 1994). После полового созревания силовая тренировка оказывается значительно более эффективной у мальчиков, которые с возрастом постоянно увеличивают разрыв в уровне силовых качеств по сравнению с девочками, в основном за счет увеличения поперечного сечения мышц (Бар-Ор, Роуланд, 2009).

Такой подход к силовой подготовке создает дополнительные предпосылки для развития скоростных качеств, координации и ловкости, которые и без этого эффективно развиваются у детей и подростков (Radnor et al., 2017; Meyers et al., 2015). Прирост скоростных качеств у 13–15-летних мальчиков может быть в два раза выше по сравнению с 16–17-летними (Hirose, Siki, 2015).

Силовая подготовка детям не противопоказана. Однако она должна быть планомерной и полностью исключать упражнения с большими отягощениями, выполняемые в положении стоя и характерные для тяжелой атлетики. Преимущественно следует ориентироваться на упражнения, в которых в качестве сопротивления используются масса собственного тела, разнообразные упражнения с применением различных приспособлений и тренажеров, не предъявляющих максимальных требований к опорно-двигательному аппарату. Это позволяет свести к минимуму риск травмирования суставов, мышц, сухожилий и связок (Rowland, 2005; Lloyd, Fraigenbaum, 2016).

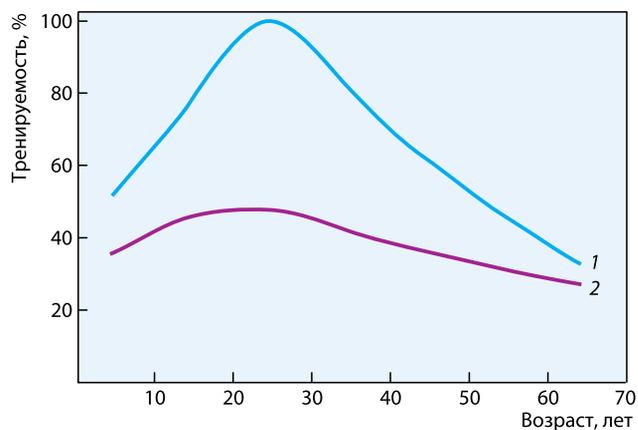


РИСУНОК 12.23 – Тренируемость силы в различном возрасте, % максимальной тренируемости мужчин: 1 – мужчины; 2 – женщины (Hollmann, Hettinger, 1980)

Не следует игнорировать позицию Американского ортопедического общества спортивной медицины, которое категорично в отношении силовой подготовки детей в препубертатном и пубертатном периодах: 2–3 программы силовой подготовки продолжительностью 20–30 мин каждая и отсутствие упражнений с максимальными и околомаксимальными сопротивлениями (Baker, Newton, 2006). Следует также учитывать, что у детей в препубертатном и пубертатном периодах увеличение силы за счет как нервной активизации, так и мышечной гипертрофии преимущественно связано с адаптацией МС-волокон, что обусловлено тем, что у детей ограничена способность вовлекать в работу двигательные единицы с высоким порогом активации (Baker, Newton, 2006).

Излишне напряженная силовая тренировка юных спортсменов, особенно если она предполагает использование больших отягощений и сопровождается ограниченным питанием, во многих случаях приводит к замедлению продольного роста, задержке менархе у девочек (Daly et al., 2005). Установлено, что во время длительного перерыва в тренировке юных спортсменов в пубертатный период их развития, вызванного болезнями или травмами, отмечается существенное ускорение роста по сравнению с периодами интенсивной тренировки. Особенно наглядно это проявляется в таких видах спорта, как гимнастика и тяжелая атлетика (Micheli, Mountjoy, 2009).

К сожалению, специалисты, далекие от реалий спорта и знаний в области возрастной физиологии и медицины, активно навязывают мнение о высокой результативности силовой подготовки детей, основанной на серийном выполнении силовых упражнений с большими отягощениями. Например, в одной из недавних работ (Lesinski et al., 2016) настойчиво навязывается мнение о высокой эффективности силовой подготовки юных спортсменов при работе с отягощениями 80–90 % максимально доступных при большом суммарном объеме работы (5 подходов по 6–8 повторений в каждом упражнении). Показано, что наибольший эффект показала 23-недельная силовая подготовка в таком режиме. Действительно, для развития максимальной силы такая тренировка оказывается эффективной. Однако результаты этого исследования представлены не в виде абстрактного материала, а применительно к подготовке юных спортсменов. А это с позиций возрастной физиологии и спортивной медицины, теории спортивной подготовки является абсурдом. К сожалению, подобные рекомендации не единичны (Stratton et al., 2004; Kraemer, Fleck, 2007; Faigenbaum et al., 2009).

Упражнения силовой направленности вызывают различные приспособительные реакции у мужчин и женщин. Идентичные программы, направленные на прирост силы в оптимальном для развития этого качества возрасте, приводят к различному тренировочному эффекту у мужчин и женщин. Мужчины прогрессируют значительно быстрее, в отдельных случаях в 1,5–2 раза (De Vries, Houch, 1994). При этом у женщин даже значительный прирост силы связан с небольшим увеличением мышечной массы, в то время как у мужчин наблюдается гипертрофия мышц. Это можно объяснить тем, что у женщин уровень тестостерона и интенсивность его производства во много раз меньше, чем у мужчин.

В раннем детском возрасте дети отличаются исключительно высокой статической и динамической гибкостью, которая постоянно снижается и достигает нижнего предела между 10 и 12 годами. Девочки отличаются большей гибкостью по сравнению с мальчиками.

Упражнения, направленные на развитие гибкости, могут проводиться с первых лет занятий спортом, что способствует замедлению процесса возрастного снижения гибкости и стабилизации его в возрасте 10–12 лет на более высоком уровне. При подборе средств развития гибкости и методики их применения необходимо исключить воздействия, способные нарушить естественное развитие суставов, мышечной и соединительной ткани.

ГЕНДЕРНЫЕ И ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

На протяжении большей части истории современного спорта высших достижений практически не существовало различий в методике подготовки мужчин и женщин. Лишь в 1970-х годах стали приводиться исследования по поиску оптимизации тренировочного процесса женщин на основе изучения в различных фазах овариально-менструального цикла колебаний в составе тела, работоспособности, состояния важнейших систем организма. Начиная с 1990-х годов в различных лабораториях мира стали проводиться более разносторонние и серьезные исследования в области оптимизации подготовки женщин на основе изучения особенностей их организма применительно к специфике разных видов спорта и нагрузкам спорта высших достижений.

Эти исследования выявили существенные различия между мужчинами и женщинами, требующие дифференциации их подготовки, прежде всего, в той ее части, которая связана с возрастным развитием, с развитием двигательных качеств и соответствующими физическими нагрузками. Различия эти столь существенны, что без их учета не только не удастся в полной мере использовать природные задатки спортсменок, добиться максимально доступного для них уровня силовых и скоростных возможностей, выносливости и гибкости, ловкости и координации, но и можно с высокой вероятностью нарушить закономерности возрастного развития, привести спортсменок к серьезным проблемам со здоровьем.

Условно эти различия можно отнести к следующим составляющим:

- телосложение;
- силовые качества и гибкость;
- системы энергообеспечения;
- психика и поведенческие реакции;
- менструальный цикл;
- женская спортивная триада;
- гиперандрогения;
- беременность и роды;
- возрастная предрасположенность к развитию двигательных качеств и спортивных достижений.

Во всех этих областях знаний накоплен огромный материал, требующий учитывать в системе спорта высших достижений гендерные и половые различия между мужчинами и женщинами. К сожалению, даже в серьёзной научной литературе часто не делается различий между понятиями «гендер» и «пол», а понятие «гендер» ошибочно используется как синоним понятия «пол». В действительности, понятие «гендер» следует соотносить с психическими, социальными и культурными различиями, а понятие «пол» — с анатомическими и физиологическими.

У подавляющего большинства людей гендерная идентичность, т.е. внутреннее самоопределение человека как мужчины или женщины, совпадает с полом, однако у некоторых — не совпадают. Несовпадение гендерной идентичности с биологическим полом обозначается как трансгендерность, а носители такой идентичности называются трансгендерами. Не вдаваясь в детали этой сложной проблемы, привлекая внимание многих исследователей, представителей общественности и политических сил, отметим, что она не обошла современное олимпийское движение и спорт высших достижений.

МОК и ряд спортивных федераций под давлением внешних сил активно включились в анализ этой проблемы с позиций обеспечения гендерной справедливости, практически полностью проигнорировав половые различия. В результате в женской части программы Олимпийских игр оказались все традиционно мужские виды спорта, включая бокс, вольную борьбу, тяжёлую атлетику, хоккей с шайбой и др. программа Олимпийских игр в отношении количества видов спорта и видов соревнований для мужчин и женщин стала идентичной, несмотря на то, что в мире активно занимаются олимпийскими видами спорта около 35 % женщин и 65 % мужчин, а в отдельных видах спорта количество занимающихся женщин не составляет и 10 %.

В последние годы МОК практически возглавил компанию по допуску к участию в Олимпийских играх трансгендеров, не учитывая того, что на такое гендерное равенство претендуют только трансгендерные мужчины, добивающиеся права соревноваться в женских видах соревнований.

При решении этих и ряда других вопросов, связанных с развитием женского спорта и обеспечения гендерного равенства, полностью игнорируются результаты современных исследований в сферах спортивной и медицинской науки, социологии и культуры. В результате в женском спорте создана среда, ущемляющая спортивные права абсолютного большинства спортсменок, вынужденных соревноваться с трансгендерными мужчинами.

Полностью игнорируется тот факт, что спорт высших достижений, в отличие от подавляющего количества других сфер деятельности, предъявляет экстремальные требования к двигательным качествам и физической подготовленности спортсменов, их двигательному аппарату, кардиореспираторной, центральной нервной и другим важнейшим системам организма. И никакие процедуры по смене пола и изменению гендера не способны полностью подавить те исходные физические преимущества, которые получают мальчики над девочками с момента рождения.

Такая политика уже привела к волне протестов как со стороны спортсменок, так и представителей науки, широких слоёв общественности, средств массовой информации. Можно уже с уверенностью отмечать, что эта область приобрела скандальный характер и превратилась в сферу манипуляций, серьёзно влияющих на авторитет современного спорта и Олимпийских игр, дополнив негативное влияние деятельности Всемирного антидопингового агентства в борьбе с допингом в олимпийском спорте.

В связи с этим требуется подробно раскрыть проблему половых и, в определённой мере, гендерных различий между мужчинами и женщинами, что исключительно важно, как для стратегии развития женского спорта, так и спортивного отбора и построения процесса подготовки спортсменок в разных видах спорта и на различных этапах многолетней подготовки.

Телосложение, силовые качества и гибкость

До начала пубертатного периода между мальчиками и девочками практически отсутствуют существенные различия в строении и составе тела (Lloyd, Faigenbaum, 2016). Процесс полового созревания связан с интенсификацией секреции гонадотропными клетками передней доли гипофиза фолликулолестимулирующего и лютеинизирующего гормонов. При достаточной секреции этих гормонов у мальчиков стимулируется развитие яичек и секреция тестостерона, а у девочек — развитие яичников и секреция эстрогена (рис. 13.1). Тестостерон — основной мужской половой гормон — стимулирует синтез белков и увеличение мышечной массы, способствует росту и повышению плотности костей, а эстроген — женский половой гормон — расширению таза, увеличению отложений жира, особенно в области бедер, росту костей. Под влиянием этих гормонов увеличение роста скелета в пубертатном периоде у девочек сопровождается меньшим увеличением мышечной ткани и плотности костной по сравнению с мальчиками (Read et al., 2018). Максимальная масса мышечной ткани у женщин достигается в возрасте 16–20 лет, а у мужчин — 18–25 лет (Malina et al., 2004).

В первые годы после начала пубертатного периода у девочек отмечается быстрый рост костей, после него процесс роста замедляется. У мальчиков процесс роста также интенсивно протекает с начала пубертатного периода, однако замедляется медленнее и протекает дольше, чем у девочек, чем и приводит к существенным различиям в окончательной длине тела (Kenney et al., 2021).

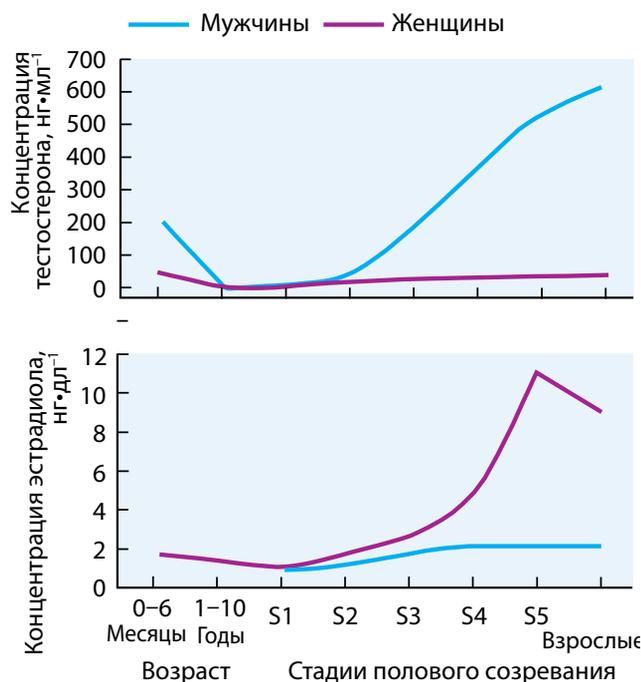


РИСУНОК 13.1 – Изменения концентрации в крови тестостерона и эстрогена (эстрадиола) от момента рождения до завершения полового созревания организма. Символами S1–S5 обозначены стадии полового созревания, выделяемые на основании развития вторичных половых признаков, где S1 соответствует начальной стадии пубертата, а S5 – заключительной (Kenney et al., 2021)

Женщины на 13–14 см ниже мужчин, на 14–18 кг легче, имеют чистую массу тела меньше на 18–22 кг, жировую массу больше на 3–6 кг, а относительное содержание жира больше на 6–10% (Wilmore, Costill, 2004). Масса сердца у женщин составляет около 75% массы сердца мужчин, масса костной ткани — около 70%, а масса скелетных мышц — около 65% (Иорданская, 2012). Мужчины отличаются более широкими плечами относительно таза, а женщины более широким тазом относительно плеч. Более широкие плечи у мужчин способствуют большему по сравнению с женщинами объему мышечной ткани, а также обеспечивают механическое преимущество для движений в плечевом суставе.

Значительные различия в уровне силовых качеств во многом обусловлены большим объемом мышечной массы и тощей массы тела мужчин (Vanderburgh et al., 1997; Бар-Ор, Роуланд, 2009), хотя эти различия не могут в полной мере быть объяснены только этими факторами (Stone et al., 2008), так как установлено, что в специальных двигательных действиях у женщин, по сравнению с мужчинами, меньше показатели пиковой силы и выходной мощности с учетом относительного мышечного объема (Garhammer, 1991; Fleck, Kraemer, 2004).

В среднем по отношению к разным мышечным группам сила женщин составляет 65–70% силы мужчин (Miller, 1993). Однако отмечается большой разброс в отношении различных частей тела и объема тощей массы. Для верхней части тела максимальная сила женщин на килограмм массы тела по сравнению с мужчинами составляет около 60%, а на килограмм тощей массы тела – 70–75% (Read et al., 2018). Для нижней части тела различия значительно меньше – 80–85% на килограмм массы тела и около 95% на килограмм тощей массы тела (Sanborn, Jankowski, 1994; Stone et al., 2007). Большие различия в силе верхней и нижней частей тела у женщин, по сравнению с мужчинами, в значительной степени обуславливаются более равномерным распределением в разных частях тела мышечной массы у мужчин (Janssen et al., 2000). Во всех видах спорта, в которых важны силовые возможности и мощность верхней части тела, женщины должны акцентировать внимание на применении соответствующих упражнений.

Велики различия между мужчинами и женщинами в выходной мощности движений. Обследования тяжелоатлетов – участников Игр Олимпиад – показали, что выходная мощность в соревновательных упражнениях у женщин составляет около 65% регистрируемой у мужчин. Несколько меньшие различия (70–75%) регистрируются в прыжках в высоту и длину. Эти различия также существенно сглаживаются в случае оценки мощности относительно обезжиренной массы тела. Однако они остаются существенными, что, в определенной мере, может быть объяснено меньшей площадью БСб-волокон в единице площади поперечного сечения мышц при отсутствии различий в площади, занимаемой МС-волокнами (Always et al., 1992; Straton et al., 2000). Это, кстати, предопределяет и большую выносливость женщин при выполнении продолжительной работы аэробного характера (Read et al., 2018).

Биопсические исследования мышечной ткани показали, что в среднем соотношение МС- и БС-волокон у мужчин и женщин существенно не различается (рис. 13.2). Однако диапазон колебаний у мужчин оказывается значительно большим, чем у женщин. У мужчин встречаются случаи, когда в поперечнике мышечной ткани оказывается более 90% тех или иных мышечных волокон, в то время как у женщин – не более 75%. У женщин значительно меньше (более чем в 1,5 раза) поперечное сечение мышечных волокон обоих типов (Kenney et al., 2012).

Меньший объем мышечной ткани, площади поперечного сечения мышц и БС-волокон у женщин ограничивает их возможности по сравнению с мужчинами в скоростно-силовых действиях (Nimmo, 2009). Однако женщины более эффективны в действиях, в которых сочетаются концентрический и эксцентрический режимы работы мышц, так как они эффективнее используют энергию амортизации, накопленную в результате эксцентрического сокращения (Sale, 1999), а также более устойчивы к утомлению (Kenney et al., 2021).

Для женщин основным направлением в работе над развитием силовых качеств является совершенствование процессов нервной регуляции, особенно в период полового созревания (Read et al., 2018). У мужчин, вследствие многократно большей продукции тестостерона, сила в значи-

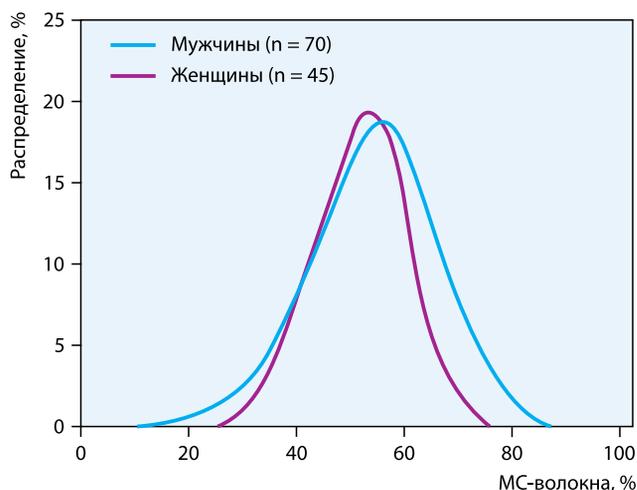


РИСУНОК 13.2 – Распределение МС-волокон (латеральная широкая мышца бедра) у бегунов на длинные дистанции (Kenney et al., 2012)

тельно большей мере, чем у женщин, обуславливается гипертрофией мышц (Häkkinen, 1994; Lloyd, Faigenbaum, 2016). Однако женщины не должны игнорировать и силовую подготовку, связанную с мышечной гипертрофией. Важно учитывать, что такая силовая подготовка способствует увеличению у женщин концентрации тестостерона и, таким образом, стимулирует эффективность силовой подготовки (Read et al., 2018). Существует и генетическая предрасположенность отдельных женщин к мышечной гипертрофии (Stewart, Rittweger, 2006).

Упражнения силовой направленности вызывают различные приспособительные реакции у мужчин и женщин. Идентичные программы, направленные на прирост силы в оптимальном для развития этого качества возрасте, приводят к различному тренировочному эффекту у мужчин и женщин. Мужчины прогрессируют значительно быстрее, в отдельных случаях в 1,5–2 раза (De Vries, Houch, 1994). При этом у женщин даже значительный прирост силы связан с небольшим увеличением мышечной массы, в то время как у мужчин наблюдается гипертрофия мышц. Это можно объяснить тем, что у женщин уровень тестостерона и интенсивность его производства во много раз меньше, чем у мужчин.

Анатомические и физиологические особенности женского организма обуславливают то, что у женщин уровень гибкости значительно выше, чем у мужчин. У женщин отмечается значительно большая по сравнению с мужчинами податливость мышц и соединительной ткани к растяжению, что обусловлено как меньшим мышечным объемом, так и меньшей концентрацией коллагена (Hashemi et al., 2008). Особенности строения таза женщин определяют высокую подвижность в тазобедренных суставах. Анатомическими причинами обусловлена и большая подвижность в локтевом суставе. Более низко расположенный центр тяжести и более короткие ноги, по сравнению с мужчинами, способствуют повышению амплитуды сгибания туловища. У мужчин по сравнению с женщинами наблюдается значительно более интенсивное снижение гибкости, начиная с возраста 8 лет, что, естественно, должно быть учтено в тренировочном процессе (Sands, McNeal, 2014).

Аэробная система энергообеспечения

Наивысших величин максимального потребления кислорода при прочих равных условиях девушки достигают в возрасте 14–16 лет, юноши – 18–20 лет. У взрослых мужчин максимальные показатели потребления кислорода значительно превышают эти показатели у женщин: у мужчин в возрасте 20–30 лет, не занимающихся спортом, отмечаются величины порядка 3300 ± 200 мл·мин⁻¹, у женщин – 2000 ± 200 мл·мин⁻¹. Относительные величины $\dot{V}O_{2max}$ у мужчин обычно колеблются в пределах $40–50$ мл·кг⁻¹·мин⁻¹, у женщин – $35–40$ мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (Wilmore, Costill, 2004).

До 10–12-летнего возраста средний показатель $\dot{V}O_{2max}$ у девочек составляет 85–90% уровня этого показателя, характерного для мальчиков. После окончания пубертатного периода эти различия увеличиваются, и показатели у девочек составляют около 70% уровня $\dot{V}O_{2max}$ у мальчиков (Бар-Ор, Роуланд, 2009). Меньшая мощность аэробной системы энергообеспечения в основном обусловлена увеличением жировой прослойки у женщин в течение пубертатного периода (Naughton et al., 2000).

Существенное влияние имеет и тот факт, что тестостерон стимулирует выработку почками эритропоэтина, который способствует увеличению образования эритроцитов (Kenney et al., 2021).

У женщин отмечается меньший объем мышцы сердца и, естественно, левого желудочка, что определяет и меньший систолический объем. Меньшие величины систолического объема сопровождаются большей частотой сокращения сердца, что способствует увеличению сердечного выброса.

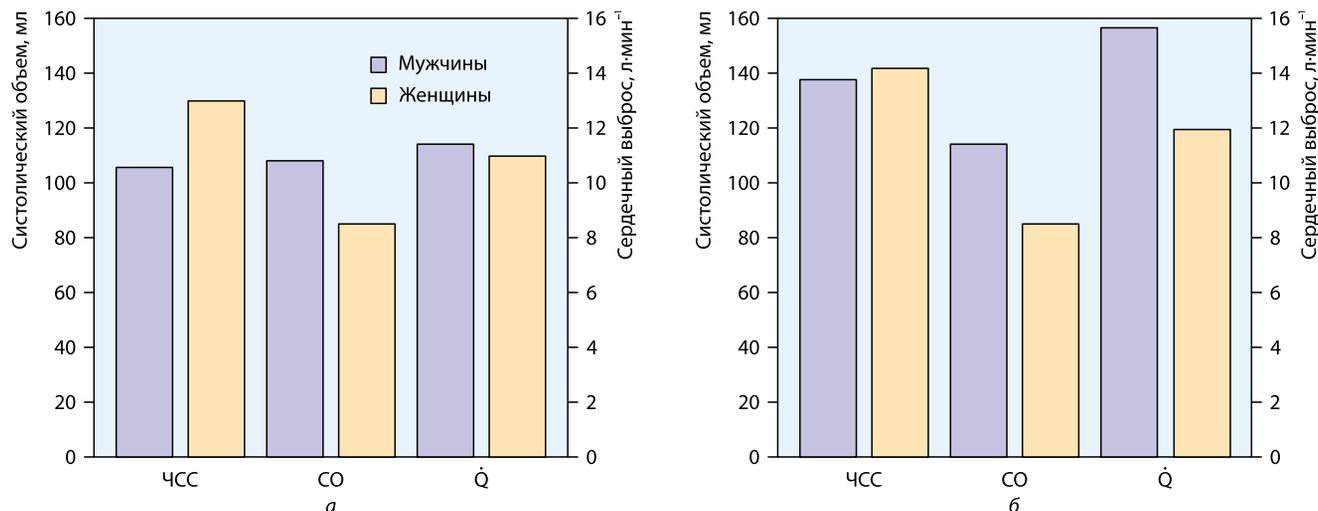


РИСУНОК 13.3 – Частота сокращений сердца (ЧСС), систолический объем (CO) и сердечный выброс (\dot{Q}) у мужчин и женщин при одинаковой абсолютной (50 Вт – а) и относительной (60% $\dot{V}O_{2max}$ – б) мощности работы (Wilmore et al., 2001)

Однако этой компенсации недостаточно для того, чтобы сердечный выброс у женщин достиг уровня, характерного для мужчин (рис. 13.3).

С размерами тела в основном связаны максимальные величины легочной вентиляции, которые как у тренированных, так и нетренированных женщин значительно меньше, чем у нетренированных и тренированных мужчин (рис. 13.4). По этой же причине у женщин меньший объем крови.

У женщин, по сравнению с мужчинами, понижен окислительный потенциал мышц, что обусловлено меньшими концентрацией гемоглобина и содержанием кислорода в артериальной крови (Wilmore, Costill, 2004). Компенсация этих различий в некоторой мере сглаживается повышенными способностями женского организма к утилизации кислорода мышцами, что проявляется в большей артериовенозной разнице по кислороду (Fink et al., 1977).

Под влиянием тренировки аэробной направленности у мужчин и у женщин существенно увеличивается уровень $\dot{V}O_{2max}$, и по относительному приросту $\dot{V}O_{2max}$ (до 20–30%) женщины не отличаются от мужчин. Мощность аэробной системы тренированных мужчин оказывается значительно большей, чем у тренированных женщин. При этом диапазон различий оказывается несколько большим, чем между нетренированными мужчинами и женщинами. Что же касается тренированных женщин, то у них уровень $\dot{V}O_{2max}$ значительно больше по сравнению с нетренированными мужчинами (рис. 13.5).

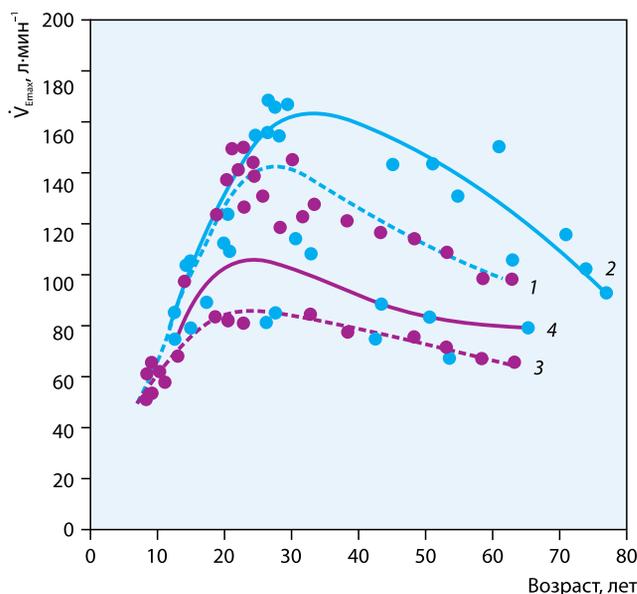


РИСУНОК 13.4 – Максимальная легочная вентиляция у мужчин и женщин: 1 – нетренированные мужчины; 2 – тренированные мужчины; 3 – нетренированные женщины; 4 – тренированные женщины (Kenney et al., 2012)

Большие различия в уровне $\dot{V}O_2\max$ у мужчин и женщин обуславливаются рядом причин. У мужчин значительно выше отношение массы сердца к массе тела: средний показатель у женщин составляет 85–90% показателя мужчин. У мужчин 20–30 лет на 15% выше содержание гемоглобина в 100 мл крови и на 6% больше эритроцитов на 1 мм^3 по сравнению с женщинами такого же возраста (De Vries, Houch, 1994). У женщин показатели сердечного выброса составляют 75–80% показателей, характерных для мужчин (Åstrand, Rodahl, 1986). Сочетание этих факторов и определяет более высокую способность к потреблению кислорода у мужчин (рис. 13.6).

Существенно различаются мужчины и женщины и по особенностям адаптации аэробной

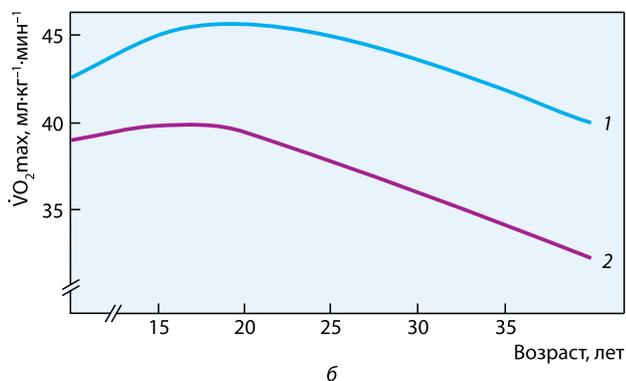
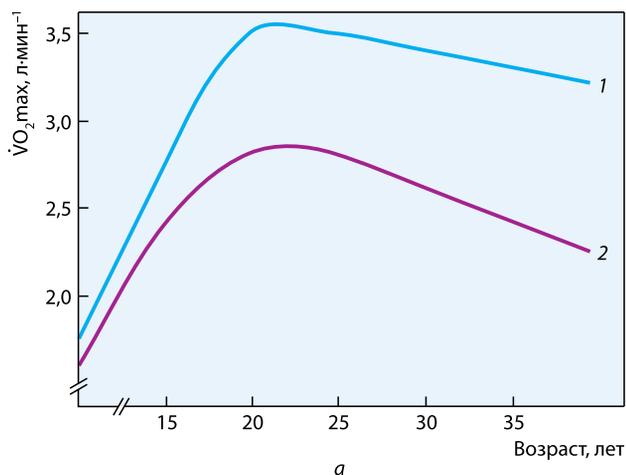


РИСУНОК 13.6 – Динамика абсолютного (а) и относительного (б) $\dot{V}O_2\max$ в зависимости от возраста: 1 – мужчины; 2 – женщины

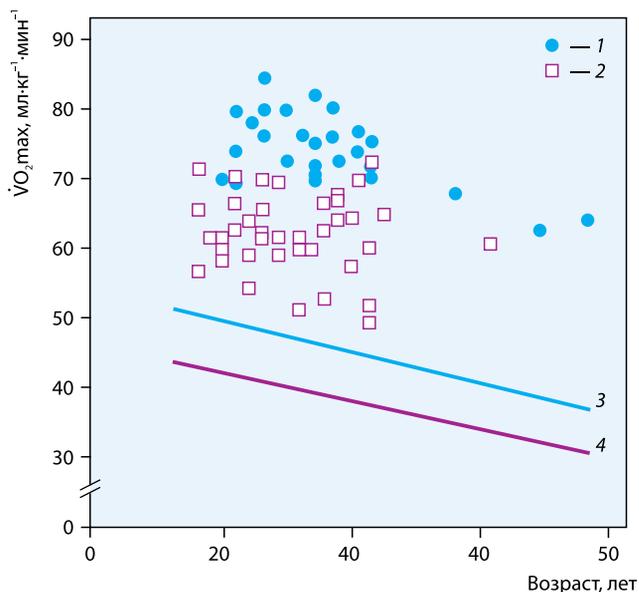


РИСУНОК 13.5 – Максимальное потребление кислорода у спортсменов высокого класса (1 – мужчины, 2 – женщины), специализирующихся в беге на длинные дистанции, и нетренированных мужчин (3) и женщин (4) (Willmore, Costill, 2004)

системы энергообеспечения при продолжительной тренировке. Тренировочные программы аэробной направленности у мужчин приводят к приросту возможностей кислородтранспортной системы за счет параллельного увеличения сердечного выброса, систолического объема, артериовенозной разницы по кислороду. Адаптация женщин протекает по-другому: длительное время (2–3 мес.) приспособительные реакции почти полностью обусловлены центральными изменениями (сердечный выброс, систолический объем), после чего начинают развиваться изменения на периферическом уровне (Cunningham, Hill, 1975; Kollias et al., 1978).

Эстрогены увеличивают концентрацию триглицеридов в мышечной ткани, которая у женщин оказывается значительно большей, чем у мужчин (Steffensen et al., 2002), интенсифицируют процесс использования триглицеридов в качестве субстрата, повышая мощность и ёмкость аэробной системы энергообеспечения и способствуя экономии гликогена (Tarnopolsky, 2008). Различия между мужчинами и женщинами по способ-

ности их организма к окислению жиров при выполнении стандартной работы с интенсивностью $50\% \dot{V}O_{2max}$ исключительно велики и могут достигать 47% (Mittendorfer et al., 2001; Roepstorff et al., 2002). При продолжительной и напряженной работе, приводящей к истощению гликогена (90-минутная нагрузка на велоэргометре с интенсивностью $95\% \dot{V}O_{2max}$) у спортсменов в процесс энергообеспечения вовлекаются белки, а у спортсменок этого практически не отмечается (McKenzie et al., 2000). В силу этого для спортсменок исключительно важным является потребление липидов, которое может достигать 30% ежедневных энергетических потребностей (Larson-Meyer et al., 2002; Volek et al., 2006).

Дефицит железа у интенсивно тренирующихся спортсменок является достаточно распространенным явлением. В специальном обзоре, посвященном этой проблеме (Bruinvels et al., 2016), было показано, что у 22% активно тренирующихся спортсменок отмечался дефицит железа, сопровождавшийся снижением мощности аэробной системы энергообеспечения. Важно также учитывать, что согласно специальным исследованиям пероральный прием или внутривенное применение железосодержащих препаратов не приводит к увеличению количества эритроцитов, массы гемоглобина, уровня $\dot{V}O_{2max}$. Более того, применение таких препаратов может вызвать негативные побочные эффекты со стороны системы пищеварения. Устранение железodefицита специалисты видят в оптимизации пищевого рациона (Read et al., 2018).

Анаэробная лактатная система энергообеспечения

Женщины существенно уступают мужчинам и по показателям мощности и ёмкости анаэробной лактатной системы энергообеспечения. Концентрация лактата у женщин при выполнении работы, требующей максимальной мобилизации анаэробного гликолиза, оказывается значительно более низкой, чем у мужчин. В частности, исследования, проведенные с участием бегунов на средние и длинные дистанции, выявили на 45% меньшую концентрацию лактата у женщин по сравнению с мужчинами (Kenney et al., 2012). Различия объясняются большей площадью поперечного сечения БС—волокон и большей активностью гликолитических ферментов у мужчин (Russ et al., 2005).

Особенности психики и поведенческие реакции

Специалисты отмечают необходимость учета психических особенностей спортсменок как серьёзного фактора повышения качества тренировочного процесса. По сравнению с мужчинами женщины более дисциплинированы и склонны к обучению, прилежны и дотошны; требуют эмоциональной поддержки, с благодарностью воспринимают советы. Они более эмоциональны, впечатлительны, менее устойчивы к действию внешних факторов, менее уверены в себе и менее устойчивы к стрессорам (Креспо и др., 2006).

Женщины отличаются более высокой адаптивностью, лучшей обучаемостью и воспитуемостью, склонностью к конформизму, успешностью в деятельности, требующей кропотливости и исполнительности (Иорданская, 2012). Они обладают большей жизнестойкостью, высокой сопротивляемостью к внешним воздействиям, меньшей уязвимостью сердечно-сосудистой системы. В процессе спортивной подготовки мужчины в основном ориентированы на успех, победу, а жен-

щины — на самосовершенствование, улучшение собственных результатов (Иорданская, 2012). Женщины более наблюдательны и изобретательны при преодолении сложностей и препятствий, менее склонны к решению перспективных, стратегических задач, концентрируя внимание на текущих (Щекин, 1993).

Различаются мужчины и женщины по такой важной для успешной тренировочной и соревновательной деятельности способности как уверенность, которая имеет различные проявления: уверенность в своих качествах, умениях и навыках, уровне мастерства, способности принять правильное решение и достичь планируемого результата и др. Установлено, что женщины значительно менее уверены в видах спорта и двигательных проявлениях, не соответствующих полу. В нейтральных по отношению к полу действиях не отмечается различий в проявлении уверенности между мужчинами и женщинами. Чем более «мужской» является деятельность, тем ниже уверенность женщин по сравнению с мужчинами. В типично «женских» заданиях женщины оказываются более уверенными, чем мужчины. Повышение уверенности мужчин в основном обеспечивается преимуществами над соперниками в тренировочной и соревновательной деятельности, успехами к победам в соревнованиях. Развитие уверенности спортсменов во многом зависит от поддержки тренеров, товарищей по команде (Vealey, 2009).

Поскольку практически все культуры подчёркивают различия между мужчинами и женщинами, подавляющее большинство мальчиков и девочек вырастают, ощущая себя отличными от представителей противоположного пола, а гетеросексуальность являлась преобладающей во все времена и во всех культурах. В подавляющем большинстве культур исходные биологические различия между мужчинами и женщинами обрастают убеждениями и стереотипами поведения, пронизывающими все сферы человеческой деятельности. В соответствии с ними формируются формальные и неформальные нормы поведения мужчин и женщин, определяющие их роли, личностные характеристики и типы поведения. В различных культурах половое формирование происходит на основе таких понятий как маскулинность и фемининность, представляющих собой совокупность признаков, определяющих различия между мужчинами и женщинами, каждая из культур стремится к чёткому разделению их половой идентичности, в том числе и в отношении выбора профессий (Аткинсон и др., 2007).

При подборе средств и методов подготовки женщин следует учитывать специфические особенности их мозговой деятельности. Женщин отличает высокая способность к переработке речевой информации, более высокий, по сравнению с мужчинами, уровень мотивации и обучаемости. Их отличает высокая чувствительность кожных и мышечных рецепторов, рецепторов различных видов соединительной ткани, тонкие восприятия движений и их координация, высокая эластичность мышечной и соединительной тканей (Капилевич, 2019).

Менструальный цикл

Понятие «менструальный цикл» отражает циклические изменения в организме женщины репродуктивного возраста, направленные на возможность зачатия. Продолжительность менструального цикла, начало которого принято считать с первого дня менструации, составляет около 28 дней с возможными колебаниями от 23 до 35 дней. Первый менструальный цикл (менархе) обычно начинается в возрасте 12–14 лет при норме от 9 до 15 лет: 9–10 лет — раннее менархе, после 15 лет — первичная аменорея.

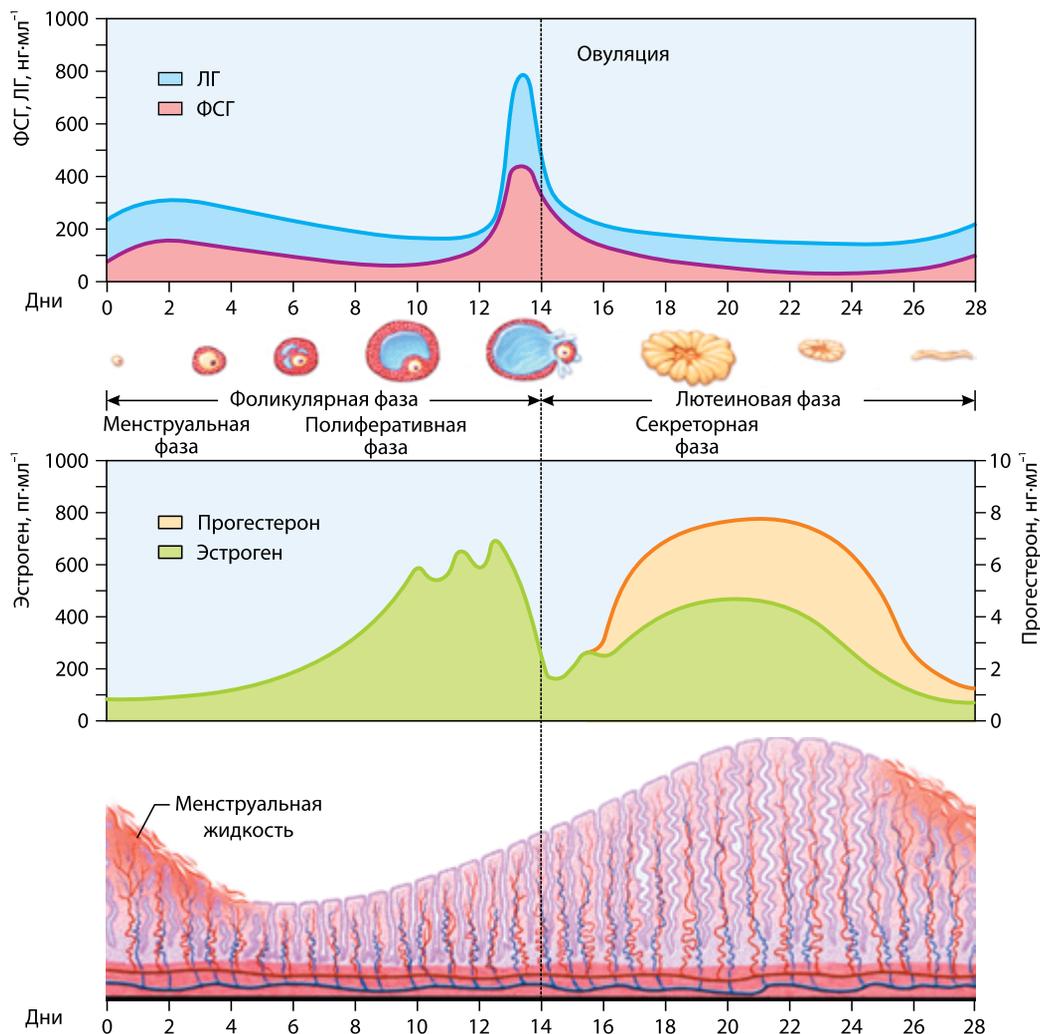


РИСУНОК 13.7 – Фазы менструального цикла и динамика уровней прогестерона и эстрогена, фолликулостимулирующего гормона (ФСГ) и лютеинизирующего гормона (ЛГ) (Kenney et al., 2012)

Процессы, происходящие в течение менструального цикла, принято делить на основные фазы, соответствующие изменениям в яичниках (фолликулярная, овуляторная и лютеиновая) и в эндометрии матки (менструальная, пролиферативная и секреторная) (рис. 13.7). Началом фолликулярной фазы является первый день менструации, а ее окончанием — созревание доминантного фолликула. Фолликулярной фазе яичника соответствуют фазы менструальная (4–5-дневный период умеренного кровотечения, во время которого отторгается и выводится слой эндометрия матки) и пролиферативная (примерно 10-дневный период, в течение которого уплотняется эндометрий матки и созревают фолликулы, содержащие яйцеклетки).

В фолликулярной фазе развивается несколько фолликулов. Приблизительно к седьмому дню определяется доминантный фолликул, который продолжает развиваться, а остальные постоянно деградируют. Достигший зрелости фолликул (обычно через 14 дней после начала фазы), который называется графовым пузырьком, лопается, высвобождая яйцеклетки (овуляция). После окончания овуляторной фазы, которая обычно длится до трех дней, наступает секреторная (лютеиновая) фаза, продолжительностью 13–14 дней. В наиболее общем виде характеристика процессов, протекающих в течение менструального цикла, приведена в таблице 13.1.

ТАБЛИЦА 13.1 – Менструальный цикл (VanPutte et al., 2017)

Менструация	Пролиферативная фаза	Овуляция	Секреторная фаза
Гипофизарные гормоны Уровни ЛГ низкие и остаются низкими; уровни ФСГ несколько повышаются	Уровни ЛГ и ФСГ начинают быстро повышаться в ответ на увеличение секреции эстрогена ближе к концу пролиферативной фазы	Повышающиеся уровни ЛГ вызывают овуляцию. Овуляция обычно возникает при пиковых уровнях ЛГ	Уровни ЛГ и ФСГ снижаются после овуляции и остаются низкими во время секреторной фазы
Развивающиеся фолликулы Секретируемый во время менструации ФСГ обуславливает увеличение фолликулов	Ряд фолликулов продолжает увеличиваться. По мере увеличения они начинают секретировать эстроген. Кроме того, многие из них дегенерируют	Обычно лишь один фолликул достигает зрелости и овулирует в ответ на действие ЛГ	После овуляции гранулезные клетки овулированного фолликула превращаются в лютеальные клетки (клетки желтого тела)
Эстроген Фолликулы яичников секретируют очень небольшое количество эстрогена	Ближе к концу пролиферативной фазы увеличивающиеся фолликулы начинают секретировать все большее количество эстрогена. Эстроген обуславливает секрецию гипофизом большого количества ЛГ и меньшего – ФСГ. Быстрое увеличение уровней ЛГ вызывает овуляцию	Уровень эстрогена, секретируемого развивающимися фолликулами, достигает пика в момент овуляции	После овуляции уровни эстрогена снижаются. После образования лютеальных клеток желтое тело секретирует меньшее количество эстрогена
Прогестерон Фолликулы яичников секретируют очень небольшое количество прогестерона	Во время пролиферативной фазы уровни прогестерона низкие	Уровни прогестерона низкие	После овуляции секреция прогестерона желтым телом резко усиливается. Уровни прогестерона остаются высокими на протяжении секреторной фазы и быстро понижаются непосредственно перед менструацией, если только не наступит беременность
Эндометрий матки Эндометрий матки подвергается некрозу и выводится с менструальной жидкостью во время менструации. Некроз является следствием снижения концентрации прогестерона ближе к концу пролиферативной фазы	В ответ на эстроген эндометриальные клетки матки подвергаются быстрому делению и пролиферации	Овуляция происходит в течение короткого периода времени и «сигнализирует» об окончании пролиферативной фазы (снижением уровня эстрогена) и о начале секреторной фазы (повышением уровня прогестерона)	Эндометрий оказывается готовым принять формирующийся эмбрион в случае оплодотворения. Если беременность не наступает, снижение уровня прогестерона вызывает ишемию, некроз и отторжение эндометрия и начинается менструация

Менструальный цикл чувствителен к напряженным физическим нагрузкам, особенно если они сопровождаются отрицательным энергетическим балансом. Может происходить снижение выработки эстрогенов, возрастать риск скелетно-мышечных травм (Christo et al., 2008), снижаться скорость метаболизма, синтеза белка. Могут также отмечаться отклонения в деятельности сердечно-сосудистой системы, психоэмоционального состояния (Montjoy et al., 2014).

Гормональная активность у женщин в течение менструального цикла может найти отражение в содержании тренировки, в частности, силовой направленности. Наиболее высокая концентрация прогестерона и кортизола, оказывающих катаболический эффект, отмечается в лютеиновой фазе, а наименьшая — в фолликулярной. Концентрация тестостерона является стабильной в течение всего цикла за исключением увеличения во время овуляции. Это создаёт условия для повышения эффективности силовой подготовки в фолликулярной фазе и снижения нагрузки — в лютеиновой фазе (Крамер et al., 2016; Read et al., 2018). Несколько повышенная работоспособность спортсменок может отмечаться в полиферативной фазе, что связано с повышением концентрации эстрогенов в середине лютеиновой фазы, когда отмечается повышенная концентрация прогестерона (Смоленский и др., 2015; Капилевич, 2019).

С ростом мастерства спортсменок и их спортивной подготовленности выраженность изменений в организме женщин и их работоспособности в различных фазах ОМЦ постепенно сглаживается (Капилевич, 2019).

Нарушения менструального цикла

Тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта, построение тренировочного процесса без учета особенностей женского организма способны привести к серьезным нарушениям менструального цикла, или менструальной дисфункции. В числе этих нарушений первичная аменорея (отсутствие менархе до 16-летнего возраста), вторичная аменорея (отсутствие менструаций в течение трех и более месяцев у женщин, у которых ранее наблюдались менструации), олигоменорея (короткие, скудные и нерегулярные менструации, происходящие с интервалом от 35 до 90 дней).

В зависимости от особенностей вида спорта менструальная дисфункция у спортсменок колеблется в пределах 10–66% (Sanborn et al., 2000; Kenney et al., 2021), а по некоторым данным — 5–80% (De Souza et al., 2010). Например, у спортсменок, специализирующихся в спортивной гимнастике, через год после наступления менархе в 61% случаев обнаружена олигоменорея. У спортсменок, специализирующихся в беге на длинные дистанции, такие нарушения достигают 40%, а случаи вторичной аменореи — 31%. При этом вероятность таких нарушений находится в прямой зависимости от объема и интенсивности тренировочной и соревновательной деятельности, особенно у юных спортсменок. Эти данные во много раз превышают количество случаев олигоменореи и аменореи, характерных для людей, не занимающихся спортом и ведущих малоподвижный образ жизни, — 2–5% (Kenney et al., 2012). У спортсменок с аменореей наблюдается развитие атеросклероза и ослабление периферического кровообращения (De Souza et al., 2003), развитие остеопороза, при котором снижение плотности костной ткани может достигать катастрофических величин — до 30% (Cobb et al., 2003). Снижение плотности костной ткани — это процесс, который, вероятнее всего, является необратимым (Keen, Drinkwater, 1997) и может приводить к остеопорозным переломам (De Souza et al., 2003).

Специалисты, глубоко изучившие факторы риска в отношении развития вторичной аменореи и олигоменореи, пришли к заключению, что в качестве причин этих нарушений являются: предыдущие случаи нарушения менструальной функции; сильный психоэмоциональный стресс; избыточные и нерациональные физические нагрузки; низкое содержание жира в организме; энергетический дефицит, обусловленный неадекватным питанием; гормональные нарушения (Kenney et al., 2021).

Интенсивная тренировка девочек в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития приводит к запозданию с развитием менархе, снижению иммунитета, увеличению вероятности вирусных инфекций. Это происходит вследствие снижения жировой прослойки, энергетического и пищевого дефицита, физического и психологического перенапряжения (Baker, Newton, 2006). Серьезным последствием чрезмерных и неадекватных особенностям женского организма тренировочных и соревновательных нагрузок является отсутствие овуляции (ановуляция) (Соболева, 1997; Fisher, 2004).

Специалисты отмечают, что задержка наступления менархе далеко не во всех случаях является следствием недостаточного питания и избыточных нагрузок. У девочек худощавого телосложения с более поздним половым развитием может отмечаться задержка наступления менархе при рациональной тренировке и полноценном питании (Wilmore et al., 2009).

Различные проявления менструальной дисфункции во многом обусловлены низким уровнем жировой прослойки и ограниченным питанием. Установлено, что энергетическая недостаточность — основная причина нарушения у спортсменок функции яичников. Такие нарушения имеют место при энергетическом потреблении $125 \text{ кДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ ($29,8 \text{ ккал} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$) (Redman, Loucks, 2005), хотя в практике нередко имеют место случаи, когда потребление энергии не превышает 67 кДж (16 ккал) на килограмм массы тела в день (Loucks, Nattiv, 2005). Установлено, что нарушения менструальной функции тем тяжелее и тем быстрее проявляются, чем больше дефицит энергии (Williams et al., 2014).

Ограничения в питании влияют на функции яичников и менструальный цикл. Не меньшей проблемой является практически неизбежное в таких случаях развитие остеопороза (Redman, Loucks, 2005). Нарушения менструального цикла также сопровождаются ослаблением окислительного метаболизма, что приводит к снижению работоспособности и замедлению восстановительных процессов (Harber et al., 1998).

Устранение нарушений менструального цикла связано как с изменением направленности и величины тренировочных нагрузок, так и, особенно, оптимизацией рациона питания, который должен отличаться энергетической достаточностью и сбалансированностью. В случаях серьезных нарушений для восстановления нормального менструального цикла может потребоваться несколько месяцев (Kenney et al., 2012).

Женская спортивная триада

В середине 1990-х годов специалисты в области женского спорта обозначили системный характер серьезных нарушений в организме женщин, обусловленный специфическими особенностями ряда видов спорта, характерными для них требованиями к телосложению, тренировочными и соревновательными нагрузками и режимом питания. В частности, была выявлена взаимосвязь между расстройствами питания, аменореей и низкой плотностью костной ткани. Эти нарушения были объединены понятием «женская спортивная триада».

Специалисты утверждают, что наличие у женщин даже одного из клинических проявлений женской спортивной триады — процесса, включающего ограничение питания, нарушение менструального цикла и деминерализацию скелета (Otis et al., 1997), может оказывать долгосрочное негативное влияние на здоровье спортсменок (Williams, 1998; De Souza et al., 2003; Вильямс, Суз, 2008; Clark, 2009). В последние годы большое внимание уделено изучению факторов риска возникновения женской спортивной триады, её профилактике и лечению.

Отрицательный энергетический баланс, который отмечается у женщин, стремящихся к уменьшению массы тела, приводит к нарушению сна, психической неустойчивости, катаболизму белка, усложняющему ресинтез мышечной ткани, снижению производства эстрогена (Deutz et al., 2000; Hausswirth, Mujika, 2013). Нарушается менструальный цикл, развивается вторичная аменорея, подавляется репродуктивная функция (Beunen, Malina, 1996; Lloyd, Faigenbom, 2016).

Снижение при энергетическом дефиците производства эстрогена, который играет важную роль в поддержании здоровья костной ткани, нарушает гормональные процессы, вовлечённые в обновление кости, приводит к уменьшению костной массы, развитию остеопороза и повышению вероятности переломов (Kelley et al., 2001). Особенно опасен в этом отношении период полового созревания, который является исключительно важным для развития костной ткани. Развитие женской триады в этом периоде является серьезным риском не только для последующей спортивной карьеры и обычной жизни. Особенно ярко это проявляется в таких видах, как спортивная и художественная гимнастика, фигурное катание, триатлон, стайерских видах лыжных гонок, биатлона, велосипедного спорта (Winstley, Matos, 2011).

Для поддержания здоровья костей большое значение имеет достаточное количество витамина D, который синтезируется в коже под действием ультрафиолетовых лучей, потребляется с пищей и стимулирует всасывание кальция и фосфора в тонком кишечнике (Grant, Holick, 2005).

Решение проблемы должно обеспечиваться постоянным поддержанием оптимальной массы тела спортсменок и стабильностью баланса между объемом, интенсивностью, направленностью и энергоёмкостью тренировочных и соревновательных нагрузок и потреблением продуктов питания.

Возникновение и развитие этих нарушений во многом обусловлены специфическими требованиями конкретных видов спорта в отношении телосложения, технического мастерства, тренировочных и соревновательных нагрузок. Установлено, что большинство спортсменок, у которых диагностируется триада, являются представителями видов спорта, связанных с ограничением массы тела — гимнастики спортивной и художественной, фигурного катания, бега на длинные дистанции, марафонского бега, лыжных гонок, велосипедного спорта (шоссе). Включение в женскую часть программы Олимпийских игр таких видов спорта как тхэквондо, борьба вольная, тяжелая атлетика, бокс, резко расширило контингент спортсменок, подготовка которых связана с постоянным контролем за массой тела, а также с принятой в этих видах спорта ее интенсивной сгонкой, несомненно, являющейся серьезным фактором риска в отношении нарушения менструального цикла и развития аменореи, олигоменореи, ослаблению гормональной активности (Trein-Nissenbaum, Hammer, 2017). Естественно, что эти данные существенно облегчили поиск основных факторов риска развития женской спортивной триады.

Установлено, что основным фактором риска является нарушение питания в отношении как количества энергии, достаточной для восполнения её расхода в процессе тренировки и жизнедеятельности, так и состава её компонентов, необходимых для поддержания и развития костной массы (Wilmore, Costill, 2004; Kenney et al., 2012). Основная роль в развитии женской спортивной триады все же отведена систематическому недостатку энергии, который постепенно приводит к нарушению менструального цикла, развитию вторичной аменореи и подавлению репродуктивной функции (Beunen, Malina, 1996). В свою очередь, вторичная аменорея постепенно приводит к развитию остеопороза (Kenney et al., 2012). Конечно, и высокие тренировочные и соревновательные нагрузки, характерные для современного спорта, являются фактором, интенсифицирующим процесс развития этих нарушений. Существуют и психологические причины, которые стимулируют проявление триады: ментальная нагрузка из-за постановки спортсменками нереальных целей и требование к их безусловному достижению (Креспо и др., 2006).

Развитие остеопороза протекает особенно интенсивно в течение первого года после появления соответствующих признаков. Поэтому ранняя диагностика и коррекция питания — основной путь предупреждения развития процесса потери костной массы, а также профилактики переломов костей у спортсменок. Медицинская комиссия МОК осознает наличие проблемы, однако пути её решения представляются наивными и нереальными. В частности, согласно рекомендациям Медицинской комиссии МОК, необходим контроль за диетой спортсменок, а в случае выявления нарушений пищевого поведения — его коррекция. Отказ спортсменок от контроля должен служить основанием для их отстранения от тренировки и соревнований даже в случаях хорошего самочувствия и высокой подготовленности. Однако необходим значительно более серьёзный и научно обоснованный подход со стороны МСФ и МОК в определении стратегии развития видов спорта и формирования программы Олимпийских игр, чем это имеет место в настоящее время.

Нельзя не отметить, что широкое распространение женской спортивной триады во многом является следствием политики МОК и МСФ в отношении развития олимпийской программы, специфики соревновательной деятельности и критериев оценки её эффективности. Не меньшую роль оказывает и постоянное давление на спортсменок тренеров, а часто и родителей в отношении минимизации энергообеспечения и сгонки массы тела. Исследования показывают, что во многих видах спорта численность спортсменок с выраженным дефицитом энергии, расстройствами питания и связанными с этим нарушениями превышает 60% (Kenney et al., 2012). Расстройства питания относятся к нарушениям, которые вызывают привыкание. Болезненное стремление к чрезмерной худощавости — анорексия — представляет для спортсменок не меньшую опасность, чем систематическое употребление анаболических стероидов (Wilmore et al., 2009).

Специалисты в области спортивной медицины едины во мнении, что даже отдельные нарушения, составляющие этот синдром, требуют пристального внимания, а их комплекс связан с серьёзными последствиями для здоровья и жизни спортсменок.

Сохранение здоровья спортсменок требует учета в процессе их подготовки всех основных факторов риска:

- чрезмерные физические нагрузки;
- специализация в видах соревнований, требующих минимизации массы тела;
- изменения, происходящие в организме спортсменок в пубертатном периоде;
- ранняя специализация и ориентация на спортивные достижения в подростковом возрасте;
- низкая масса тела;
- беспорядочное питание;
- использование средств, подавляющих аппетит;
- экстравертированность и соревновательная агрессивность;
- недостаточный сон, отдых и восстановление после нагрузок (Read et al., 2018).

Гиперандрогения и нагрузки современного спорта

Процесс подготовки женщин, особенно в многолетнем аспекте, требует учета такого явления как гиперандрогения, проявляющегося в повышении активности мужских половых гормонов (андрогенов) в женском организме.

Гиперандрогения может являться следствием избыточной выработки андрогенов надпочечниками и парными женскими половыми железами (яичниками) или же повышенной восприимчивости

организма к действию этих гормонов. Последствия гиперандрогении — нарушения менструального цикла, маскулинизация, ановуляция, бесплодие, осложнения при родах, ожирение верхней части туловища, косметические дефекты (акне — угревая сыпь, себорея, гирсутизм — усиленный рост волос на ногах, руках, груди, лице) (Соболева, 1997; Williams, 1998; Sanborn et al., 2000).

Гиперандрогения у спортсменок нередко связана с наличием у женщин патологического гена наследственного эндокринного заболевания — андрогенитального синдрома, который характеризуется повышенным содержанием мужских половых гормонов в женском организме, что и формирует соответствующий соматотип, вызывает патологию репродуктивной системы. У определенного количества девочек еще до рождения развивается первичная морфологическая маскулинизация — появление мужских признаков в женском организме. После рождения, имея в организме постоянный источник повышенного выделения андрогенов, такие девочки постепенно приобретают свойственные мальчикам морфологические и функциональные характеристики. В случае, если такие девочки оказываются в спорте, то они уже изначально имеют серьезные преимущества перед своими сверстницами (Соболева, 1997). Эта аномалия приводит к последующим серьезным неблагоприятным последствиям для таких женщин в социальной и семейной сферах, однако дает неоспоримые преимущества при занятиях некоторыми видами спорта.

В основе гиперандрогении могут лежать наследственная предрасположенность, нарушения структуры и функций надпочечников и яичников, а также регуляции их деятельности нервной системой.

В популяции девочек, находящихся в возрасте, в котором их привлекают к занятиям спортом (обычно 6—12 лет), до 7—10 % детей имеют признаки гиперандрогении (Соболева, Соболев, 2013). Такие девочки, по сравнению со своими сверстницами, характеризуются большим ростом, широкими плечами и узким тазом, небольшим объемом жировой ткани и увеличенным — мышечной. Они, как правило, обладают большими скоростными и силовыми возможностями, выносливостью, активностью и конкурентоспособностью. Естественно, что тренеры, работающие в подавляющем большинстве видов спорта, стремятся к поиску таких детей и привлечению их к занятиям.

Современная спортивная тренировка, с ее исключительно высокими тренировочными и соревновательными нагрузками, большим объемом силовой и скоростно-силовой работы, является дополнительным фактором, способствующим развитию гиперандрогении. Поэтому на уровне спорта высших достижений у подавляющей части спортсменок выявляется гиперандрогения. Например, в спортивной гимнастике почти все спортсменки имеют признаки гиперандрогении, в легкой атлетике их 60—90 %, в других видах спорта — от 40 до 70 % (Виноградов, 2009; Соболева, Соболев, 2013).

Повышенная секреция андрогенов или неспособность организма спортсменок к их утилизации в условиях напряженной тренировки приводят к соматическим, психическим и физическим изменениям, которые приближают их к мужскому соматотипу. У женщин развиваются мужские качества психики (инициативность, настойчивость и бескомпромиссность); интенсифицируются процессы, связанные с развитием различных видов силовых и скоростно-силовых способностей, выносливости; ускоряется минеральный и белковый обмен (это приводит к увеличению объема костной и мышечной тканей, развитию скелета по мужскому типу); стимулируются адаптационные процессы, увеличивающие возможности кислородтранспортной системы; возрастает устойчивость к психоэмоциональному и физическому стрессу (Соболева, 1997; Виноградов, 2009; Калининченко, Апетов, 2010; Kenney et al., 2012).

Наиболее очевидным следствием гиперандрогении является изменение соматотипа женщин в сторону атлетического мужского телосложения. В современном спорте это явление приобрело

массовый характер. Многие специалисты едины во мнении, что современный спорт формирует атлетический соматотип женщин со всеми сопутствующими ему признаками — широкими плечами и узким тазом, развитыми мышцами, низким процентом жировой части, гипоплазией грудных желез. Все без исключения исследователи связывают эти изменения с гиперандрогенной активностью надпочечников и яичников, обусловленной высокими нагрузками современного спорта (Ниаури и др., 2003). Формирование атлетического соматотипа женщин сопровождается репродуктивными расстройствами — задержкой полового развития, нарушением менструального цикла, гипоплазией матки, подавлением функции яичников, невынашиванием беременности, бесплодием (Wilmore, Costill, 2004; Kenney et al., 2012). Одновременно нарушается естественный баланс между различными поведенческими и социальными характеристиками, свойственными женскому полу. Нередко у таких женщин возникает несоответствие между соматотипом и половой идентичностью или между соматотипом и сексуальной ориентацией (Соболева, 1997; Williams, 1998). Важно учитывать, что половая идентичность, как осознание индивидом своей половой принадлежности, обуславливается не только строением тела, морфофункциональными и гормональными характеристиками, но и действием поведенческих и социокультурных факторов (Иорданская, 2012).

Атлетический соматотип характерен для 70—90% женщин, активно занимающихся спортом. Такой соматотип встречается практически у всех женщин (98%), добившихся высоких результатов в спортивной гимнастике. В легкой атлетике этот показатель несколько ниже (80—90%), в других видах спорта — 70—75% (Соболева, 1997).

Все эти проявления гиперандрогении в значительной мере влияют на морфофункциональную и психическую адаптацию организма женщин в процессе многолетней напряженной тренировки и на уровень их спортивных достижений. Понятно, что в большинстве видов спорта и, особенно, в тех, которые требуют высокого уровня скоростных возможностей, девочки с проявлениями гиперандрогении представляются более перспективными.

При оценке этого явления и его использования в процессе отбора и подготовки спортсменок мнения специалистов существенно расходятся. В медицине гиперандрогения рассматривается исключительно как серьёзное эндокринное нарушение, способное привести к ряду патологических изменений в организме женщин, включая нарушения менструального цикла, ановуляцию, бесплодие (Wilmore, Costill, 2004). Что же касается специалистов в области медико-биологических основ спорта, то отношение к этому явлению у них несколько иное. Они не склонны относиться к гиперандрогении в спорте как к исключительно негативному явлению. Более того, они полагают, что гиперандрогения не только является «основой высоких результатов в женском спорте», но и обеспечивает профилактику остеопороза, благотворно действует на состояние сердечно-сосудистой системы (Соболева, 1997). Нарушение или отсутствие менструального цикла, как следствие гиперандрогении, предлагается считать одним их проявлений адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам. В качестве доказательства приводится факт, согласно которому после снижения или прекращения нагрузок у подавляющего большинства спортсменок менструальный цикл восстанавливается. Что же касается насильственного медикаментозного устранения нарушений гормональными препаратами, то оно является нецелесообразным (Радзиевский, 1991). При этом отмечается позитивное влияние на достижения в спорте врожденной формы надпочечниковой, а не яичниковой гиперандрогении (Соболева, Соболев, 2013).

При всем понимании значимости гиперандрогении для повышения эффективности процесса развития двигательных качеств к использованию этого явления необходимо подходить с исключительной осторожностью. Следует учитывать, что нагрузки современного спорта, характеризующие-

ся большими объемами и высокой интенсивностью, выраженными силовыми и скоростно-силовыми компонентами, оказывают большое влияние на развитие гиперандрогении. Когда такие нагрузки используются в процессе подготовки спортсменок в препубертатном и пубертатном периодах, то они грубейшим образом нарушают естественные процессы возрастного развития и полового созревания.

При всем понимании значимости формирования соматотипа девочек, отвечающего специфическим требованиям вида спорта, необходимо стремиться к нахождению той грани, за которой тренировочный процесс становится опасным для здоровья и последующей жизни спортсменок. Необходимо также осознанное отношение к этой проблеме со стороны тренеров, спортсменок и их родителей. Когда этого не происходит, приходится сталкиваться с поистине трагическими ситуациями, характерными, например, для женских тяжелой атлетики и спортивной гимнастики.

Следует отметить, что вопросы, связанные с началом, развитием и использованием гиперандрогении, в современном спорте остаются недостаточно изученными.

Требуется исследований специфика надпочечниковой и яичниковой гиперандрогении применительно к нагрузкам современного спорта. Не определены допустимые границы развития этого явления, позволяющие использовать его потенциал без нанесения ущерба здоровью спортсменок. Неясным остается и определение влияния на развитие гиперандрогении наследственной предрасположенности и нагрузок современного спорта. Необходима ясность в вопросе деадаптации организма спортсменок после прекращения напряженной тренировки, приводящей к развитию гиперандрогении.

Серьезного внимания требует формирование отношения к нарушениям менструального цикла в результате длительной напряженной тренировки. Выше отмечалось (Радзиевский, 1991; Соболева, Соболев, 2013), что такие нарушения следует рассматривать как реакцию адаптации, которая устраняется после окончания нагрузок или прекращения тренировки. И это представляется вполне логичным, когда речь идет о взрослых спортсменках с полноценным возрастным развитием и половым созреванием. Что же касается спортсменок пубертатного и постпубертатного возраста, то тренировка, приводящая к нарушениям менструального цикла, вероятнее всего, способна серьезно нарушить процесс полового развития и привести к серьезным проблемам со здоровьем в последующие годы жизни.

Естественно, что недостаток знаний в этой области отрицательно сказывается на научной обоснованности и качестве подготовки спортсменок во многих видах спорта. Однако это никак не уменьшает значимости поиска путей управления этим явлением в интересах как повышения достижений спортсменок, так и сохранения их здоровья.

Международный олимпийский комитет и международные спортивные федерации, к сожалению, далеки от этой проблемы, а своим подходом к формированию женской части программ Олимпийских игр предопределили стратегию спортивного отбора и методику подготовки спортсменок, стремящихся к достижению высоких спортивных результатов. Во-первых, это отбор детей, имеющих проявления врожденной гиперандрогении. Во-вторых, организация подготовки на всех этапах многолетнего совершенствования на основе стандартов, принятых в мужском спорте и способствующих маскулинизации организма женщин. И, в-третьих, неизбежное для женщин с нормальными половыми характеристиками применение препаратов анаболического действия, без использования которых они практически оказываются неконкурентоспособными во многих видах спорта в соревнованиях с женщинами, имеющими природную повышенную андрогенную активность (Parssinen, Seppala, 2002; Платонов, 2021).

Работоспособность и особенности тренировки в разных фазах менструального цикла

Проблеме изучения работоспособности спортсменок, состава тела, возможностей систем энергообеспечения, уровня скоростно-силовых возможностей, разных видов выносливости в разных фазах менструального цикла посвящено большое количество исследований. Однако полной ясности в этом вопросе среди специалистов нет до сих пор. Некоторые специалисты (Лисицкая, 1982; Шаплина, 2001; Janse de Jonge, 2003) утверждают, что изменения, происходящие в организме женщин в течение менструального цикла, определяют динамику функциональных возможностей организма спортсменок, переносимость ими тренировочных и соревновательных нагрузок.

В то же время в значительном количестве работ, выполненных в последние годы, показано отсутствие в разных фазах менструального цикла ощутимых различий в работоспособности, функциональных возможностях разных систем организма, восстановительных реакциях, переносимости тренировочных и соревновательных нагрузок. Принимая это во внимание, допускается пренебрежение в тренировочном процессе и соревновательной деятельности фазами менструального цикла, в которых находится спортсменка (Casazza et al., 2004; Jacobs et al., 2005; Horton et al., 2006; Nimmo, 2009; и др.). Подтверждение такой позиции специалисты видят и в том, что многие спортсменки показывают свои наивысшие результаты, устанавливают рекорды и одерживают победы в крупнейших соревнованиях вне зависимости от фаз менструального цикла, в которых они находятся.

Вместе с тем в ряде серьезных работ (Wilmore, Costill, 2004; Kenney et al., 2019) утверждается, что в этом вопросе отмечается индивидуальная изменчивость. У большинства женщин не наблюдается изменений работоспособности в течение менструального цикла, готовности тренироваться и соревноваться. Однако у некоторых из них работоспособность может снижаться перед началом и в течение менструации, могут ухудшаться настроение, желание напряженно тренироваться. Однако такие реакции проявляются достаточно редко и в целом результаты лабораторных исследований и исследований, проведенных во время соревнований, позволяют сделать вывод, согласно которому менструальный цикл не оказывает существенного влияния ни на физиологические реакции организма, связанные с работоспособностью, ни на спортивные результаты (Kenney et al., 2012).

В тренировочный процесс тех женщин, у которых все же отмечаются негативные реакции в отдельные дни менструального цикла, следует вносить соответствующие коррективы. Это позволяет создать предпосылки для учебно-тренировочной работы в оптимальном состоянии их организма (при высоком уровне работоспособности и благоприятном психическом состоянии). Такое построение тренировки характерно для первой половины подготовительного периода, в котором преимущественно решаются задачи создания функциональных предпосылок, необходимых для достижения планируемых спортивных результатов, комплексного становления различных сторон подготовленности спортсменок.

Что касается конца подготовительного и соревновательного периодов, то здесь динамика нагрузок должна быть подчинена срокам проведения главных соревнований. Следует учитывать, что спортсменкам приходится выступать в ответственных соревнованиях независимо от состояния, обусловленного особенностями женского организма. Опыт показывает, что результаты выступлений спортсменок, учитывающих это в процессе подготовки, предшествующей главным соревнованиям, оказываются успешными даже в случаях, когда сроки соревнований совпадают с днями, которые воспринимаются как неблагоприятные для демонстрации высоких результатов. Поэтому в эти дни в отдельных случаях следует планировать большие по объему и интенсивности тренировочные на-

грузки, проводить контрольные соревнования, в которых моделировать условия предстоящих главных стартов.

Большое практическое значение имеет рассмотрение вопроса о возможности и результативности тренировочной и соревновательной деятельности в менструальный период. Исследования свидетельствуют о том, что практически все спортсменки в условиях современного спорта принимают участие в соревнованиях во время менструаций. Подавляющая часть спортсменок активно тренируется в этот период, хотя индивидуальные особенности протекания менструации у отдельных спортсменок требуют коррекции или даже прекращения тренировки в отдельные дни (Шахлина, 2001). Тренировочная и соревновательная результативность более чем у 50% спортсменок остается без изменений во время менструаций по сравнению с другими фазами цикла. Некоторые спортсменки во время менструаций выступают несколько лучше или хуже по сравнению с другими днями цикла. Подтверждением этого являются и многочисленные данные, свидетельствующие о том, что в предменструальной, менструальной и постменструальной фазах в состоянии покоя и при максимальных нагрузках отмечаются идентичные метаболические и кардиоваскулярные реакции. В отдельных случаях наблюдаются незначительные различия в состоянии покоя, однако во время напряженной физической деятельности они отсутствуют (Fox et al., 1993; Wilmore et al., 2009).

Беременность, тренировочная и соревновательная деятельность

На протяжении многих лет существовало представление, что беременность и рождение ребенка приводят к трудновосполнимым нарушениям процесса подготовки, могут являться факторами преждевременного ухода из спорта. Однако опыт современной передовой спортивной практики, а также результаты ряда серьезных исследований свидетельствуют об обратном.

Перерывы в тренировочном процессе, связанные с беременностью и рождением ребенка, естественно, приводят к деадаптации в отношении многих компонентов подготовленности, особенно тех, которые связаны с силовыми возможностями и выносливостью, координацией двигательной и вегетативных функций, стабильными двигательными навыками. Одновременно в организме женщин в процессе беременности происходит ряд преобразований, приводящих к увеличению объема крови, новообразованию капилляров и повышению проницаемости капиллярной сети, повышению гормональной активности (Вовк, 2002). Длительный перерыв в тренировке позволяет устранить последствия спортивных травм, оптимизировать психическое состояние и восстановить мотивацию к напряженной тренировочной и соревновательной деятельности.

Все эти факторы способны восстановить и расширить адаптационный ресурс для дальнейшего совершенствования в областях технической и функциональной подготовки. При рационально построенном после рождения ребенка тренировочном процессе уже через год спортсменки в состоянии восстановить доступный ранее уровень подготовленности и спортивного мастерства, а через 1,5–2 года многие из них способны продемонстрировать наивысшие результаты в своей карьере.

Косвенным подтверждением благотворного влияния беременности и рождения ребенка на эффективность подготовки спортсменок является исключительно большая продолжительность выступлений многих из них, продолживших спортивную карьеру после родов и достигших выдающихся результатов в возрасте 30–45 лет и даже более старшем (Платонов, 2013).

Естественно, что нагрузки в период беременности должны прежде всего обеспечивать её естественное протекание, полноценное развитие плода, сохранение здоровья женщины. Рациональная

двигательная активность в течение беременности не только не оказывает неблагоприятных воздействий, но и способствует развитию плода и облегчает роды. Однако избыточные и нерациональные нагрузки способны оказаться серьезным риском для здоровья женщин, стимулировать преждевременные роды и др.

Существует несколько факторов риска, связанных с избыточной двигательной активностью во время беременности. Во-первых, это пониженное кровоснабжение матки и гипоксия плода, возможные при работе, требующей вовлечения больших мышечных объемов и перераспределения кровотока к мышцам (Wolfe et al., 1994). Во-вторых, внутриутробная гипертермия, обусловленная существенным повышением внутренней температуры при выполнении продолжительной работы, особенно в условиях высоких температур окружающей среды. В-третьих, возможно снижение доставки углеводов плоду во время физической нагрузки, обусловленное вероятностью истощения запасов гликогена в печени (Kenney et al., 2021).

Рациональная двигательная активность во время беременности, напротив, способствует профилактике избыточного увеличения массы тела, поддерживает возможности сердечно-сосудистой и мышечной систем, обеспечивает более легкие роды и более быстрое восстановление после них.

Как показывает практика, спортсменки активно тренируются и соревнуются в течение первых 8–10 нед. беременности. После этого физические нагрузки должны быть резко сокращены (до 3–4 раз в неделю по 30–45 мин), должен быть изменен и состав тренировочных средств — исключены упражнения, выполняемые с высокой интенсивностью, а также приводящие к утомлению, следует избегать упражнений, связанных с утратой равновесия, риском падений, травм живота. Положительное влияние оказывает плавание. Категорически не следует тренироваться в условиях среднегорья и высокогорья, жаркого климата. Такие физические нагрузки следует использовать вплоть до 4–5 нед. до родов. Однако во всех случаях режим двигательной активности должен планироваться сугубо индивидуально и под медицинским контролем, с пониманием того, что избыточные нагрузки представляют опасность для здоровья плода, нарушая его кровоснабжение (Kenney et al., 2021).

В послеродовом периоде спортсменки должны возвращаться к обычному режиму постепенно, учитывая, что обусловленные беременностью изменения в организме сохраняются до 6 нед. (Wilmore et al., 2009). К активной тренировке следует приступать не ранее чем через 3–5 мес., а к использованию максимальных нагрузок — не ранее чем через 7–8 мес. после родов (Fox et al., 1993; Вовк, 2002).

Возрастная предрасположенность

Различия в темпах и особенностях биологического созревания мужчин и женщин, их предрасположенности к развитию и проявлению разных двигательных качеств и возможностей систем энергообеспечения в возрастных зонах, оптимальных для наиболее напряженной тренировки и достижения наивысших результатов и др., столь велики, что не могут не находить отражения в структуре и содержании многолетней подготовки. Путь к достижению вершин спортивного мастерства у женщин короче, чем у мужчин. Период напряженной подготовки к высшим достижениям в подавляющем большинстве видов спорта у них начинается раньше, чем у мужчин. Это обусловлено более ранней возрастной зоной, оптимальной для наивысших результатов (Платонов, 2015).

Более ранний выход на уровень высших достижений, вопреки сложившимся представлениям, сопровождается продолжительной спортивной карьерой. Во многих видах спорта и видах соревнований продолжительность выступлений женщин на уровне высших достижений оказывается равной или даже большей, чем у мужчин. Например, в гребле академической, легкой атлетике, велосипедном спорте достаточно примеров удачных выступлений на мировой арене женщин 35–55-летнего возраста. И этому не мешают традиции, социальные условия, беременность и рождение детей, меньшая по сравнению с мужчинами устойчивость к травмам и другие причины, которые, казалось бы, должны укорачивать спортивную карьеру женщин. Для объяснения этого явления в последние годы появились и научные основания, относящиеся к более рациональному и экономичному функционированию у женщин аэробной системы энергообеспечения, к беременности и рождению ребенка ни как к фактору серьезного риска для спортивной карьеры, а, напротив, как к явлению, открывающему новые резервы дальнейшего роста достижений и др.

Травматизм

Женщины предрасположены к травмам в значительно большей мере, чем мужчины. Обусловлено это особенностями костной, мышечной и соединительной ткани, строением скелета, в частности таза, гормональными особенностями, триадой спортсменок, фазами менструального цикла и др. (Alentorn-Geli et al., 2009; Read et al., 2018). Особенно подвержены травмам спортсменки, специализирующиеся в скоростно-силовых и сложнокоординационных видах спорта, спортивных играх и единоборствах, марафонском беге.

У женщин чаще, чем у мужчин, встречаются растяжения связок, травмы мышц, сухожилий, костей, менисков и др. (Brandon, 2004; Lloyd, Faigenbaum, 2016; Lloyd et al., 2018). Особой проблемой для женщин являются усталостные переломы, обусловленные более тонкими и менее плотными, по сравнению с мужчинами, костями. Эти травмы особенно часто встречаются у спортсменок, специализирующихся в беге на длинные дистанции и в марафоне, для которых особенно характерны низкокалорийные диеты, аменорея и остеопороз (Barrow, Saha, 1988; Myburgh et al., 1990). Чем продолжительнее тренировочные и соревновательные дистанции, глубже утомление и истощение энергетических ресурсов, тем выше вероятность усталостных переломов (Brill, Macera, 1995; Nattiv, 2000). Избыточные силовые нагрузки, особенно с большими отягощениями, резко повышают вероятность переломов (Hurrast, Colonna, 2010). Напряженная тренировка в условиях дефицита питания и высокой теплоотдачи приводит к снижению плотности костной ткани и увеличению риска переломов (Thein-Nissenbaum et al., 2012).

У женщин, особенно специализирующихся в таких спортивных играх как футбол, баскетбол, гандбол, исключительно высока травматичность коленного сустава, в 6 раз превышающая встречающуюся у мужчин (Alentorn-Geli et al., 2009; Joseph et al., 2013). Идентификация рисков и профилактика имеют огромное значение для результативности подготовки и соревновательной деятельности спортсменок. Резкие повороты, остановки, постоянная смена направлений движения, приземления, т.е. бесконтактные действия чаще всего лежат в основе таких травм. Доминирующая конечность более подвержена травмам. Вероятность травм возрастает и при асимметричном развитии конечностей. Поэтому обучение таким действиям, программы укрепления мышц, связок и сухожилий, улучшение нейромышечного контроля коленного сустава должны широко использоваться в тренировке девочек, начиная с препубертатного периода и в течение всей последующей карьеры (Hewett et al., 2010; Myer et al., 2013).

Особой зоной риска для здоровья спортсменов является пубертатный и постпубертатный периоды. Резкое увеличение длины тела у пубертатном периоде (пубертатный всплеск роста) приводит к ослаблению костей, связок и сухожилий, охватывающих быстро растущие кости, что значительно увеличивает риск спортивного травматизма (Micheli, 1991; Read et al., 2018). Особое беспокойство вызывает предрасположенность к травмам хряща, которая в период ускоренного роста существенно возрастает. Травмы хряща нарушают кровоснабжение, что может привести к нарушению процесса роста. Падения и чрезмерные силовые нагрузки в этом возрасте могут привести к серьезным нарушениям возрастного развития опорно-двигательного аппарата, изменениям в костной и соединительной тканях (связках, сухожилиях), что опасно не только для спортивной карьеры детей, но и для состояния их здоровья и качества последующей жизни (Micheli et al., 2000; Read et al., 2018).

У мальчиков эта проблема выражена в значительно меньшей степени, чем у девочек. Дело в том, что у мальчиков в период полового созревания происходит примерно 10-кратное увеличение производства тестостерона, что приводит к увеличению мышечной массы, укреплению сухожилий и связок. У девочек в пубертатном периоде увеличение роста не сопровождается существенным укреплением мышц, сухожилий и связок. Увеличенное производство эстрогена способствует увеличению массы тела за счёт жировой прослойки, развития груди при небольшом увеличении мышечной массы.

Применение силовых упражнений юными спортсменками приводит к увеличению плотности костей, укреплению соединительной ткани, снижению вероятности остеопороза, переломов костей, травм мышц, связок и сухожилий (Read et al., 2018). Однако здесь нельзя перейти грань, после которой силовые упражнения могут привести к травмам.

Методика развития двигательных качеств



ЧАСТЬ
IV

Глава 14. Ловкость, координация и методика их развития

Глава 15. Гибкость и методика её развития

Глава 16. Сила и методика её развития

Глава 17. Скоростные способности и методика их развития

Глава 18. Выносливость и методика её развития

ЛОВКОСТЬ, КООРДИНАЦИЯ И МЕТОДИКА ИХ РАЗВИТИЯ

Ловкость и координация: определение понятий и общая характеристика

В разработке теории и методики управления движениями, включая проблематику, связанную с ловкостью и координацией, особую роль сыграли труды видного российского специалиста Н. А. Бернштейна. Ему принадлежит следующее развернутое определение ловкости, основанное на существенных и необходимых признаках: «Ловкость есть способность двигательным выйти из любого положения, т. е. способность справиться с любой возникшей двигательной задачей: 1) правильно (т. е. адекватно и точно), 2) быстро (т. е. скоро и скоро), 3) рационально (т. е. целесообразно и экономично) и 4) находчиво (т. е. изворотливо и инициативно)». Проявления ловкости отсутствуют при самых эффективных, свободных и экономичных двигательных действиях, когда они выполняются в привычных условиях, без каких-либо неожиданностей. Спрос на ловкость возникает тогда, когда требуются быстрая реакция и рациональные действия с учётом всякого рода неожиданностей, внезапно возникающих ситуаций, что характерно для «схваток с живым противником, где каждый миг полон неожиданностей и где иногда опоздать с правильной реакцией на сотую долю секунды — значит проиграть бой». Решающим свойством ловкости является находчивость. Движение может быть безукоризненно верным и точным. Однако если оно реализовано не в тот момент, когда это было необходимо, то пользы от него мало. В свойстве находчивости существуют пассивная и активная стороны. Пассивная обеспечивает выполнение движения, решение двигательной задачи несмотря на внешние, сбивающие факторы, проявляется в стабильности движений, их устойчивости. Активная, деятельная сторона находчивости проявляется там, где возникает необходимость в коррекции движений, в их изменении с учётом возникающей потребности (Бернштейн, 1991).

Такое, на наш взгляд, вполне логичное определение ловкости разделяется далеко не всеми специалистами в этой области, которые расширяют понятие «ловкость» и вкладывают в него способность к эффективному решению возникшей двигательной задачи независимо от того, решается ли она в сложных, неожиданных или непредсказуемых ситуациях, или же по заранее известной, прогнозируемой, проанализированной и отработанной программе. Подтверждением являются

многочисленные тесты, рекомендуемые для оценки ловкости, в которых отсутствует элемент неожиданности, но присутствует строго детерминированная программа сложных двигательных действий (старт, ускорение, замедление, изменение направления движения и др.) заранее известная, проанализированная и апробированная (Hoffman, 2012).

Обе трактовки понятия «ловкость» предусматривают способность спортсмена к двигательным действиям со сложной и изменяющейся динамической и кинематической структурой с использованием технико-тактического, физического, психологического потенциала. Различие касается лишь наличия или отсутствия фактора неожиданности. Однако именно этот фактор предопределяет принципиальные различия в психо- и нейрорегуляторных особенностях управления движениями и двигательными действиями, когда они выполняются в известных или хорошо прогнозируемых ситуациях, или неожиданных и непредвиденных (Бернштейн, 1991; Nimphius, 2014). Ловкость, безусловно, является тем качеством, которое обеспечивает эффективность освоения двигательных действий и формирование эффективных двигательных умений, навыков, программ. Однако стабильные, хорошо освоенные движения и двигательные действия с эффективной и свободной структурой не характеризуют уровень ловкости.

Не вдаваясь в дискуссию, касающуюся определения понятия «ловкость», отметим, что в данной работе под ловкостью понимается способность к рациональному и точному, находчивому и экономичному решению двигательных задач в сложных, неожиданных и трудно предсказуемых ситуациях. Именно наличие неожиданности и свойства находчивости делают это определение в полной мере соответствующим представлениям Н. А. Бернштейна. Что касается эффективных движений и двигательных действий, выполняемых в различных, даже самых сложных, однако хорошо известных условиях, не отличающихся неожиданностью и непредсказуемостью, то здесь логичнее пользоваться термином «координация».

Важно отметить, что в большинстве случаев, характерных для соревновательной деятельности в разных видах спорта, ловкость и координация проявляются в постоянном взаимодействии и единстве. Однако специфика каждого вида спорта предопределяет значимость того или иного качества для успешной соревновательной деятельности, осуществления разных двигательных действий. В видах спорта, отличающихся вариативной двигательной деятельностью с постоянно возникающими неожиданными ситуациями, требующими быстрого и находчивого решения (спортивные игры, единоборства), исключительно велика роль ловкости. Однако и в этих видах спорта существует множество хорошо освоенных двигательных действий и стандартных ситуаций, требующих высокой координации, но не таящих неожиданностей. Напротив, в велосипедных гонках, лыжных гонках и биатлоне, наряду со стереотипной и хорошо отработанной в координационном отношении техникой, существует острая необходимость в эффективных двигательных действиях в неожиданных ситуациях, связанных с тактическими решениями, состоянием трасс, поведением соперников, погодными условиями, что требует проявления ловкости. В таких видах спорта, как плавание и конькобежный спорт, эффективная соревновательная деятельность требует реализации строгой, заранее отработанной модели и не предполагает неожиданных ситуаций и оперативных решений. Важную роль здесь играет координация. Например, пловцы, обладающие высоким уровнем развития этого качества, очень плавно и естественно варьируют различными параметрами техники, умело используя возможности систем энергообеспечения, способности к проявлению силы, быстроты, выносливости в интересах достижения высокой скорости передвижения.

В основе как ловкости, так и координации лежит совокупность координационных способностей — различного рода свойств и умений, обуславливающих эффективность двигательных дей-

ствий. Координационные способности очень многообразны, специфичны для каждого вида спорта, в большей или меньшей мере обуславливают ловкость или координацию. С ловкостью они связаны в движениях и двигательных действиях, требующих решения в неожиданных, постоянно изменяющихся и непредвиденных ситуациях, с координацией — при выполнении хорошо известных и отработанных движений и двигательных действий. Можно выделить следующие относительно самостоятельные виды координационных способностей:

- регуляция динамических и пространственно-временных параметров движений;
- статическое и динамическое равновесие;
- ритмичность движений;
- ориентирование в пространстве и во времени;
- внутримышечная и межмышечная координация;
- изменение направления движения и двигательной программы.

В реальной тренировочной и соревновательной деятельности все указанные способности проявляются не в чистом виде, а в сложном взаимодействии. В конкретных ситуациях одни координационные способности играют ведущую роль, другие — вспомогательную, при этом возможно мгновенное изменение роли различных способностей в связи с изменившимися внешними условиями. Особенно ярко это проявляется в гимнастике спортивной, спортивных играх, единоборствах, горнолыжном спорте, т. е. во всех тех видах, в которых результат в решающей мере зависит от ловкости.

Каждый из видов спорта не только предъявляет различные требования к координационным способностям в целом, но и предопределяет необходимость максимального проявления их отдельных видов. В тяжелой атлетике, метании молота решающее значение имеют устойчивость равновесия и чувство ритма; в плавании, гребле, конькобежном и велосипедном спорте (гонки преследования) — оценка и регуляция пространственно-временных и динамических параметров движений,

чувство ритма; в разных видах борьбы — статическое и динамическое равновесие, способность к перестройке двигательных программ, ориентирование в пространстве и времени. В то же время независимо от вида спорта координационные способности, зависящие от морфофункциональных и психических факторов, прежде всего, связаны с техническим мастерством спортсмена, во многом определяя его уровень (рис. 14.1).

Многофакторная структура ловкости применительно к спортивным играм может быть проиллюстрирована результатами обобщения исследований в этой области, представленными на рисунке 14.2. Как видим, вся совокупность факторов разделена на две группы. К первой отнесены перцепционно-познавательные и нейрорегуляторные, ко второй — физические возможности и качества. Рассматривая роль физических качеств, определяющих уровень ловкости, автор обращает особое внимание на значимость различных видов силы и необходимость их сбалансированного развития. В

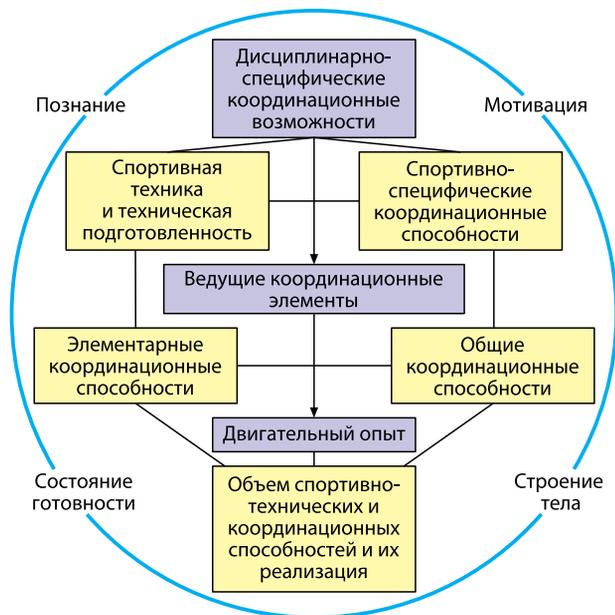


РИСУНОК 14.1 – Технические и координационные способности как неотъемлемая часть достижения высоких спортивных результатов (Hirtz, 1994)

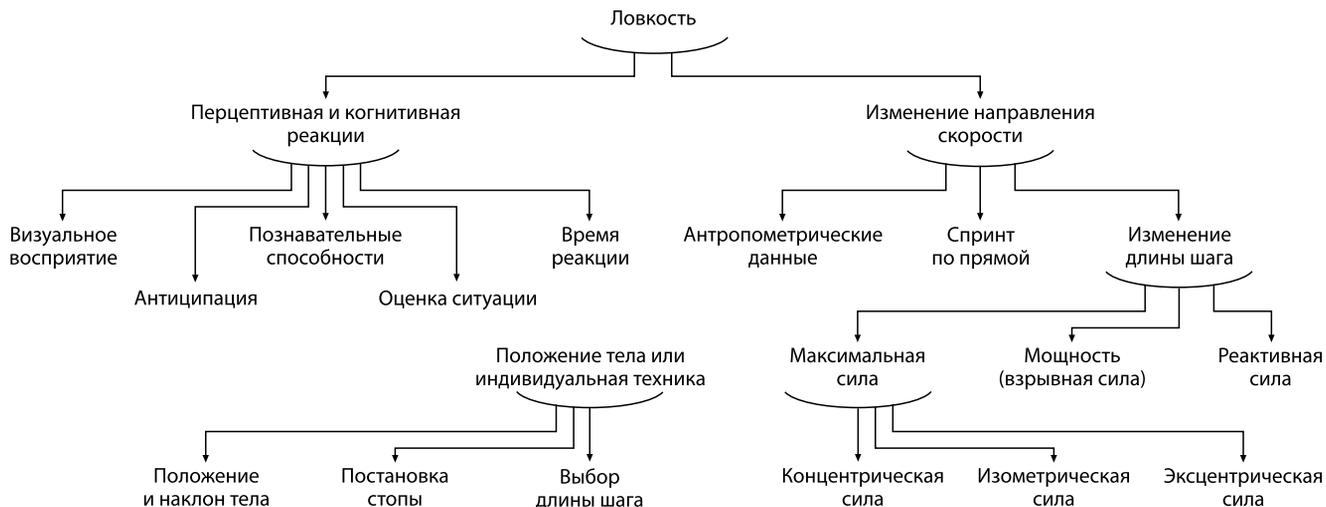


РИСУНОК 14.2 – Структура ловкости применительно к спортивным играм (Nimphius, 2014)

частности, при изменении направления движения его замедление связано с проявлением эксцентрической силы, остановка и переход к новому направлению — изометрической, ускорение — концентрической. Недостаточная сила применительно к любому из компонентов может оказаться ограничивающим фактором эффективности двигательного действия. В равной мере это относится и к перцепционно-познавательным и нейрорегуляторным факторам. Способности, относящиеся к этим факторам, проявляются в комплексе и сложном взаимодействии, с изменением ведущей роли и возможностями взаимной компенсации, а также компенсации дефицита физических возможностей (Nimphius, 2014).

Таким образом, координация и ловкость обуславливаются совокупностью факторов, относящихся к перцептивным, познавательным, техническим и физическим возможностям спортсмена. Перцептивные способности проявляются в реакции на сигналы, интерпретации полученной информации; познавательные — с оценкой сложившейся ситуации на основе знаний и предшествовавшего опыта; технические — со способностью к рациональным по кинематическим и динамическим характеристикам двигательных действий; физические — с уровнем развития физических качеств и систем энергообеспечения, нейрорегуляторных и психоэмоциональных возможностей. Каждая из этих сторон является относительно самостоятельной, требующей различной направленности, средств и методов тренировки. И только их совместное проявление обеспечивает высокий уровень проявления этих качеств (Jeffreys, 2019).

Связь ловкости со структурой соревновательной деятельности

Перцептивные, познавательные, технические и физические возможности спортсмена должны находиться в соответствии с режимом соревновательной деятельности, характером для вида спорта. Например, в современном баскетболе среднее время владения командой мячом находится в пределах 24–30 с. В течение игры каждый игрок более тысячи раз изменяет направления движения и положение тела, практически каждые 2 с игрового времени. Движения высокой интенсивности занимают 14–18% игрового времени. При этом процент движений высокой интенсивности у защитников выше, чем у нападающих. Режим работы и отдыха во время игры колеблется в широком диапазоне —

от 1:1 при длительной интенсивной работе (20–30 с) до 1:10, 1:20 — при кратковременных (до 5 с) взрывных усилиях. С учётом этого должны планироваться и комплексы упражнений, направленных на развитие ловкости (Gillett, 2019).

Важнейшими проявлениями координационных и скоростных способностей, ловкости в баскетболе являются ускорения, замедления, остановки, смены направления движения, прыжковые возможности одной ноги, прыжковые возможности двух ног, способность к вращению тела в воздухе, точность и быстрота перехвата мяча, чувства мяча, кольца, партнёров, соперников, времени и пространства. Развитие всех этих комплексных проявлений ловкости, быстроты и координации должно предопределять содержание процесса подготовки. Развитию способностей к ускорению, замедлению, остановке, смене направлений движения способствуют упражнения с различного рода перемещениями, обусловленными расположением конусов (рис. 14.3) (см. видео 15, 23).

Специфика хоккея с шайбой предопределяет состав средств и методов развития координации, ловкости, быстроты и скоростных качеств. Неустойчивое положение тела, столкновения с соперниками на высокой скорости, многократные ускорения, замедления, остановки, смены направления при высоких скоростях движения и перемещениях партнёров, соперников, шайбы требуют серьёзной базовой координационной и скоростной подготовки в органичной взаимосвязи с техническим и тактическим совершенствованием и специальной силовой подготовкой, осуществляемой в закрытом режиме. И только на этой основе строится подготовка в открытом режиме с добавлением интенсивного познавательного компонента, обеспечивающего развитие ловкости (Stephenson, 2019).

В течение игры футболисты высокой квалификации выполняют от 1200 до 1400 двигательных действий (каждые 2–4 с), связанных с перемещениями, приёмом и обработкой мяча, взаимодействием с партнёрами, противоборством с соперниками и др. Беговые отрезки, в основном 5–15-метровые, преодолеваются в среднем каждые 30 с (Jeffreys, 2019). Большое игровое пространство предъявляет особые требования к вниманию и сочетанию его различных видов: распределенного — связанного с оценкой общей игровой ситуации; селективного — проявляющегося в способности выделить наиболее значимый стимул; фокусированного — способности сконцентрировать внимание на конкретном стимуле.

В теннисе среднее время розыгрыша каждого мяча составляет около 10 с с паузами 20–25 с. Каждый розыгрыш мяча может ограничиваться одним ударом или достигать 10–15 ударов с различной скоростью, траекторией и направлением полёта мяча. В напряженном и соревновательном матче игрокам приходится выполнять более тысячи двигательных действий (Kovacs, 2004, 2019). Более 80 % ударов требуют перемещений игрока на расстояние до 7 м.

В отличие от других игровых видов спорта большинство перемещений в теннисе находится в боковых направлениях. Изучение соревновательной деятельности профессиональных игроков показало, что более 70 % перемещений происходит поперёк корта, около 20 % — в переднем и 8 % — в заднем направлениях (Weber et al., 2007). Быстрота и точность перемещений игрока в значительной

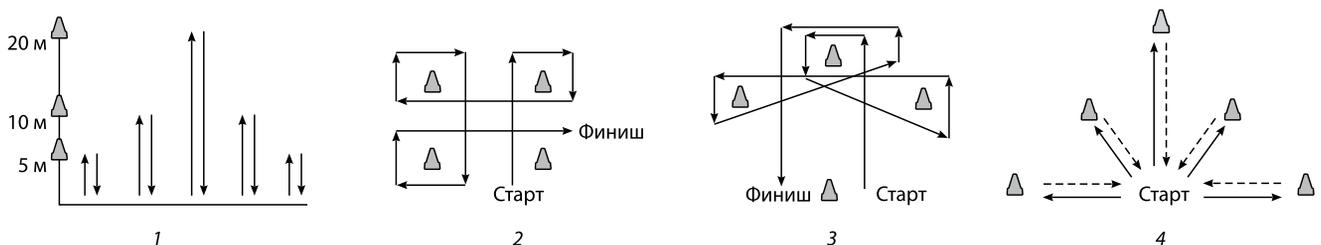


РИСУНОК 14.3 – Упражнения для развития скоростных и координационных способностей баскетболистов (расстояния между конусами в упражнениях 2–4 от 5 до 8 м)

мере определяется реакцией на визуальный стимул с тем, чтобы на ранней стадии отреагировать на действия соперника ещё до момента, когда он нанес удар по мячу. Естественно, что эти данные в значительной мере определяют содержание тренировки.

В качестве существенного момента развития ловкости в таких видах спортивных единоборств как бокс, каратэ, тхэквондо особо следует выделить упражнения, определяющие направление и скорость перемещения ног, что является важным для эффективного маневрирования, сохранения равновесия, перехода к атакующим или защитным действиям. Использование скакалок, лестниц для развития ловкости, перемещений на неустойчивых поверхностях являются простыми и эффективными средствами для такой тренировки.

Основные факторы, определяющие ловкость и координацию

Ловкость и координация являются исключительно сложными двигательными качествами, зависящими от множества факторов психоэмоционального и нейрорегуляторного характера, двигательного опыта и моторной памяти, уровня технико-тактического мастерства, скоростного и силового потенциала спортсмена. Ниже будут представлены и охарактеризованы основные из этих факторов применительно к конкретным условиям, требующим проявления ловкости и координации.

Моторная память и моторное пространство

Координация и, особенно, ловкость во многом зависят от моторной (двигательной) памяти — свойства центральной нервной системы запоминать движения и воспроизводить их в случае необходимости (Бернштейн, 1991). Моторная память спортсменов высокого класса, особенно специализирующихся в сложнокоординационных видах спорта, единоборствах и спортивных играх, содержит множество умений и навыков различной сложности, которые лежат в основе проявления высокого уровня координационных способностей в самых разнообразных условиях, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности, — при овладении новыми движениями, воспроизведении наиболее эффективных движений при дефиците времени, пространства, в состоянии утомления, при противоборстве соперника, при необходимости импровизации в неожиданных сложных ситуациях и др. Именно наличие многочисленных заготовок в моторной памяти в виде многообразных групп двигательных программ дает возможность выбора, модификации и реализации применительно к конкретной ситуации быстрых и эффективных двигательных действий в условиях, когда головной мозг не успевает переработать информацию, поступающую от рецепторов (Бернштейн, 1991; Gamble, 2013), т. е. осуществлять двигательные действия на подсознательном уровне. На этом уровне формируются как обобщенные, так и локальные навыки, умения, привычки, типовые ситуации, реакции, интуиция, предвосхищения в большей или меньшей мере автоматизированные в процессе деятельности. К автоматизмам низшего уровня относятся навыки, умения, типовые ситуации, реакции, а высшего — интуиция и предвосхищение (Бернштейн, 1991; DeWeese, Nimphius, 2016). Каждый из многочисленных элементов моторной памяти может носить преимущественно сенсорный, пространственный, временной, психоэмоциональный или комплексный характер.

Ловкость и координация связаны и с таким понятием, как «моторное (пространственное) поле» — часть геометрического пространства, в котором спортсмен осуществляет двигательную деятельность.

С этим понятием особенно тесно связана эффективность соревновательной деятельности в спортивных играх, в меньшей мере, единоборствах, сложнокоординационных видах спорта. Например, эффективная деятельность в спортивных играх требует проявлений ловкости и координации как в относительно свободных условиях, так и в ограниченном пространстве, насыщенном игроками противоборствующих команд, что порождает особую совокупность психоэмоциональных нейрорегуляторных и двигательных реакций. Учет этого предполагает разнообразие в процессе тренировочной деятельности моторного поля, особенно в той части, которая связана с ограничением пространства и заполнением его противоборствующими игроками.

Трудность в развитии моторной памяти и способности к ловким и координированным двигательным действиям в постоянно изменяющемся пространственном поле обусловлена многоуровневым и исключительно сложным координационно-двигательным устройством нервной системы человека. Н. А. Бернштейн (1991) отмечал, что «Привычно и общепринято думать, что выполнение произвольного движения — полностью дело двигательных систем нашего организма: мышц как непосредственных двигателей, двигательных нервов, передающих в мышцы приказы (импульсы) к движению от спинного и головного мозга; наконец, так называемых двигательных центров мозга, откуда исходят эти приказы — импульсы к мышцам. Однако дело обстоит далеко не так, и чувствительные системы нашего тела загружаются при выполнении того или иного движения не в меньшей степени, нежели двигательные. По чувствительным нервам всевозможных специальностей: осязательным, зрительным, нервам межсуставной чувствительности, вестибулярным нервам уха, несущим сигналы, связанные с чувством равновесия и т. д. — текут непрерывные корректировочные потоки сигналов к мозгу, уведомляющие его, так ли течет начатое движение, как оно было спланировано, и в каком смысле требует поправки. Каждая мышца, сокращаясь по ходу движения, раздражает этим какой-нибудь из чувствительных аппаратов, который немедленно сигнализирует об этом мозг. Каждый залп двигательных импульсов, прибывающих из мозга в мышцу, оказывается прямой причиной нового залпа импульсов, текущих уже в обратную сторону — от чувствительного аппарата в мозг. Там этот поток сигналов преобразуется в соответствующие коррекции к движению, т. е., в свою очередь, является причиной новых двигательных импульсов, исправленных и дополненных, снова мчащихся из мозга в нужные мышцы. Перед нами, таким образом, замкнутый кольцевой процесс — то, что в нервной физиологии называется рефлекторным кольцом. Разрыв такого кольца в любом месте приводит к полному распаду движения».

Ни один нервно-двигательный импульс из головного мозга не имеет доступа к мышцам; эти импульсы действуют на пусковые клетки спинного мозга. Нервные волокна, строго изолированные друг от друга, тянутся из головного мозга вдоль по спинному и оканчиваются на той или иной высоте внутри его, так что их ветвистые окончания вплотную подходят к спинномозговым клеткам, воздействующим на мышцы. Каждый координационно-двигательный уровень нервной системы человека характеризуется своими мозговыми анатомо-физиологическими структурами, особым характером чувствительности, на которой он основывает сенсорный синтез и сенсорные коррекции. На ведущем уровне определяется смысловое содержание и осуществляется верховное управление двигательным действием, а на подчиненных ему нижележащих фоновых уровнях осуществляется коррекция движений, обеспечивающая их плавность, быстроту, силу, экономичность. При этом на фоновом уровне осуществляются коррекции, оптимизирующие движение, и реализуются автоматизмы — особые коррекции, выработанные для технического обслуживания двигательных действий, но не имеющие собственного смыслового значения (Бернштейн, 1991).

Перцептивно-познавательные способности

Ловкость и координация обуславливаются многочисленными компонентами, отражёнными в перцептивных, познавательных технических и физических возможностях спортсменов. Перцепция как способность подсознательного отражения явлений и процессов при помощи органов чувств, представляющих зрительную, слуховую, осязательную, кинестетическую информацию, обеспечивает обнаружение сигналов. Однако их идентификация и использование в принятии и реализации решений должны опираться на широкий массив памяти, накопленный в результате предшествовавшей тренировочной и соревновательной деятельности. Однако и рациональное решение на основе полученной и обработанной информации не может быть реализовано без наличия моторных качеств, отражённых в двигательной памяти, уровне развития физических качеств, психоэмоциональных и технико-тактических возможностей.

Под влиянием тренировки существенно возрастают и формируются применительно к специфике вида спорта перцептивно-познавательные способности.

Так, у тяжелоатлетов и боксеров наблюдается высокая кинестетическая чувствительность при движениях в локтевом и плечевом суставах, у лыжников, прыгунов и слаломистов — при движениях в голеностопных суставах. Совершенствование функций зрительного аппарата (увеличение поля зрения, улучшение глубинного зрения и др.) отмечается у представителей спортивных игр. Функции вестибулярной сенсорной системы, в частности связанные с устойчивостью к укачиванию, улучшаются в результате тренировки в гимнастических упражнениях, плавании и др. В некоторых случаях происходит и снижение чувствительности, например, у боксёров понижается болевая и тактильная чувствительность в тех частях тела, которые часто подвергаются ударам (Уэйнберг, Гоулд, 2001; Kenney et al., 2012). В видах спорта, предъявляющих особо высокие требования к силовым качествам и гибкости, возрастает порог проприоцептивной чувствительности и снижается активность мышечных веретен и сухожильных органов Гольджи, ограничивающих амплитуду движений и силу мышечных сокращений (VanPutte et al., 2017). Эти факты должны быть учтены при планировании содержания тренировочного процесса.

Существенную роль в обеспечении ловкости спортсменов играет скорость реакции на стимул. Время реакции на визуальный стимул составляет 180–200 мс, звуковой — 140–160 мс, кинестетический — 120–130 мс (Schmidt, Wrisberg, 2013). Под влиянием тренировки перцептивно-познавательная способность может существенно улучшаться, в том числе носить и упреждающий характер, опирающийся на знания, опыт и интуицию (Williams et al., 2009; Abernethy et al., 2012). Соревновательный опыт и знание соперников позволяют спортсменам высокой квалификации предвосхищать появление стимула, реагировать в упреждающем режиме (Spiteri, Sheppard, 2019).

Процессы нервно-мышечной передачи импульсов играют исключительную роль для быстроты и рациональности двигательных реакций, мобилизации потенциала моторной памяти, активации и синхронизации деятельности мышц и эффективности двигательных действий в целом (Triplett, 2012; Nimphius, 2014; DeWeese, Nimphius, 2016). Совершенствование механизма нервно-мышечной передачи импульсов предусматривает повышение импульсации мотонейронов, рекрутирование дополнительных мотонейронов — в одних случаях, снижение импульсации мотонейронов, сокращение количества мотонейронов, посылающих импульсы, — в других (Алтер, 2001). В реальной тренировочной и соревновательной деятельности все эти процессы протекают в сложной взаимосвязи, обусловленной структурой движений, уровнем проявления различных двигательных качеств, психической установкой и определяют эффективность меж- и внутримышечной координации. Эффективность такой координации проявляется в оптимальном взаимодействии мышц, целесообразной активации и деактивации двигательных единиц и мышечных волокон отдельной мышцы (Hoffman, 2012; Gamble, 2013).

Методика повышения эффективности нервно-мышечной передачи основана на исключительном многообразии и взаимосвязи двигательных действий, режимов сокращения и расслабления мышц, способов психической регуляции и контроля за эффективностью двигательных действий и проявляемых физических качеств: чем больше объём, разнообразие и интенсивность двигательных действий, особенно построенных на специфическом материале конкретного вида спорта, чем шире диапазон активации двигательных единиц, тем эффективнее протекает процесс совершенствования способностей спортсмена, связанных с управлением движениями и двигательными действиями.

Пространственно-временные и динамические антиципации

Эффективные двигательные действия спортсмена в неожиданных и быстро изменяющихся ситуациях, требующих ловкости, зависят от пространственной, временной и динамической антиципации.

Предвосхищать дистанционные, временные и динамические взаимодействия с партнёрами и противником, переключаться от одних действий к другим, выбирать момент для начала действий и их остановки — наиболее распространённые специализированные умения спортсменов, которые требуют развития следующих способностей:

- дифференцировать и антиципировать пространственно-временные и динамические компоненты двигательных действий применительно к различным соревновательным ситуациям;
- выбирать момент начала движений для успешного противодействия сопернику или взаимодействия с партнёром по команде;
- адекватно определять направления, амплитуду, скоростные характеристики, глубину и ритм действий своих, соперника и партнёров (Holmberg, 2009; Gillet et al., 2010).

Все эти способности развиваются в процессе отработки обусловленных действий, действий с выбором, переключением; в упражнениях, ставящих задачи варьирования быстротой, ритмом, амплитудой движений, временными, пространственными, динамическими параметрами взаимодействия с соперником (партнёром). Они хорошо подвержены тренировке, органически взаимосвязаны с уровнем технико-тактической и психологической подготовленности, скоростно-силовыми возможностями, соревновательным опытом, что наиболее наглядно проявляется в спортивных играх и единоборствах (Gamble, 2013).

Функциональная роль мышц, скоростные и силовые качества

Функциональная роль различных мышц в двигательных действиях намного сложнее принятой в анатомической классификации — сгибатели и разгибатели, агонисты, синергисты и антагонисты и т. д. Некоторые двухсуставные мышцы в одном суставе осуществляют сгибание, а в другом — разгибание. Антагонисты часто возбуждаются одновременно с агонистами, обеспечивая большую точность движения и его соответствие двигательной задаче. Поэтому при рассмотрении функциональной стороны деятельности мышц, особенно в сложных двигательных действиях, требующих проявления ловкости и координации, целесообразно выделять основные мышцы, вспомогательные (синергисты), антагонисты и стабилизаторы — мышцы фиксирующие суставы, не участвующие в движении или его конкретной фазе. К сожалению, как в теории и методике спортивной тренировки, так и спортивной практике роль антагонистов и стабилизаторов остается вне поля зрения, а основное внимание отводится мышцам, обеспечивающим генерацию силы. Однако статодинамическая устойчивость тела и его частей, торможение движения, амортизация действия внешних сил, во многом обеспечиваемая этими мышцами, в не меньшей мере определяют эффективность двигательных действий, чем основные мышцы и мышцы-синергисты.

Ловкость и координация теснейшим образом взаимосвязаны и зависят от различных элементарных и комплексных видов скоростных способностей, а также уровня максимальной и скоростной силы, способности к быстрому чередованию режимов работы мышц — изометрического, концентрического, баллистического, плиометрического и эксцентрического. Все эти качества находятся в числе важнейших предпосылок проявления разных видов координационных способностей, которые реализуются в сложных двигательных действиях и под влиянием факторов внешней среды, затрудняющих движения — неожиданная смена ситуаций, дефицит времени и пространства, жесткое противодействие соперников, погодные условия и др.

Стабильность пояснично-тазобедренного комплекса

Многими специалистами (Kibler et al., 2006; Borghuis et al., 2008; Hibbs et al., 2008; McGill, 2010; Sarabon, 2012; Gamble, 2013; и др.) убедительно показано, что уровень ловкости и координации во многом зависит от стабильности пояснично-тазобедренного комплекса, анатомическая сложность которого определяется как строением суставов, так и большим количеством мышц, вовлечённых в сохранение баланса и устойчивости нижней части позвоночника и таза.

Понятие «пояснично-тазобедренный комплекс» охватывает ту часть тела, которая включает нижнюю часть позвоночника и таз (Barr et al., 2005; McGill, 2006). Однако ряд специалистов (Haff, 2014) считают целесообразным охватить этим понятием также верхнюю часть туловища и бедро, хотя логичнее эти и другие части тела рассматривать как взаимодействующие с нижней частью позвоночника и тазом.

Стабильность пояснично-тазобедренного комплекса в статических положениях исключительно важна для баланса всего тела (Anderson, Behm, 2005; Sarabon, 2012), а в динамических условиях является своего рода «анатомической основой» рациональных движений в различных направлениях и плоскостях (Kibler et al., 2006). Мышцы пояснично-тазобедренного комплекса, обеспечивая устойчивость позвоночника, выступают в качестве синергистов по отношению к мышцам, обеспечивающим движение (Leetun et al., 2011; McGill, 2010).

Способность к поддержанию стабильности пояснично-тазобедренного комплекса обеспечивается как небольшими мышцами поясничной части позвоночника и внутренними мышцами таза, которые могут рассматриваться как «местная система стабилизации» (Liemohn et al., 2005), так и крупными наружными мышцами таза, а также мышцами живота и спины, формирующими «мышечный корсет» и обеспечивающими стабильность туловища (McGill, 2010).

Исключительно велика роль для стабильности пояснично-тазобедренного комплекса мышц бедра, которые обеспечивают устойчивость таза и позвоночника и выполняют работу по передаче силы от нижних конечностей к туловищу, а также по выполнению поворотов и вращательных движений (Hewett, Myer, 2011). Определённую, правда значительно меньшую, роль в обеспечении стабильности пояснично-тазобедренного комплекса и, естественно, всего туловища, играют крупные мышцы плечевого пояса (McGill, 2010).

Уровень развития мышц, отвечающих за устойчивость пояснично-тазобедренного комплекса, является очень важным для проявления ловкости, координации и скоростных качеств, обеспечивая оптимальный диапазон движений, их ускорение и замедление, переход от одного режима работы мышц к другому, преодоление сил инерции (Mendiguchia et al., 2011), а также профилактику травм, прежде всего коленного и голеностопного суставов (Hewett, Myer, 2011).

Повышение потенциала мышц, отвечающих за стабильность пояснично-тазобедренного комплекса, требует различных методик. Мелкие мышцы, прежде всего внутренние мышцы таза, которые

можно отнести к «местной системе стабилизации» (Carter et al., 2006), выполняют свои функции преимущественно тонизирующего характера в течение длительного времени и при невысоком уровне интенсивности — 10–30% максимальной (Barr et al., 2005). Обладая высокой плотностью рецепторов, эти мышцы играют важную роль в обеспечении баланса и ориентации таза и поясничной части позвоночника (McGill, 2007). Учитывая значение этих мышц для стабилизации и ориентации таза и поясничной части позвоночника, повышению их возможностей должно быть уделено существенное внимание в тренировочном процессе. При этом отягощения должны быть невелики (20–40%), а работа носить продолжительный характер с ориентацией на развитие выносливости (Barr et al., 2005).

По-иному строится работа над повышением возможностей крупных мышц таза, бедер, живота и спины, обеспечивающих выполнение различных движений, в структуре которых большое значение имеет стабильность пояснично-тазобедренного комплекса. Здесь большой объём работы связан с повышением уровня максимальной и взрывной силы, что требует соответствующей методики их развития.

Ниже представлены видеоматериалы с упражнениями на развитие стабильности пояснично-тазового комплекса, а примеры использования других технических средств продемонстрированы в главе 4 (см. видео **2, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13**).



ВИДЕО 16 Комплекс упражнений с использованием резины (сила, координация)



ВИДЕО 17 Комплекс упражнений для развития координации и силы

Компенсации в проявлении координационных способностей

Специфические координационные способности даже у спортсменов высокой квалификации развиты неодинаково. У каждого спортсмена есть свои сильные и слабые стороны, причем первые могут компенсировать наличие вторых. Отметим наиболее типичные варианты компенсаций:

- недостатки тактического мышления компенсируются быстротой двигательных реакций, устойчивостью и распределением внимания, чувством времени, дистанции, момента и др.;
- недостатки распределения внимания компенсируются быстротой восприятия и мыслительных операций, точностью мышечно-двигательных дифференциаций и др.;
- недостатки переключения внимания компенсируются быстротой двигательных реакций, способностью точно прогнозировать изменение ситуации, чувством времени и др.;
- недостаточная скорость двигательных реакций компенсируется способностью к прогнозированию, чувством дистанции, чувством времени, пространства, распределением внимания и его устойчивостью, тактическим мышлением и др.;
- недостаточная точность двигательных дифференциаций компенсируется вниманием, быстротой двигательных реакций, чувством времени и др. (Келлер, Платонов, 1993).

Координационные способности и их виды

Уровень ловкости и координации зависит от ряда относительно самостоятельных видов координационных способностей, роль и значение каждого из них обуславливается спецификой вида спорта, характером конкретных двигательных задач и соответствующих им двигательных действий и программ.

Регуляция динамических и пространственно-временных параметров движений

Самые высокие результаты показывают спортсмены, обладающие высоким уровнем сенсорно-перцептивных возможностей, что проявляется в совершенстве таких специализированных ощущений (чувств), как чувство воды, льда, снега, дорожки, мяча, ковра, пространства, дистанции, времени, момента, чувство соперника, партнёра и др. Способность к регуляции разнообразных параметров движений предопределяется точностью двигательных ощущений и восприятий, часто дополняемых слуховыми и зрительными (Платонов, 2004; Gamble, 2013).

Спортсмены высшего класса обладают удивительными способностями в отношении тончайшей оценки и регуляции динамических временных и пространственных параметров движений. Например, пловцы способны преодолевать 100-метровые отрезки с заданным временем (например, 54,0 с; 56,0; 58,0; 60,0; 62,0 с и т. д.), допуская ошибку, не превышающую в среднем 0,2–0,3 с. Не менее впечатляют, например, способности баскетболистов или боксёров регулировать силу броска или удара, оценивать дистанцию или время.

Особенности методики совершенствования. В основе методики совершенствования способности к оценке и регуляции движений должен лежать такой подбор тренировочных средств, который обеспечивает повышенные требования к деятельности анализаторов в отношении точности динамических и пространственно-временных параметров движений. Эффективным оказывается применение упражнений с акцентом на точность их выполнения по параметрам времени, усилий, темпа, пространства (см. видео **18, 20**).

Важным элементом в методике повышения способности к оценке и регуляции динамических и пространственно-временных параметров движений является широкое варьирование различными характеристиками нагрузки (характер упражнений, интенсивность работы, продолжительность работы, режим работы и отдыха) в процессе выполнения упражнений. Особое место должно быть уделено разнообразию отягощений. Следует помнить, что в систему управления движениями включена сенсорная информация от суставного и мышечного аппарата, адекватно отражающая динамические и кинематические характеристики движений. Колебания отягощений в широком диапазоне активизируют функционирование сенсорной системы, приводят к снижению порогов мышечно-суставной чувствительности и улучшению способности к дифференциации и обработке афферентной сигнализации. Этим обеспечивается совершенствование сенсорного синтеза, повышаются точность дозировки, своевременность коррекции рабочих усилий, формирование целесообразного кинестетического образа двигательного действия. Эффективным приёмом, используемым для формирования кинестетических образов движений, наличие которых во многом обуславливает координационные возможности спортсменов, является активизация функции одних анализаторов за счёт искусственного выключения других. В частности, выключение зрительного анализатора (выполнение сложнокоординационных движений с закрытыми глазами) усиливает функцию проприоцептивной чувствительности и способствует повышению эффективности управления динамическими, пространственными и временными параметрами движений.

Существенная роль в совершенствовании способностей, основанных на проприоцептивной чувствительности, отводится упражнениям, направленным на повышение отчетливости мышечно-двигательного восприятия или чувства мяча, планки, барьера, снаряда. Например, для повышения чувства мяча при броске, ударе, приёме, передаче применяют мячи разного размера и массы, широкую вариативность силы бросков и ударов, дальности полета; для повышения чувства снаряда используют ядра и копья разного размера и массы, шесты разной длины и с различными упругими свойствами и др. (Лях, 1989).

В практике используются упражнения, предъявляющие повышенные требования к мышечному чувству за счёт исключения или ограничения зрительного и слухового контроля за двигательными действиями. Такие упражнения широко применяются в плавании, разных видах борьбы, отдельные упражнения находят применение в спортивных играх, гимнастике спортивной, акробатике.

Способность к сохранению равновесия

При характеристике способности к обеспечению устойчивого положения тела используются различные термины — равновесие, баланс, стабильность, устойчивость, которые во многих случаях представляются как синонимы, несмотря на их различные семантические свойства. Применительно к сфере тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов представляется целесообразным остановиться на двух видах равновесия — статическом и динамическом. Статическое равновесие проявляется при продолжительном сохранении положения тела человека. Динамическое равновесие связано с сохранением рационального положения тела в условиях заданной пространственно-временной и динамической структуры двигательного действия.

Статическое равновесие — состояние неподвижности, в котором находится тело под воздействием равных, противоположно направленных сил. Точка приложения равнодействующих этих сил определяется как общий центр массы (ОЦМ). Каждая часть тела человека обладает собственным центром массы, объединение которых формирует общий центр массы. Условием сохранения равновесия является прохождение вертикальной оси общей массы тела внутри площади опоры. Естественно, что чем больше площадь опоры и чем ближе расположен ОЦМ к центральной точке площади опоры, тем устойчивее будет положение тела. У стоящего человека площадь опоры ограничена пространством, находящимся под подошвами и между стопами. Выведение вертикали центра массы от центральной точки площади опоры приводит к потере равновесия.

Особые требования к равновесию предъявляют такие виды спорта, как гимнастика и акробатика, разные виды борьбы, стрельба из лука, пулевая стрельба, прыжки в воду. В каждом из этих видов спорта равновесие проявляется в разных положениях тела, при наличии большей или меньшей опоры. Да и в подавляющем большинстве других видов спорта (борьба греко-римская и вольная, легкоатлетические бег, прыжки и метания, плавание, гребля, конькобежный спорт, гольф и др.) важнейшие элементы структуры соревновательной деятельности связаны со статическим равновесием.

Сохранение равновесия в условиях стабильной опоры является лишь одним из множества случаев, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности подавляющего большинства видов спорта. Все же остальные случаи требуют сохранения равновесия в сложных условиях, при действии многочисленных сбивающих факторов, обусловленных как спецификой вида спорта, так и окружающей средой, т. е. динамического равновесия. Спортсмены должны сохранять равновесие при выполнении сложнейших в техническом отношении двигательных действий, в условиях наличия разных видов опоры и в безопорном положении, с постоянным смещением общего центра тяжести и центра масс различных частей тела, под воздействием неожиданных и постоянно меняющихся ситуаций, в состоянии утомления и т. п.

Важнейшим условием эффективных двигательных действий является статодинамическая устойчивость тела в решающих фазах движения — уравновешенное положение, обеспеченное правильным расположением центра масс тела и стабильностью пояснично-тазового комплекса, т. е. постуральной устойчивостью (рис. 14.4).

Когда говорят о факторах, обуславливающих равновесие применительно к особенностям конкретного вида спорта, то во всех случаях констатируют совокупную мобилизацию возможностей зрительной, слуховой, вестибулярной и соматосенсорной систем. Естественно, конкретная ситуация тренировочной или соревновательной деятельности, связанная с сохранением равновесия, обуславливает в качестве ведущих те или иные системы. Чаще других ими оказываются соматосенсорная (прежде всего, её проприоцептивная составляющая) и вестибулярная. Однако выключение зрения во всех случаях связано со снижением способности спортсмена к поддержанию равновесия.

В связи с разделением равновесия на статическое и динамическое следует различать и механизмы, лежащие в основе каждого из видов. Одни из них проявляются, когда основная двигательная задача — сохранение равновесия. В этом случае поддержание позы является результатом регуляторного механизма, действующего на основе постоянных коррекций. Устранение незначительных нарушений равновесия осуществляется рефлекторным напряжением мышц, а существенных — быстрым рефлекторным перемещением в сторону стабильной площади опоры. Другие — реализуются, когда поздние реакции включены в состав движения со сложной координацией и каждая из этих реакций носит упреждающий, а не рефлекторный характер и является составной частью программы двигательного действия (Бернштейн, 1966; Верхошанский, 1988). При реализации как первого, так и второго механизмов основная роль принадлежит переработке афферентной импульсации, исходящей от анализаторов. При этом основную роль играет мышечно-суставная проприоцепция, дополнительная информация поступает от зрительного и вестибулярного анализаторов (Flanagan, 2012). Не меньшую роль играют уровень развития и эффективность регуляции активности мышц поясничной области и таза, бедра, спины и живота, обеспечивающих стабильность пояснично-тазобедренного комплекса (McGill, 2010, Gamble, 2013) как стержневого элемента обеспечения равновесия (Barr et al., 2005; Kibler et al., 2006).

Для обеспечения равновесия нервная система должна активировать мышцы в соответствии со стимулами нарушения и структурой двигательного действия. Однако трудно рассчитывать, что реакции сохранения динамического равновесия могут быть сохранены в нервной системе в виде автоматизированных, что связано со множеством вариантов как нарушения, так и компенсации (Taube, Gollhofer, 2011). В отличие от жестких predetermined реакций сохранение равновесия в этих условиях обеспечивается гибкими динамическими реакциями, вытекающими из конкретных потребностей и использования потенциала зрительного и вестибулярного анализаторов и соматосенсорной системы. Компенсация нарушений равновесия обуславливается быстротой передачи информации от рецепторов мышц в спинной мозг и далее к продолговатому мозгу, мосту, среднему мозгу и мозжечку. Именно на уровне этих структур происходят переработка информации и формирование команд, которые определяют проявление реакций компенсации. Это однако не озна-



РИСУНОК 14.4 – Статодинамическая устойчивость тела в решающей фазе двигательного действия: сила тяжести проходит через центр масс тела (Brewer, 2017)

чает отсутствия роли в сохранении равновесия коркового контроля, который имеет место даже при автоматизированных движениях (Beloozerova et al., 2005).

Систему сохранения равновесия можно представить как совокупность подсистем, обладающих относительной автономией. Каждая подсистема стремится к минимизации двигательного взаимодействия с другими подсистемами в интересах энергетически экономных, биомеханически целесообразных движений. При этом для подсистем центральной нервной системой устанавливаются только общие правила взаимодействия. Действительно, количество различных положений (поз), которые может принять спортсмен, так велико, что «проработать» все возможные позы не только нецелесообразно, но и нереально, поэтому в процессе решения задач удержания сложных равновесий происходит организация степеней свободы в согласованно управляемые части. Тем самым реальное число параметров, подлежащих коррекции и регулированию, оказывается во много раз меньше, чем число степеней свободы, определяемое подвижностью суставов (Гельфанд, Цетлин, 1966; Болобан, 1990).

В поддержании позы участвуют те же мышцы, которые вовлекаются и в движения. Однако «позный», или постуральный, режим работы мышц предусматривает активацию низкопороговых, медленных и устойчивых к утомлению двигательных единиц. Однако такая постуральная деятельность мышц проявляется в простейших случаях удержания тела или его звеньев в поле силы тяжести. Когда же возникает проблема сохранения позы в разных фазах сложных двигательных действий, в условиях значительных скоростно-силовых проявлений, действия внешних сил, то для обеспечения оптимальной позы могут быть задействованы крупные мышцы и двигательные единицы, состоящие из БС-волокон.

Способность к сохранению равновесия определяется также рядом специфических факторов, характерных для разных видов спорта. Например, в разных видах борьбы это величина площади опоры, величина механического воздействия со стороны соперника, умение своевременно создавать большой угол устойчивости в нужном направлении, изменять позу относительно площади опоры, снижать общий центр тяжести. В гимнастике и горнолыжном спорте большая роль отводится способности дифференцировать пространственные, временные и динамические параметры движений, а также балансировать в суставах (в гимнастике — в голеностопных, плечевых, в горнолыжном спорте — в коленных, тазобедренных), не нарушая положения всего тела. В стрельбе из положения стоя большая роль отводится способности стабилизировать положение голеностопных и коленных суставов, пояснично-тазобедренного комплекса, статической силе и силовой выносливости мышц ног, туловища, плечевого пояса и рук. Большое значение имеют также условия внешней среды: особенности трасс — в горнолыжном спорте, велосипедном спорте; состояние поверхности воды и ветра — в парусном спорте; особенности техникотактических действий соперников — в разных видах единоборств и спортивных игр.

Следует учитывать, что механизмы регуляции позы при воздействии однотипных факторов не изменяются, поэтому существует положительный перенос способности к сохранению равновесия в родственных условиях (например, удержание равновесия на одной или двух ногах). Однако это относится к упражнениям, родственными по основным биомеханическим характеристикам движений. Если условия различны (например, гимнастические упражнения и борьба в стойке), то связь практически не обнаруживается.

Каждому отклонению тела от оптимального положения должно отвечать восстанавливающее усилие спортсмена. При этом часто возникает «гиперкомпенсация» (Донской, 1971), когда проекция ОЦМ «проскакивает» по инерции наилучшее положение. В этом случае возникают возвратно-колебательные движения, носящие название балансирования. Очевидно, чем меньше амплитуда движений при балансировании, тем выше качество выполнения спортивного упражнения,

что в значительной мере обуславливается стабильностью пояснично-тазобедренного комплекса (McGill, 2010).

Эффективность равновесия характеризуют показатели амплитуды, частоты колебаний, времени фиксации положения тела и их отношения. В гимнастике и прыжках в воду, например, по мере роста спортивно-технического мастерства амплитуда колебаний тела и системы тел уменьшается, возрастают частота коррекций и время сохранения сложных равновесий. Характеристикой высокого уровня регуляции позы является сочетание малой амплитуды и частоты колебаний при продолжительном времени фиксации рабочих поз (Болобан, 1990).

Особенности методики совершенствования. Знание всех упомянутых выше факторов применительно к специфике конкретного вида спорта помогает тренеру составить оптимальную программу совершенствования способности спортсмена к проявлению устойчивости и сохранению равновесия, обеспечивающую не только хорошие предпосылки к проявлению этих способностей с точки зрения возможностей соответствующих функциональных систем, но и их полноценную реализацию в разнообразных условиях тренировочной и соревновательной деятельности.

В совершенствовании способности к развитию устойчивости и сохранению равновесия, как и в других подобных случаях, можно выделить базовое и специальное направление.

Базовое направление предполагает использование нескольких относительно самостоятельных групп двигательных действий:

- сохранение равновесия на одной ноге с различными положениями и движениями рук, туловища и свободной ноги (рис. 14.5);
- стойки на руках и на голове с различными положениями и движениями ног;
- разнообразные резкие повороты, наклоны и вращения головы, стоя на одной или двух ногах, с различными положениями и движениями рук, туловища и свободной ноги;
- разнообразные вращения туловища, стоя на одной или двух ногах;
- разнообразные движения, находясь на ограниченной или неустойчивой опоре (рис. 14.6);
- выполнение заданий (по сигналу) на резкое прекращение движений (при сохранении заданной позы) или резкое изменение направления или характера движений;
- выполнение разнообразных двигательных действий с закрытыми глазами (А. Тер-Ованесян, И. Тер-Ованесян, 1995; Sarabon, 2012; Flanagan, 2012).

Специальное направление связано с использованием широкого круга упражнений избранного вида спорта, требующих проявления устойчивости и сохранения равновесия, упражнений с отягощениями, затрудняющими сохранение равновесия (рис. 14.7). Разнообразие тренировочных средств следует дополнять разного рода затрудняющими факторами — использовать различные устройства и тренажёры, изменять величину отягощений, применять различные способы нарушения равновесия, выполнять упражнения в условиях утомления и т. п. (см. видео 5, 17).

Методика развития способности к сохранению равновесия и обеспечению устойчивости не разработана в такой мере, как методика развития силы или выносливости. Однако понятно, что в её основе — исключительное разнообразие двигательных действий, выполняемых в неожиданных ситуациях с внешними помехами, с использованием мягких покрытий (матов, подушек), подвижных платформ, с исключением зрительного контроля. Такая тренировка приводит к уменьшению коркового вклада в сохранение равновесия, обеспечивает начало компенсационного ответа на спинальном уровне уже через 90–100 мс (Taube, Gollhofer, 2011) и является исключительно эффективной для повышения стабильности пояснично-тазового комплекса (Mierau et al., 2015).



РИСУНОК 14.5 – Примеры упражнений, требующих сохранения равновесия, стоя на одной ноге

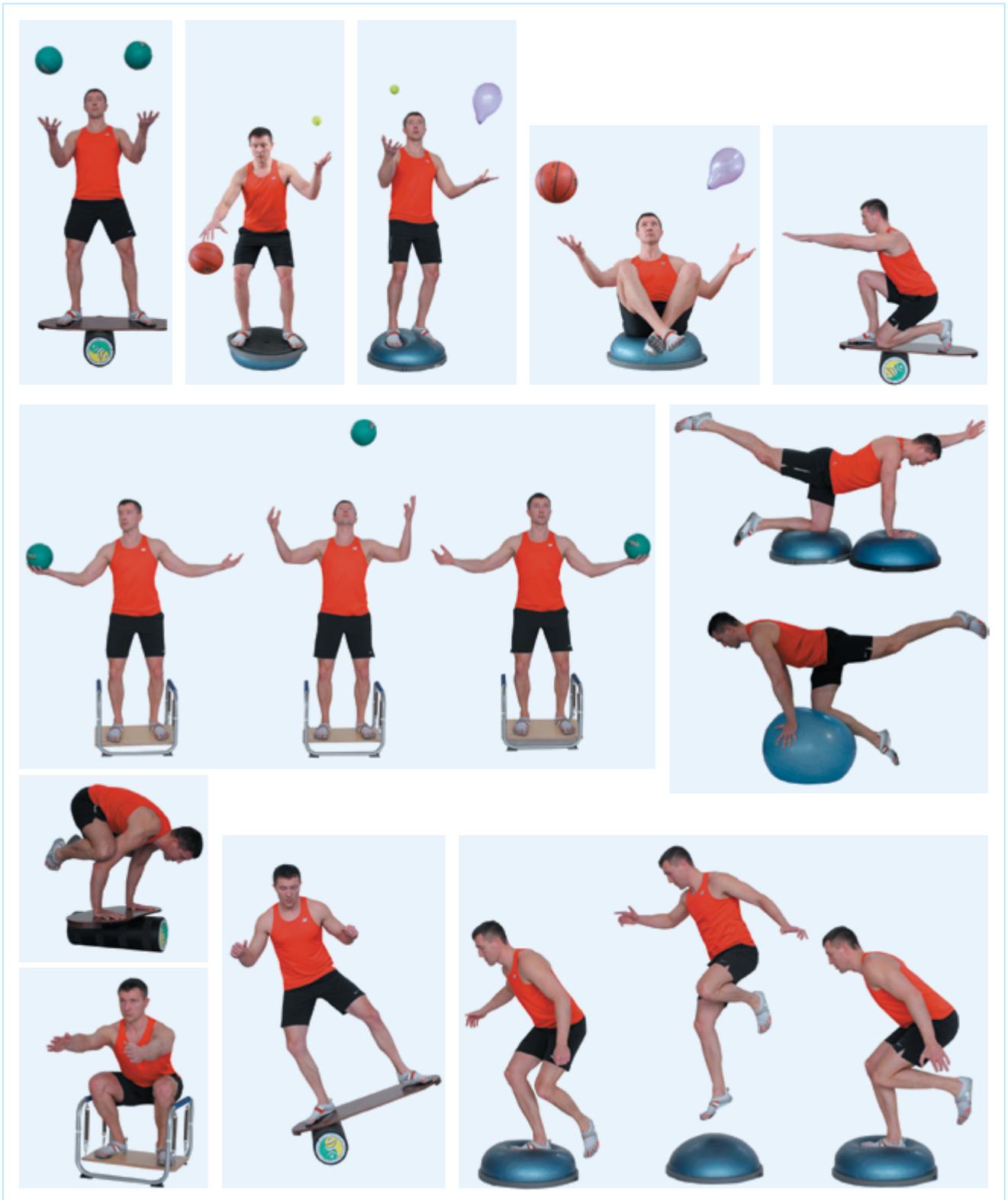


РИСУНОК 14.6 – Примеры общеподготовительных упражнений, требующих сохранения равновесия, находясь на неустойчивой опоре (платформе, мяче и др.)



РИСУНОК 14.7 – Упражнения с отягощениями, затрудняющими сохранение равновесия



РИСУНОК 14.7 – (окончание)

Ритмичность движений

Чувство ритма как способность точно воспроизводить и направленно изменять скоростно-силовые и пространственно-временные параметры движений в значительной мере предопределяет уровень спортивных достижений в любом виде спорта.

Особо важное место это чувство занимает в видах спорта, отличающихся сложной и предварительно детерминированной структурой соревновательной деятельности, — в гимнастике спортивной и художественной, легкоатлетических прыжках и метаниях, прыжках в воду, синхронном плавании, фигурном катании и др. Именно в этих видах мельчайшие отклонения от заданного ритма движений, выражающиеся в изменении направления, скорости, ускорения, точности прилагаемых усилий, чередования напряжения и расслабления мышц могут существенно влиять на эффективность соревновательной деятельности.

Обеспечение ритмичности движений прежде всего обуславливается эффективностью деятельности соматосенсорной системы (тактильная и проприоцептивная чувствительность) в тесной взаимосвязи с деятельностью зрительного и слухового анализаторов.

Особенности методики совершенствования. Специфичность чувства ритма, т. е. его органическая взаимосвязь с техникой выполнения конкретных движений, предопределяет состав средств и методов совершенствования данного вида координационных способностей, характерных для конкретного вида спорта.

При подборе упражнений и методики их использования основное внимание следует обращать на выработку рациональной последовательности и взаимосвязи различных элементов движений во всем многообразии их динамических и кинематических характеристик. В тренировочном процессе внимание спортсменов следует акцентировать не только на рациональном перемещении различных частей тела, но и на последовательности и величине развиваемых усилий, чередовании напряжения одних мышц и мышечных групп с расслаблением других.

При начальных этапах работы над совершенствованием ритма следует ориентироваться на простые упражнения, сложные двигательные действия следует разделять на отдельные элементы. При этом внимание спортсмена может концентрироваться как на комплексное восприятие, анализ и коррекцию различных характеристик движений (например, направление, скорость, ускорение, последовательность и величина развиваемых усилий и др.), так и на выборочное совершенствование отдельных параметров (например, переход к быстрому расслаблению мышечной группы после сокращения).

Совершенствованию чувства ритма способствует использование различного рода световых и звуковых сигналов, выполняющих роль ритмолидеров. Это могут быть простые сигналы (счет, удары в ладони) или сложные (музыкальное сопровождение программы выступления в фигурном катании, программное звуковое ритмолидирование в плавании, беге, велосипедном спорте, легкоатлетических прыжках и т. п.).

Эффективность формирования рационального ритма требует активной мобилизации психических процессов занимающихся. Действенной здесь оказывается идеомоторная тренировка, позволяющая спортсмену путём мысленного воспроизведения зрительных, слуховых, тактильных, проприоцептивных ощущений лучше усвоить рациональный ритм движений по показателям направления, скорости, развиваемых усилий, межмышечной координации и др. При этом необходимо ориентировать спортсмена на точное мысленное воспроизведение основных характеристик двигательных действий, а также концентрацию внимания на выполнение наиболее значимых конкретных элементов движений, их рациональную последовательность и взаимосвязь (Платонов, Булатова, 1995; Уэйнберг, Гоулд, 2001; Тропп и др., 2002).

Ориентирование в пространстве и во времени

Способность спортсмена к ориентированию определяется его умением оперативно оценить сложившуюся ситуацию в отношении пространственных и временных условий и отреагировать на нее рациональными действиями, обеспечивающими эффективное выполнение тренировочных или соревновательных упражнений.

В основе рационального ориентирования в пространстве и во времени лежит комплексная деятельность различных анализаторов, позволяющая оценить условия для выполнения тех или иных действий, осуществить выбор рационального двигательного решения и обеспечить его реализацию. Ведущую роль здесь играют зрительная и соматосенсорная системы. При этом, как отмечают Н. В. Цзен и Ю. В. Пахомов (1985), по способам ориентирования людей можно разделить на две категории: для одних решающее значение имеют зрительные ориентиры, для других — проприоцептивные реакции. Первые при мысленном выполнении действия опираются в основном на зритель-

ные представления, вторые — на двигательную память и воображаемые ощущения движений. Однако в спорте высших достижений задачи эффективного ориентирования всегда являются результатом совокупной деятельности анализаторов и двигательной (мышечной) памяти, что обеспечивает молниеносную оценку ситуации и реализацию двигательного действия.

Важное значение для совершенствования способности к ориентированию имеет тренировка произвольного внимания — умение выделить из всех многообразных раздражителей те, которые являются значимыми для ориентирования в конкретной ситуации. Способность держать в поле зрения большое количество значимых раздражителей, что особенно важно в спортивных играх, в значительной мере определяется объёмом внимания, т. е. шириной той сферы, на которую оно может быть одновременно распространено. Важна и способность быстро переводить внимание с одного раздражителя на другой, менять объём внимания, что отражает его подвижность (Уэйнберг, Гоулд, 2001; Brewer, 2009).

Когда ставится задача сосредоточить внимание на наиболее существенных раздражителях, следует помнить, что существуют два типа сосредоточения — напряжённый и расслабленный. Напряжённое сосредоточение связано с концентрацией внимания при выраженном психическом усилии, часто сопровождается нарушением дыхания, напряжением мимических мышц. Такой тип сосредоточения характерен для малоквалифицированных спортсменов или не работающих специально над совершенствованием внимания. Расслабленный тип, наоборот, связан со спокойной манерой поведения, расслабленной отрешённостью от посторонних раздражителей, естественным и спокойным выражением лица, мягким и устойчивым вниманием. Именно расслабленный тип сосредоточения внимания способствует тому, что сигналы анализаторов с большей лёгкостью перерабатываются и реализуются в эффективных двигательных действиях (Цзен, Пахомов, 1985).

Следует напомнить, что объём внимания, его подвижность и сосредоточенность могут быть существенно расширены путём как специальных психологических упражнений, так и разнообразной тренировочной и соревновательной деятельности. Необходимо учитывать, что чем выше уровень технико-тактической подготовленности спортсмена, его соревновательный опыт, знание партнёров и соперников, способность регулировать психическое состояние, расслаблять неработающие мышцы, уровень развития двигательных качеств в целом, тем эффективнее внимание и выше способность к рациональному ориентированию (Тропп и др., 2002).

Особенности методики совершенствования. В основу методики совершенствования способности к ориентированию должно быть положено выполнение заданий в усложнённых условиях. С этой целью упражнения выполняются при дефиците пространства, времени, при недостаточной или избыточной информации. Эффективными являются бег по сильно пересечённой местности, катание на горных лыжах, беговые упражнения с преодолением различных препятствий (стоек, барьеров, лабиринтов), разнообразные упражнения с мячами, разные виды спортивных единоборств, спортивные игры (особенно на малых площадках или с большим количеством игроков).

Действенны также разнообразные упражнения на достижение заданной двигательной деятельности: пробегание или прохождение заданного расстояния с закрытыми глазами; броски в баскетбольную корзину, выполняемые с закрытыми глазами; прыжки с поворотом на заданное количество градусов; упражнения на изокинетических силовых тренажёрах со строго заданными усилиями и оперативным контролем за результатами; проплывание или пробегание определённых дистанций за заданное время и др.

Специалисты (Spiteri et al., 2012, 2013) установили, что быстрота и эффективность двигательных действий при переходе к атаке слабо связаны с оперативной и эффективной деятельностью при

переходе к защите. Причина этого явления неизвестна. Полагают, что она кроется в особенностях деятельности головного мозга, специфике технико-тактического мастерства, избранной модели соревновательной деятельности. Однако вне зависимости от причин, обуславливающих эти различия, не вызывает сомнения необходимость повышения координационных способностей и развития ловкости избирательно по отношению к атакующим и защитным действиям.

Внутримышечная и межмышечная координация

В процессе двигательной деятельности мышцы и мышечные группы осуществляют разные функции. Одни обеспечивают выполнение движений и преодоление сопротивления за счёт произвольного напряжения. Деятельность других мышц направлена на сохранение устойчивости позы. Мышцы, не участвующие в работе, расслаблены, что создаёт условия для экономичного, свободного, с широкой амплитудой выполнения движений. При выполнении упражнений отмечается непрерывная смена степени напряжения и расслабления разных мышц и мышечных групп, быстрое чередование сложнейших композиций режимов деятельности разных мышц и их двигательных единиц.

Вполне естественно, что способность к управлению активностью мышц является исключительно важным видом координационных способностей. Различают внутримышечную и межмышечную координацию. Внутримышечная проявляется в объёме активированных двигательных единиц, последовательности их активации и частоте импульсации. Межмышечная определяется сбалансированной активностью агонистов, синергистов и антагонистов, соответствующей требованиям эффективного двигательного действия.

Оба вида координации проявляются в органической взаимосвязи и обуславливаются, с одной стороны, способностью к оптимальной активизации мышц, обеспечивающих заданную двигательную деятельность, а с другой — способностью к расслаблению мышц, не участвующих в работе.

Специфика видов спорта в значительной мере влияет на особенности внутримышечной и межмышечной координации. С этих позиций виды спорта можно разделить на две группы. К первой можно отнести те виды, в которых состав двигательных действий достаточно строго детерминирован программой соревновательной деятельности, — циклические виды спорта, тяжёлая атлетика, гимнастика спортивная, легкоатлетические метания и прыжки и др. Несмотря на то что эти виды спорта существенно различаются по координационной сложности и разнообразию движений, рациональная структура соревновательных действий в них предопределена заранее, что создаёт предпосылки для формирования автоматизмов мышечной активности, связанных с конкретными компонентами соревновательной деятельности с достаточно жестко детерминированными и строго прогнозируемыми составляющими их динамической и кинематической структуры. В одних видах соревновательной деятельности этих видов спорта оптимальная мышечная координация связана со способностью к минимально быстрой и предельно возможной активации агонистов, синергистов и стабилизаторов с минимизацией активности антагонистов (виды тяжёлой атлетики, легкоатлетические прыжки и метания, спринтерские виды, прыжки на лыжах с трамплина, бобслей и др.). Другие требуют экономной работы с вовлечением лишь необходимого объёма двигательных единиц агонистов и синергистов, строгой взаимозаменяемости и координации их активности, возможно допустимого расслабления антагонистов.

Вторая группа видов спорта (спортивные игры, единоборства, некоторые сложнокоординационные виды — парусный спорт, виды горнолыжного спорта и др.) связана с исключительной вариативностью двигательных действий, необходимостью формирования рациональных композиций

деятельности мышц в конкретных соревновательных ситуациях. Мышечная активность в этих видах во многом зависит от антиципации, быстроты реагирования, управления состоянием психики, способности к чередованию максимальной мышечной активности с расслаблением мышц, постоянного изменения характера двигательных действий, требующих преимущественной активации мышечных волокон различного типа и др.

Вопросы, связанные с максимально быстрой активацией мышц, вовлечением в работу максимального количества двигательных единиц агонистов и синергистов и их интенсивной импульсацией подробно затронуты в главах 7 и 11. Здесь же мы остановимся на таком важном для внутри- и межмышечной координации качестве как способность к расслаблению мышц.

Избыточная напряженность агонистов и синергистов, а также активность мышц-антагонистов негативно влияют на тренировочную и соревновательную деятельность в разных видах спорта, существенно снижают координированность движений, уменьшают их амплитуду, ограничивают проявление скоростных и силовых качеств, приводят к излишним энергетическим тратам, снижая экономичность работы и выносливость (Платонов, 2004; Gamble, 2013).

Напряженность мышц, которые не вовлечены в работу и должны быть расслаблены, может вызываться следующими группами факторов:

- биомеханическими, являющимися результатом возникновения реактивных сил при выполнении сложных в координационном отношении двигательных действий с большой амплитудой и скоростью;
- физиологическими, выражающимися в непроизвольном напряжении мышц вследствие иррадиации возбуждения в центральной нервной системе, а также деятельностью механорецепторов (мышечных веретен), препятствующей избыточному мышечному напряжению агонистов и синергистов;
- психолого-педагогическими, проявляющимися в закреплённости движений вследствие сложности задания, эмоционального возбуждения, в частности, желания выполнить движение с предельной мобилизацией функциональных возможностей, или слабости мышц, несущих нагрузку, когда спортсмен непроизвольно пытается компенсировать этот недостаток напряжением мышц, не имеющих отношения к выполнению данного движения;
- условиями среды, в которой выполняются двигательные действия (А. Тер-Ованесян, И. Тер-Ованесян, 1995).

Одной из существенных причин возникновения излишней напряженности мышц является утомление. Даже в стадии скрытого утомления, когда спортсмен поддерживает состояние высокой работоспособности, постепенно возрастает биоэлектрическая активность мышц, не участвующих в выполнении упражнения, — как реакция компенсации снижения функциональных возможностей мышц, несущих основную нагрузку. При наступлении явного утомления эта реакция становится ещё более выраженной, спортсмен часто утрачивает способность к эффективному произвольному расслаблению мышц, что отрицательно сказывается на форме и структуре движений (Моногаров, 1986).

Особенности методики совершенствования. Для совершенствования способности к произвольному расслаблению мышц необходимо применение разнообразных специальных упражнений, требующих максимального расслабления мышц, чередования их напряжения и расслабления, регулирования напряжения. В частности, эффективными оказываются разнообразные упражнения, требующие постепенного или резкого перехода от напряжения мышц к их расслаблению, упражнения, в которых напряжение одних мышц сопровождается максимальным расслаблением других (например, максимальное напряжение мышц правой руки при полном расслаблении левой, напряжение мышц верхнего плечевого пояса при расслаблении мышц лица и др.); упражнения, в которых требуется поддерживать движение по инерции расслабленной части тела за счёт движений других частей.

В системе спортивной подготовки широко распространены упражнения, в процессе выполнения которых спортсмен вводит элементы активного расслабления мышц, не принимающих основного участия в работе (например, во время длительного бега поднять руки, встряхнуть их и бросить расслабленные руки вниз). В качестве таких упражнений можно назвать и выполнение движений по инерции после достижения предельной скорости в беге, плавании, гребле; максимально быстрое расслабление мышц после окончания движения, требующего значительных усилий, — броска набивного мяча или гири из разных исходных положений (Лях, 1989).

Повышению эффективности упражнений, направленных на повышение способности к расслаблению мышц, помогают соответствующие методические приёмы:

- формирование у спортсменов установки на необходимость расслабления мышц, быстрый переход от напряжения к расслаблению;
- максимальное разнообразие методики выполнения упражнений — работа в широком диапазоне интенсивности, резкая смена интенсивности работы, применение упражнений различной продолжительности;
- выполнение упражнений с акцентом на расслабление мышц, в различных функциональных состояниях (устойчивое состояние, компенсируемое утомление, явное утомление);
- постоянный контроль за расслаблением мышц лица, что способствует снижению общей напряженности мышц.

К числу важнейших факторов, обуславливающих способности спортсмена к эффективному расслаблению мышц, относится эффективность психической регуляции работы мышц, толерантность к эмоциональному стрессу, оптимальная психическая напряженность во время занятий и соревнований.

Совершенствованию психической регуляции работы мышц способствует обучение спортсмена произвольному напряжению и расслаблению мышц и мышечных групп во всем диапазоне их активности — от предельного напряжения до полного расслабления. Постепенно у спортсмена возрастает способность точно дифференцировать усилия мышечных групп при выполнении различных упражнений, широко варьировать их активность. Постоянный двигательный и мысленный контроль за величиной развиваемых усилий и степенью мышечной активности исподволь приводит к тому, что спортсмен начинает запоминать, какие ощущения ассоциируются у него с различной степенью активности мышц вплоть до их полного расслабления, а соответствующие способности перемещаются на уровень мышечной памяти.

Следует помнить, что повышению способности к эффективному расслаблению мышц способствуют упражнения, выполняемые при невысокой психической напряженности. Этому благоприятствует выполнение хорошо освоенных упражнений, не требующее значительных психических напряжений. Если упражнения выполняются с партнёром, то действия должны быть взаимообусловленными, а неожиданных действий следует избегать. Эффективной является самостоятельная работа над техникой со зрительным контролем, с использованием зеркал, видеокамер.

Следует, однако, учитывать, что способность к эффективному расслаблению мышц спортсмен часто должен проявлять в условиях эмоционального стресса, сопровождающего ответственную соревновательную деятельность. Поэтому в тренировке квалифицированных спортсменов упражнения с акцентом на расслабление мышц должны выполняться и в затрудненных условиях — при действии сбивающих факторов (неожиданные сигналы, труднопредсказуемые действия партнёров и соперников), при лимите и дефиците пространства и времени (ограничение времени на выполнение тех или иных действий, выполнение заданий на уменьшенных стартовых площадках, в условиях скученности), в условиях утомления, использования соревновательного метода.

В качестве психорегулирующих средств эффективными являются идеомоторная и аутогенная тренировка.

Использование **идеомоторной тренировки** позволяет спортсмену осуществлять многократные мысленные представления мышечных ощущений, соответствующих различной степени напряжения мышц и их полной расслабленности. Мысленное воспроизведение движений с рациональным режимом напряжения и расслабления мышц на основе зрительной и кинестетической информации способствует формированию оптимального режима мышечной активности в строгом соответствии с динамической и пространственно-временной структурой двигательных действий.

Из системы **аутогенной тренировки** в практике широко используются формулы самовнушения, способствующие совершенствованию мышечной регуляции. Такие формулы, ориентированные как на расслабление всех мышечных групп, так и выборочное расслабление отдельных мышц и мышечных групп, несущих основную нагрузку в конкретном виде спорта, являются весьма полезными при подготовке спортсменов высокого класса. Особенно эффективным оказывается методический приём, когда команда на полное расслабление мышц следует непосредственно после принудительного напряжения мышц в условиях имитации основных технических приёмов конкретного вида спорта.

Изменение направления движения и двигательной программы

Способности к изменению направления движения и изменению характера двигательной программы в современном спорте реализуются как в условиях строго очерченной программы двигательных действий, хорошо изученной и отработанной, так и в постоянно изменяющихся, часто неожиданных условиях, с возникновением непредвиденных ситуаций, требующих оперативного восприятия, оценки и соответствующего двигательной реализации.

Во многих видах соревнований (легкоатлетические прыжки, плавание, прыжки на лыжах с трамплина, спортивная и художественная гимнастика, слалом, фристайл и др.) смена направлений движения или программы двигательных действий predetermined структурой соревновательной деятельности, а её эффективность определяется в основном техническим мастерством и физическими возможностями в реализации запланированной программы двигательных действий. Когда же речь идет о спортивных играх или единоборствах, то здесь техническое мастерство и физические возможности являются лишь основой, на которой может быть обеспечено эффективное изменение направления движения и двигательной программы.

Предварительно запланированная программа двигательных действий, требующая замедления движения, остановки, смены направления движения, ускорения, перехода от старта или поворота к циклической работе, по психо- и нейрорегуляторным, техническим и физическим составляющим существенно отличается от аналогичной программы, но реализуемой как реакция на внезапно возникнувший стимул (Nimphius, 2014).

Эффективные действия, требующие оперативного и неожиданного изменения движения (замедление, остановка, изменение направления, ускорение), во многом обуславливаются эффективностью антиципации, широтой и разнообразием моторной памяти, способностью к действиям в различном моторном поле, быстротой реакции и оценки ситуации. Исключительно важным является визуальное восприятие ситуации с анализом положения тела соперника, расположения партнёров и соперников, мяча и т. п. Важно следить за положением собственного тела — управление верхней частью тела, не допускающее движения по инерции; переориентация тела и бедер в новом направлении; снижение центра массы тела, ориентация коленей, бедер к туловищу и плечам для создания

оптимальной для смены направления движения линии действия силы; обеспечение движений рук, облегчающих движения ног и создающих условия для перемещения тела. Необходимо также использование эксцентрического стиля торможения, не допускающего «жесткого» торможения, обеспечение эффективного перехода от эксцентрической к концентрической работе (Shimokochi et al., 2013; Spiteri et al., 2014; DeWeese, Nimphius, 2016).

Предвидение ситуации, быстрота реакции, эффективная нейрорегуляция и обширная моторная память позволяют спортсменам высокого класса, обладающим этими качествами, замедлять движение, изменять его направление и ускоряться в течение 150–200 мс (DeWeese, Nimphius, 2016), т. е. в три-четыре раза быстрее чем людям, не занимающимся спортом.

Эффективность смены направления движения в большинстве случаев связана с быстрым переходом от эксцентрической к концентрической работе. Эта способность, обусловленная проявлением силы в двигательных действиях с выраженным плиометрическим компонентом, не зависит от уровня максимальной силы (Komi, 2003; Stone et al., 2007), а обусловлена способностью нервной системы к активации двигательных единиц мышц и использованию упругой энергии мышц и соединительной ткани, в основном, сухожилий (Biewener, 2003; Dietz, 2003; DeWeese, Nimphius, 2016). Здесь также очень важен эффективный переход от шага замедления движения, остановки и амортизационной фазы к шагу ускорения. Особое внимание должно быть обращено на сокращение амортизационной фазы — максимально быстрый переход от эксцентрической к концентрической работе, а также на стабильность пояснично-тазового комплекса (DeWeese, Nimphius, 2016). Не менее важно учитывать, что эффективность ускорения движений, их замедления, остановки, смены направления перемещений во многом обуславливается скоростно-силовыми возможностями. Однако каждый из этих элементов движений требует специфических проявлений силы, преимущественно проявляемой в концентрических, эксцентрических, изометрических, плиометрических или баллистических условиях.

Особенности методики совершенствования. При совершенствовании способностей к изменению направления движения и двигательной программы необходимо обеспечить максимальное разнообразие тренировочного процесса в плане использования упражнений общеподготовительного, вспомогательного и специального характера, требующих замедления движения, быстрой остановки, смены направления движения и ускорения, а также двигательных действий, принципиально различающихся по динамической и кинематической структур (см. видео 15, 32).

Однако это общее положение по характеру тренировочных средств по-разному реализуется в видах спорта со строго детерминированной структурой соревновательной деятельности (плавание, тяжелая атлетика, лёгкая атлетика, виды гребли, прыжки в воду, спортивная гимнастика и др.) и в видах ситуационного характера с исключительно вариативным, постоянно изменяющимся и часто неожиданным характером соревновательной деятельности (спортивные игры, единоборства, в определённой мере горнолыжный спорт, биатлон, лыжные гонки, современное пятиборье и др.).

В видах со строго регламентируемой структурой подбор средств ориентирован на выработку автоматизмов, характерных для запланированной модели соревновательной деятельности. Например, в плавании это резкое изменение двигательных программ — переход от старта к прохождению подводного отрезка, преодолеваемого за счёт движений туловища и ног. Затем переход к циклической работе на поверхности воды, далее переход к повороту, затем вновь подводный отрезок и циклическая работа. Аналогичная ситуация имеет место в спортивной и художественной гимнастике, прыжках в воду, прыжках на лыжах с трамплина, видах лёгкой атлетики и др. В этой связи весь состав тренировочных средств ориентирован на совершенствование как каждого из компонентов

соревновательной деятельности, так и на эффективность перехода от одной части двигательной программы к другой, т. е. обеспечение интегральной подготовленности, в которой эффективность переходов является не менее важной составляющей, чем сами компоненты соревновательной деятельности (Платонов, 2011).

Иное дело с методикой изменения направления движения и двигательных программ в видах с изменяющимся характером соревновательной деятельности, возникновением неожиданных ситуаций, требующих быстрого и адекватного реагирования. Здесь важно обеспечить не только освоение огромного объёма двигательных действий до различного уровня автоматизации с максимально широким объёмом мышечной памяти, но и постоянное создание в тренировочном процессе неожиданных ситуаций, требующих предвидения, быстроты реагирования, нестандартных решений, выполнения движений и действий на подсознательном уровне, опирающемся на мышечную память (Nimphius, 2014).

Общие положения методики и основные средства повышения ловкости и координационных способностей

В основе методики совершенствования координированности движений лежит максимально разнообразное техническое совершенствование спортсменов, основанное на использовании широкого круга общеподготовительных, вспомогательных, специально-подготовительных и соревновательных упражнений в условиях дефицита времени и пространства, резкой смены направления и характера движений, исключения деятельности зрительного и слухового анализаторов, действия всякого рода неожиданных факторов внешней среды. Необходимо обеспечивать разнообразие тренировочных программ в отношении распознавания и идентификации визуальных, слуховых, кинестетических сигналов и образов, характерных для конкретного вида спорта (Jalilvand, 2019). Важно и то, чтобы в тренировке техническое совершенствование тесно увязывалось с необходимостью решения конкретных тактических задач, что особенно существенно для спортивных игр и единоборств, а также с развитием различных двигательных качеств.

В качестве примера ниже приведены видеоматериалы с комплексами упражнений для преимущественного развития координации и ловкости.

-  **ВИДЕО 18** **Комплекс упражнений для развития координации, ловкости и скорости**
-  **ВИДЕО 19** **Комплекс упражнений для развития ловкости, координации и скорости**
-  **ВИДЕО 20** **Комплекс упражнений для развития координации и ловкости**

В условиях тренировочной и соревновательной деятельности ловкость, координация, разные виды координационных способностей обычно проявляются как в тесном взаимодействии друг с другом, так и с другими двигательными качествами (скоростными способностями, силовыми способностями, выносливостью, гибкостью), а также с различными сторонами подготовленности — технической, тактической, психической.

Развитие как координации, так и ловкости должно предполагать использование средств и методов, требующих от спортсменов высокой степени мобилизации перцептивных, когнитивных, технических, психоэмоциональных и физических возможностей. Как излишне лёгкие, так и неадекватные по сложности возможностям спортсменов тренировочные программы не принесут эффекта. Не менее важно определить и ту грань, за которой двигательные действия, освоенные в закрытом режиме, должны проявляться в открытом режиме в усложненных как познавательных, так и исполнительных условиях.

В связи с этим, если развитие различных физических качеств, совершенствование техники, тактики или психологическая подготовка осуществляются путём использования более или менее сложных в координационном отношении упражнений, то параллельно совершенствуются и разные виды координационных способностей. В свою очередь, направленное совершенствование, например способности к произвольному расслаблению мышц, прямо или косвенно благоприятствует повышению экономичности работы и выносливости, совершенствованию спортивной техники, а работа над координированностью движений, способностью ориентирования в пространстве расширяет технико-тактический арсенал спортсмена и т. д.

Развитие ловкости у спортсменов высокой квалификации, в отличие от юных спортсменов, требует большого объёма специфического материала, в котором моделируются условия, характерные для соревновательной деятельности в конкретном виде спорта, а также создаются специальные условия для проявления и развития индивидуальных задатков, определённых в модели соревновательной деятельности спортсмена (Gillett, 2019).

При выполнении тренировочных заданий или тестов, связанных с проявлением ловкости, внимание спортсмена должно концентрироваться на внешние характеристики, отражающие конечную результативность, а не на внутренние, связанные с деталями техники — положение тела и его частей, мышечные ощущения. Лишь при такой установке результативность обеспечивается реализацией накопленной двигательной памяти, множества развитых автоматизмов и нервно-мышечных путей, отвлечением от частных деталей, непринуждённостью и уверенностью (Swann et al., 2012). Массив навыков и умений, приобретенных в результате технического совершенствования, включая развитие различных видов координационных способностей, с ориентацией на многочисленные детали движений, внутренние реакции, ощущения и восприятия является основой для проявления и развития ловкости.

Особой проблемой методики подготовки, направленной на развитие ловкости и координации, является сбалансированная деятельность спортсменов, объединённых общекомандной целью и сотрудничающих в её достижении. Такая координация особо важна как в видах спорта со строгой детерминацией движений (например, в артистическом плавании), так и в видах с их вариативностью и ситуационной изменчивостью (спортивные игры). Специфические требования к координации вызывает и взаимодействие с людьми, находящимися в состоянии противоборства, что характерно для спортивных единоборств. Естественно, что психоэмоциональная установка спортсменов, как в одном, так и другом случае, должна сопровождаться использованием соответствующих методов и средств, содержанием тренировочного процесса.

Развитие координации деятельности спортсменов в игровых видах спорта оказывается наиболее эффективным в случае, когда тренировочная и соревновательная деятельность сопровождается интенсивной слуховой и зрительной информацией между игроками. В спортивных единоборствах, индивидуальных игровых видах развитие координации взаимодействия соревнующихся спортсменов связано с активным использованием информации визуального характера.

Концентрация в отдельных тренировочных занятиях комплексов упражнений, направленных на развитие ловкости, при общем объёме работы до 30–45 мин, может обеспечить развитие этого

качества при двух занятиях в неделю. Такой объём представляется достаточным с учётом того, что тренировочные программы иной направленности, особенно игровой, также способствуют развитию этого качества (Gillett, 2019).

При планировании работы, направленной на повышение координационных способностей, необходимо учитывать следующие компоненты нагрузки: направленность, характер и сложность движений, интенсивность работы, продолжительность отдельного упражнения (подхода, задания), количество повторений одного упражнения (подхода, задания), продолжительность и характер пауз между упражнениями (подходами, заданиями). Необходимо также руководствоваться различными методическими приёмами, способствующими развитию ловкости и координации (табл. 14.1).

Многие специалисты считают, что совершенствование координированности должно осуществляться в условиях отсутствия утомления, когда спортсмен в наилучшей мере способен контролировать и регулировать свою двигательную деятельность. Если качество выполнения и результативность упражнений ухудшаются вследствие утомления, такая тренировка оценивается как нерезультативная (Barber, 2019; Jeffreys, 2019). Однако эти рекомендации правомерны лишь в отношении юных спортсменов, находящихся на начальных этапах спортивного совершенствования. Что же касается спортсменов высокого класса, то для них методика должна предусматривать выполнение упражнений высокой координационной сложности в самых различных функциональных состояниях (от устойчивого состояния до тяжелых проявлений явного утомления) и при различных условиях внеш-

ТАБЛИЦА 14.1 – Методические приёмы, способствующие повышению координации (Пехтль, 1971)

Методический приём	Пример
Необычные исходные положения для выполнения упражнений	Прыжки в длину или глубину из положения стоя спиной к направлению прыжка
«Зеркальное» выполнение упражнения	Метание диска слабой рукой Боксирование в правосторонней (непривычной) стойке Выполнение комбинаций гимнастических упражнений «в обратную сторону» (в обратном порядке)
Изменение скорости или темпа движений	Выполнение комбинаций упражнений в ускоренном темпе
Изменение пространственных границ, в пределах которых выполняется упражнение	Уменьшение игрового поля – в футболе, гандболе, волейболе и т.д.
Изменение способа выполнения упражнений	Выполнение прыжка в длину, вперед, назад, в сторону, на одной ноге, на двух ногах и т.д.
Усложнение упражнений посредством добавочных движений	Выполнение опорного прыжка через гимнастические снаряды с добавочным поворотом перед приземлением Метание диска, молота, набивного мяча со многими поворотами
Комбинирование упражнений, в том числе и без предварительной подготовки	Применение новой техники в соединении с ранее изученными приёмами Выполнение гимнастических комбинаций «с листа»
Изменение противодействия упражняющихся (в игровых видах спорта и единоборствах)	Применение различных тактических игровых комбинаций Проведение игры или поединка (бокс, фехтование, борьба) с различными соперниками
Создание непривычных условий выполнения упражнений, используя естественные особенности места занятий, а также применяя специальные снаряды и устройства	Проведение беговых упражнений по сильно пересечённой местности Усложнение трассы слалома Гребля на воде с бурным течением Применение снарядов различной массы при ветре Использование разных покрытий, грунтов (бетон, трава, паркет, гаревое покрытие, тартан и др.) Гимнастические упражнения на различных снарядах и др.

ней среды — от комфортных до исключительно сложных. Другое дело — последовательность развития ловкости в различных состояниях. Здесь упражнения, направленные на развитие ловкости и выполняемые в условиях высокой работоспособности и полного восстановления, должны преимущественно использоваться на базовых этапах подготовки, а выполняемые в условиях различной степени утомления, — на специальных (Платонов, 2019).

Средства координационной подготовки. Важнейшим при подборе упражнений, направленных на повышение координационных способностей, является:

- разнообразие упражнений по динамической и кинематической структуре движений;
- соответствие средств возрастным особенностям спортсменов, уровню их подготовленности и этапу многолетней подготовки;
- широкое использование упражнений, в которых сочетаются различные режимы работы мышц, — изометрический, концентрический, эксцентрический и, особенно, баллистический и плиометрический;
- постоянная ориентация на ощущения и восприятия основных характеристик движений, их сопоставление с данными объективного контроля и соответствующая коррекция.

Не менее важна ориентация тренировочного процесса на устранение ограничений, лимитирующих координационные способности. Эти ограничения могут быть сведены к нескольким группам:

- когнитивные (познавательные) — способности к восприятию и переработке информации;
- физические — особенности телосложения, уровень возрастного развития, уровень развития двигательных качеств;
- технические — двигательные умения и навыки, их объём и вариативность, способность к выбору двигательного решения;
- ограничения внешней среды — дефицит времени, пространства, действия партнёров и соперников, погодные условия, состояние поверхности залов, стадионов, трасс и др. (Jeffreys, 2014).

Средства, направленные на развитие разных видов координационных способностей, могут носить открытый и закрытый характер. **Открытые средства** предполагают разного рода упражнения, предъявляющие высокие требования к тому или иному виду координационных способностей или их интегральному проявлению, однако выполняемые по заранее известной и проанализированной программе. Такие средства не требуют проявления сложных двигательных реакций, пространственно-временных антиципаций, характерных для действий в условиях неожиданных, труднопредсказуемых и быстро меняющихся ситуаций, однако требуют быстроты и координированности двигательных действий. Примеры таких упражнений, построенных на материале бега и прыжков, представлены на рисунке 14.8 и видео 14, 15. Эти упражнения исключительно эффективны для развития быстроты движений ног в ограниченном пространстве и в разных направлениях, что исключительно важно в игровых видах спорта — футболе, баскетболе, волейболе, теннисе и др. (Hoffman, 2012).

К **закрытым средствам** относятся те, которые построены не только на материале сложных в координационном отношении действий, но и на моделировании разного рода непредсказуемых ситуаций, предъявляющих высокие требования к скорости реагирования, интуиции, предвосхищению. Открытый характер носят средства координационной подготовки, используемые на материале соревновательной деятельности в спортивных играх и единоборствах. Известно, что спортсмены, специализирующиеся, например, в теннисе, разных видах борьбы или боксе и имеющие возможность тренироваться со многими спарринг-партнёрами, добиваются значительно большего прогресса в разных проявлениях координационных способностей по сравнению с теми спортсменами, у которых количество таких партнёров ограничено. В таких случаях управление движениями

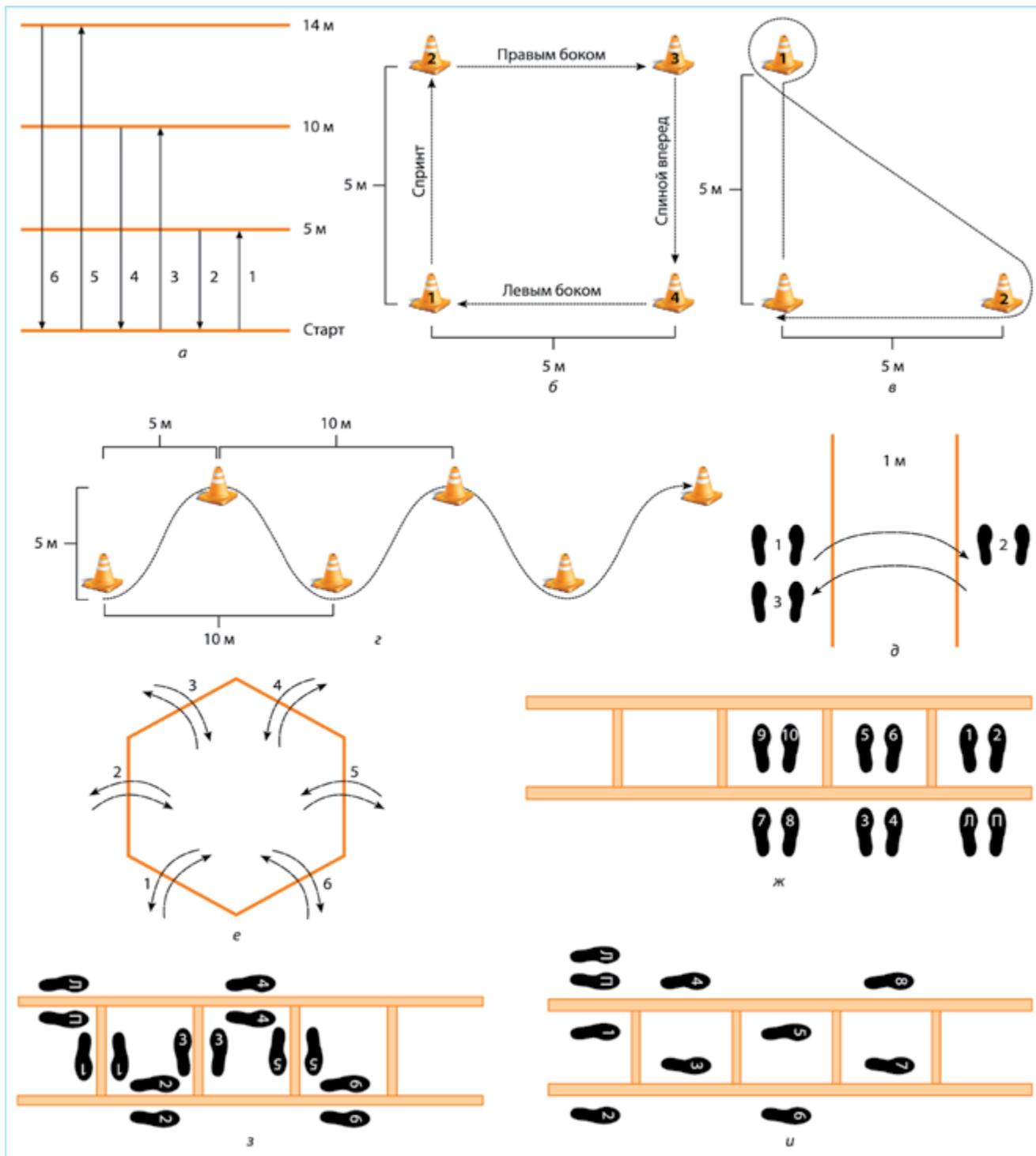


РИСУНОК 14.8 – Примеры упражнений открытого характера: а – челночный бег (специальный тест для баскетболистов); б – бег по периметру квадрата приставным шагом левым и правым боком, спиной вперед; в – бег по диагонали с обеганием фишек; г – зигзагообразный бег; д – прыжки в сторону через препятствие; е – прыжки в шестиугольнике; ж – прыжки через разметку двумя ногами; з – прыжки через разметку со сменой положения тела на 180 град. (ноги вместе); и – прыжки через разметку (ноги врозь) (Hoffman, 2012)

происходит на подсознательном уровне, формируя в каждом конкретном случае двигательный ответ, отвечающий конкретной ситуации. В его основе как массив двигательной памяти, накопленный тренировкой в закрытом режиме и сопровождающей её разноплановой двигательной активностью, так и комплекс способностей, отражающих способность к восприятию и обработке совокупности внешних сигналов и формирование на их основе адекватных действий.

Принципиальной особенностью тренировки в закрытом режиме является её ориентация на внутреннюю среду — сосредоточение внимания на положении тела, движениях рук и ног, восприятию пространственных, временных и динамических характеристик движений и др. Открытый режим, напротив, в основном ориентирован на внешние критерии — результат движений и двигательных действий, обеспеченный автоматизмами, накопленными при использовании тренировки в закрытом режиме и предшествовавшего двигательного опыта.

Тренировочный эффект применения закрытых и открытых средств является относительно независимым. Повышение уровня координационных способностей, обеспеченное использованием закрытых средств, не проявляется в действиях с открытым характером (Little, Williams, 2006; Sheppard, Young, 2006).

Развитие координации и ловкости применительно к требованиям вида спорта предполагает последовательное расширение массива двигательной активности с использованием открытых и закрытых средств:

- изучение отдельных элементов движений в закрытом режиме;
- объединение отдельных элементов движений в закрытом режиме;
- объединение различных движений в двигательных действиях в закрытом режиме;
- проявление освоенных движений, их элементов и двигательных действий в открытом режиме;
- проявление освоенных движений, их элементов и двигательных действий в процессе моделирования соревновательной деятельности в открытом режиме;
- реализация освоенных движений, их элементов и двигательных действий в вариативных и неожиданных ситуациях реальной соревновательной деятельности (Jeffreys, 2019).

Естественно, что тренировка в закрытом режиме характерна для юных спортсменов, не владеющих арсеналом технических приёмов, а также при изучении новых приёмов и двигательных действий спортсменами любой квалификации. Тренировка в открытом режиме ориентирована на прикладные аспекты, связанные с результативностью деятельности в неожиданных ситуациях, развитием ловкости и обеспечением адекватности двигательных действий в постоянно изменяющихся условиях внешней среды.

Важно также отметить, что развитие координации связано с использованием средств закрытого типа, когда спортсменом хорошо осознаны особенности тренировочных программ, находятся под постоянным контролем движения и двигательные действия. И только на основе достаточного уровня развития координационных способностей, приобретенного применением закрытого материала, спортсмену предлагаются программы открытого типа, требующие принятия двигательных решений в неожиданных условиях.

Сложность движений. При совершенствовании координационных способностей применяются упражнения разной степени сложности: от относительно простых, стимулирующих деятельность анализаторов, нервно-мышечного аппарата и готовящих организм к более сложным движениям, до сложнейших, требующих полной мобилизации функциональных возможностей спортсменов, в условиях ограничения времени и пространства, жёсткого противостояния соперников и т. п.

Процесс совершенствования разных видов координационных способностей протекает наиболее эффективно, когда движения отличаются достаточно высокой сложностью и колеблются в диапазо-

не 85–95 % максимального уровня, т. е. того уровня, превышение которого не позволяет спортсмену справляться с заданиями (сохранять равновесие или чувство ритма, ориентироваться в пространстве и др.). Когда движения выполняются с такой степенью сложности, то к функциональным системам организма спортсмена предъявляются достаточно высокие требования, стимулирующие реакции адаптации – основу прироста координационных способностей, но при этом они не приводят к быстрому утомлению и снижению способности спортсменов к эффективной работе. В этом случае обеспечивается выполнение достаточно большого суммарного объёма работы, способствующей совершенствованию координационных способностей, а также создаются оптимальные условия для восприятия и переработки информации, деятельности анализаторов, нервно-мышечной регуляции и др.

Задания относительно невысокой (40–60 % максимального уровня) и умеренной (60–85 % максимального уровня) координационной сложности достаточно эффективны для подготовки юных спортсменов. У спортсменов высокой квалификации они могут найти применение в начале тренировочного сезона, а также при проведении разминки или в занятиях с малыми нагрузками восстановительного характера.

Определённое место в системе подготовки квалифицированных спортсменов занимают занятия околопредельной (95–97 % максимального уровня) и предельной сложности. Однако объём такой работы должен быть относительно невелик – 10–15 % общего объёма тренировочной работы, способствующей приросту координационных способностей. При этом половина этой работы приходится на выполнение специально-подготовительных, а половина – соревновательных упражнений, выполняемых в условиях соревнований различного уровня.

В общем объёме годичной работы, стимулирующей проявление и развитие координационных способностей спортсменов высокой квалификации, примерное соотношение заданий различной степени сложности может выглядеть следующим образом: задания невысокой сложности – 5–10 %, задания умеренной сложности – 30–40, задания высокой сложности – 40–50, задания околопредельной и предельной сложности – 10–15 %.

Уровень развития ловкости спортсменов находится в прямой зависимости от разнообразия тренировочной среды в отношении всякого рода неожиданных стимулов. Именно изменчивость и непредсказуемость тренировочной среды мобилизует перцептивно-познавательные способности спортсменов, поиск и реализацию эффективных двигательных режимов. В качестве внешних стимулов могут использоваться звуковые и световые сигналы, голосовые команды, размещение ориентиров и препятствий, действия партнёров и др. (Williams, Ward, 2003). Чем разнообразнее стимулы и хаотичнее внешняя среда, тем более высокие требования предъявляются к когнитивным и перцептивно-познавательным способностям спортсменов, развитию у них способности к эффективным ответным движениям и двигательным действиям нередко ещё до появления стимула. В результате применяются двигательные решения, далекие от оптимальной техники, однако результативные в конкретной ситуации (Spiteri, Sheppard, 2019). Большой тренировочный и соревновательный опыт позволяет спортсменам распознавать грядущие стимулы и оптимизировать свое состояние, чтобы занять более целесообразное положение тела, активировать необходимые для последующего действия мышечные группы, способствуя результативности двигательного действия и профилактике травм.

Интенсивность работы. В отношении самых разнообразных упражнений и заданий, способствующих приросту координационных способностей, имеется общая тенденция: невысокая интенсивность работы на начальных этапах совершенствования данного качества применительно к конкретным двигательным действиям, постепенное повышение интенсивности по мере расширения технико-тактических возможностей спортсмена и, наконец, использование околопредельной и предельной

интенсивности, особенно когда речь идет о совершенствовании координационных способностей в непосредственной взаимосвязи с достижением высоких результатов в соревновательной деятельности.

Следует всегда помнить, что у спортсменов высокой квалификации процесс совершенствования координационных способностей органически увязан с решением задач технико-тактического совершенствования, с развитием скоростно-силовых способностей, выносливости в условиях специфических тренировочных и соревновательных нагрузок. Поэтому и интенсивность работы в значительной мере определяется необходимостью комплексного решения задач специальной подготовки спортсмена в конкретном виде спорта. Например, если у юных спортсменов способность к произвольному расслаблению мышц наилучшим образом совершенствуется в условиях простых движений, без напряжения, с длительной концентрацией внимания на расслаблении тех или иных мышечных групп и т. д., то у спортсменов высокого класса работа строится по-иному. Например, при подготовке гимнастов, борцов или метателей высокого класса установка на расслабление мышц, не вовлечённых в работу, реализуется, прежде всего, во время основных специально-подготовительных, а также соревновательных упражнений, выполняемых с околопредельной и предельной интенсивностью (Платонов, 2019).

Юные спортсмены, специализирующиеся в спортивных играх, развивают координационные способности, используя разнообразные несложные эстафеты с мячом и без мяча, броски мяча на точность, простые упражнения с мячом в парах и группах, на месте и в движении и т. п. При выполнении упражнений следует стремиться к высокой интенсивности работы, однако она ограничивается техническими возможностями спортсменов. Не следует стремиться к выполнению упражнений с максимальной интенсивностью при нарушении рациональной структуры движений и двигательных действий. Интенсивность выполнения упражнений должна возрастать параллельно с ростом технического мастерства, уровня физической подготовленности, в том числе и координационных способностей.

В спорте высших достижений ситуация принципиально иная: большой объём работы, направленной на совершенствование координационных способностей, связан с решением сложнейших технико-тактических задач в условиях дефицита пространства и времени, противодействия квалифицированных соперников, взаимодействия с партнёрами, обеспечивающими высокий темп игры, созданием сложных неожиданных ситуаций, требующих предельного проявления координационных способностей. Даже выполнение таких индивидуальных заданий, как, например, отработка бросков в корзину из неудобных положений — в баскетболе; отработка разнообразных бросков в непосредственной близости от ворот — в хоккее с шайбой; прорывы с мячом к воротам, преодолевая сопротивление защитников, — в футболе и др., требует работы с предельной или околопредельной интенсивностью.

Продолжительность отдельного упражнения. В процессе совершенствования координационных способностей продолжительность непрерывной работы в отдельном упражнении зависит от характера упражнения, интенсивности работы, квалификации спортсмена, условий выполнения. Если состав двигательных действий, интенсивность работы могут быть строго детерминированы (например, сохранение равновесия на одной ноге, бег с препятствиями на конкретную дистанцию, прыжки с поворотами на заданное количество градусов и др.), то продолжительность непрерывной работы определяется четко и обычно составляет 10–20 с. Такая продолжительность позволяет обеспечивать высокоэффективный контроль за качеством работы, так как упражнение завершается до наступления утомления. Достаточно точно может быть спланирована продолжительность работы при выполнении специально-подготовительных и соревновательных упражнений в скоростно-силовых и циклических видах спорта, отдельных сложнокоординационных видах (например, в гимнасти-

ке спортивной, прыжках в воду и др.), в которых состав действий и их продолжительность могут быть заранее определены. Продолжительность непрерывной работы здесь может колебаться от долей секунды или нескольких секунд (сальто в акробатике, метание молота, старт в беге или плавании) до нескольких минут (проплавание или пробегание заданных дистанций с контролем темпа, времени, развиваемых усилий).

Когда совершенствование координационных способностей осуществляется в условиях реальной соревновательной деятельности в единоборствах или спортивных играх, то заранее спланировать продолжительность работы в каждом действии практически невозможно (как и характер упражнений и интенсивность работы) и она обычно колеблется от долей секунды до нескольких секунд.

Продолжительность работы зависит также от поставленной задачи. Если упражнение должно способствовать освоению сложного в координационном отношении движения или действия, то продолжительность упражнения обуславливается необходимостью работы в устойчивом состоянии, до развития утомления и, естественно, она невелика. Когда же развивается способность к проявлению высокого уровня координационных возможностей в условиях утомления, характерного для соревновательной деятельности, то продолжительность работы может быть значительно увеличена.

Количество повторений одного упражнения. Совершенствование координационных способностей связано с использованием исключительного многообразия упражнений и двигательных действий, производимых в условиях работы различной продолжительности и интенсивности. Одни из них могут многократно повторяться, другие — являются результатом реакции на неожиданную ситуацию и в чистом виде их воспроизвести невозможно. Все эти факторы не могут не сказаться на количестве повторений одного упражнения.

При непродолжительной работе в каждом упражнении (до 5 с) количество повторений может быть достаточно большим — до 6—8. При более продолжительных заданиях количество повторений пропорционально уменьшается и может не превышать 2—3. В этом случае удается сохранить высокую активность занимающихся и их интерес к конкретному заданию и одновременно обеспечить достаточно большое суммарное воздействие на функциональные системы организма и механизмы, несущие основную нагрузку при проявлении конкретного вида координационных способностей (Barber, 2019; Stephenson, 2019).

Если возникнет необходимость совершенствовать координационные способности в условиях утомления, то количество повторений упражнения обычно существенно возрастает: до 15—20 — при выполнении кратковременных и до 4—6 и более — при выполнении продолжительных заданий. Количество повторений также определяется программой тренировочного занятия, его конкретными задачами. При комплексном совершенствовании разных видов координационных способностей, что требует применения большого количества разнообразных упражнений, количество повторений каждого упражнения обычно невелико — не более 2—3. Когда же осуществляется углубленное совершенствование одного из видов координационных способностей применительно к конкретной двигательной задаче, то количество повторений упражнений может возрасти в 3—5 раз.

Продолжительность и характер пауз между упражнениями. Обычно паузы между отдельными упражнениями достаточно велики (от 1 до 2—3 мин) и должны обеспечивать восстановление работоспособности, а также психологическую настройку занимающихся на эффективное выполнение очередного задания (Barber, 2019). В отдельных случаях, когда ставится задача выполнения работы в условиях утомления, паузы могут быть существенно сокращены (иногда до 10—15 с), что обеспечивает выполнение работы в условиях прогрессирующего утомления.

Некоторые специалисты при определении режима работы и отдыха рекомендуют использовать соотношение от 1:4 до 1:20. Например, если продолжительность упражнений составляет 15 с, то продолжительность пауз между ними может колебаться в пределах 1–5 мин (Brown, Khamoui, 2012).

По характеру отдых между упражнениями может быть активным или пассивным. В случае активного отдыха паузы заполняются малоинтенсивной работой. Иногда в паузах отдыха используется массаж и самомассаж, идеомоторные и аутогенные воздействия.

Упражнения в программах занятий, микро- и мезоциклов. Количество упражнений в этих структурных образованиях, как и их подбор и интенсивность, режим работы и отдыха могут колебаться в исключительно широких пределах и определяются многими факторами – спецификой вида спорта, этапом многолетней подготовки и периодом годичной, индивидуальными особенностями спортсменов и др. Однако наиболее общие рекомендации применительно к подготовке квалифицированных спортсменов можно свести к следующим:

- общее количество упражнений, направленных на развитие разных видов координационных способностей, в каждом 3–5-недельном мезоцикле – 25–30; в недельном микроцикле количество упражнений – 12–15;
- упражнения в микроцикле или занятии могут быть в равной мере направлены на развитие всех основных видов координационных способностей или на преимущественное развитие в 1–3 видах;
- продолжительность каждого из упражнений зависит от его направленности и условий применения (стандартные, вариативные) и может колебаться от 1–2 до 15–20 с и более;
- в программе каждого из занятий, в которых ставится задача повышения координационных способностей, может быть 5–8 различных упражнений;
- каждое из упражнений, входящих в программу микроцикла, следует использовать в 2–3 занятиях; количество повторений отдельных упражнений в занятии зависит от задач и особенностей построения занятий и может колебаться от 1–2 до 8–12 и даже 15–20;
- с целью повышения качественных характеристик упражнения могут объединяться в серии (3–4 повторения), количество серий – 3–4;
- упражнения координационной направленности следует включать в заключительную часть разминки, а также в виде отдельных частей занятий комплексной направленности, выделяя для этих упражнений от 10–15 до 30–40 мин;
- следует стремиться к выполнению упражнений с достаточно высокой интенсивностью, однако если это не входит в противоречие с техникой; если же имеет место нарушение рациональной структуры движений, то интенсивность должна быть снижена;
- паузы отдыха между упражнениями во всех случаях, когда речь идет о развитии координационных способностей, должны быть продолжительны, обеспечивать восстановление работоспособности и в большинстве случаев составлять 2–3 мин, между сериями – 4–5 мин;
- повышение способности к реализации координационных способностей в состоянии утомления обеспечивается двумя путями – увеличением количества повторений в каждом подходе и сокращением пауз между упражнениями.

Использовать в тренировочных занятиях средства, направленные на повышение координационных способностей, следует после разносторонней разминки в начале занятий, когда отсутствуют признаки утомления. Однако это не означает, что такие упражнения не следует использовать в условиях утомления, в том числе и явного. Однако в этом случае ставится задача повышения способностей спортсмена к реализации координационных способностей в различных функцио-

нальных состояниях, в том числе и тяжелого утомления. Однако следует учитывать, что высокоскоростная работа, требующая быстроты реакции, замедления, остановки, смены направления движения, последующего ускорения, в условиях утомления резко повышает вероятность травм (Greig, 2009).

Тестирование ловкости и координации

При формировании подхода к оценке способности спортсмена к эффективным двигательным действиям высокой координационной сложности и в изменяющихся ситуациях прежде всего необходимо разделить такие понятия, как ловкость и координация, что далеко не всегда делается в специальной литературе и спортивной практике. Под ловкостью следует понимать способность к рациональному и точному, находчивому и экономичному решению двигательных задач в сложных, неожиданных и трудно предсказуемых ситуациях. Именно наличие неожиданности и свойства находчивости обуславливают специфику проявления этого качества и методики его тестирования. Что же касается эффективных двигательных действий, выполняемых в различных, даже самых сложных, однако хорошо известных условиях, не отличающихся неожиданностью и непредсказуемостью, то здесь следует пользоваться таким термином, как координация. Несмотря на то что в большинстве случаев, характерных для соревновательной деятельности в разных видах спорта, ловкость и координация проявляются в постоянном взаимодействии и единстве, а оба эти качества предусматривают способность спортсмена к двигательным действиям со сложной и изменяющейся динамической и кинематической структурой с использованием технико-тактического, физического, психологического потенциала, способы их тестирования следует разделять в связи с отсутствием или наличием фактора неожиданности (Бернштейн, 1991; Нікітенко, 2019).

Для оценки координации используются двигательные программы высокой координационной сложности, предъявляющие требования к нейрорегуляторным и исполнительным системам, однако с известным содержанием и предварительной апробацией. Результат тестирования в таких случаях определяется скоростью двигательных действий, их техническим освоением, скоростно-силовыми возможностями (Williams et al., 2014). Когда же речь идет о ловкости, то результативность тестирования зависит не только от технического и скоростно-силового потенциала, но и от перцептивно-визуальных возможностей спортсмена, ситуативных знаний и опыта, способностей к антиципации, распознаванию образов (Lockie, 2019).

Различия между ловкостью и координацией носят принципиальный характер, что легко демонстрируется уже одним тем фактом, согласно которому при выполнении стандартных тестов известного содержания между квалифицированными спортсменами и спортсменами международного класса не обнаруживается существенных различий. Когда же тесты содержат элемент неожиданности, то спортсмены высшей квалификации демонстрируют явное преимущество (Veale et al., 2010; Henry et al., 2011).

Информативность тестов, направленных на развитие ловкости, зависит от ряда факторов нейрорегуляторного и психорегуляторного характера, объема двигательной памяти, силовых и скоростных возможностей спортсмена. Большое значение имеет и рациональная техника двигательных действий, включаемых в программы тестов (Dos'Santos et al., 2017; Nimphius et al., 2018). Поэтому при подборе текстов, стандартизации условий их выполнения следует учитывать зависимость ловкости от познавательных, физических и технических возможностей спортсменов. Особое вни-

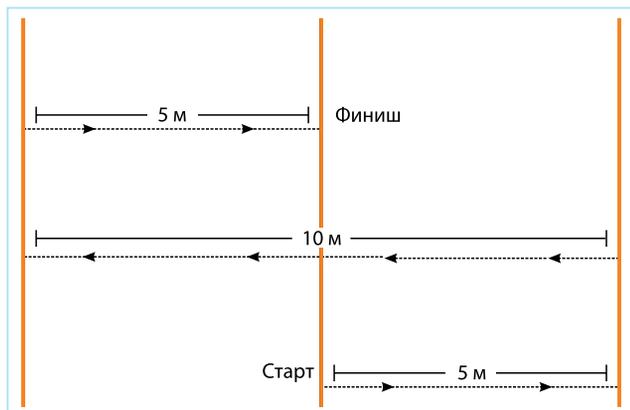


РИСУНОК 14.9 – Схема выполнения теста «20-метровый челночный бег»

20 м. В этом тесте может использоваться как обычный бег, так и перемещение приставными шагами.

«Т-тест» (рис. 14.10). После старта испытуемый бежит к конусу В и касается его правой рукой, после чего перемещается к конусу С и касается его левой рукой. Затем бежит к конусу D и касается его левой рукой, возвращается к конусу В с касанием его правой рукой и затем финиширует. Возможны различные модификации теста — обегание, а не касание конуса, касание конуса двумя руками, поворот не налево, а направо и др. Оценивается общее время выполнения теста, время преодоления первых и последних 10 м.

«Тест с тремя конусами» (рис. 14.11). Испытуемый преодолевает первые 5 м с касанием конуса В, затем возвращается и касается конуса А, после чего обегает конусы В и С и возвращается к конусу А. Регистрируется общее время, а также время преодоления первого и первых двух 5-метровых отрезков.

Тест «Шестиугольник» (рис. 14.12). Испытуемый последовательно перемещается прыжками от центра шестиугольника к каждой из его сторон. Рекомендуется трехкратное преодоление периметра шестиугольника. В случае потери равновесия, неточности попадания на линию или дополнительного шага — попытка не засчитывается. Рекомендуемая длина каждой из сторон шестиугольника 0,6 м. Однако она может и увеличиваться с учётом специфики вида спорта и уровня квалификации спортсмена.

Каждый из указанных тестов может быть модернизирован с учётом уровня квалификации спортсмена, особенностей вида спорта. Может быть изменена протяжённость отрезков с 5–10 м до 2–3 или 10–15 м, может быть увеличено количество конусов и усложнено их расположение. Для баскетболистов и футболистов тесты могут быть усложнены ведением мяча. Возможен и различный характер перемещений (спиной вперед, приставными шагами).

Эффективными являются тесты, построенные в виде слалома с различными вариантами размещения конусов и расстояний между ними (рис. 14.13).

мание необходимо также уделять надежности тестирования, так как множество потенциальных источников ошибки могут привести к искажению результатов тестирования, ложным результатам (King, Richter, 2021).

В литературе представлено множество тестов, построенных на двигательных программах высокой координационной сложности. В качестве примера приведем несколько общепринятых тестов, рекомендуемых для использования в разных видах спорта (Triplett, 2012; Gabbett, Sheppard, 2013; и др.).

«20-метровый челночный бег» (рис. 14.9).

Определяется время преодоления каждого из 5-метровых отрезков и общее время преодоления

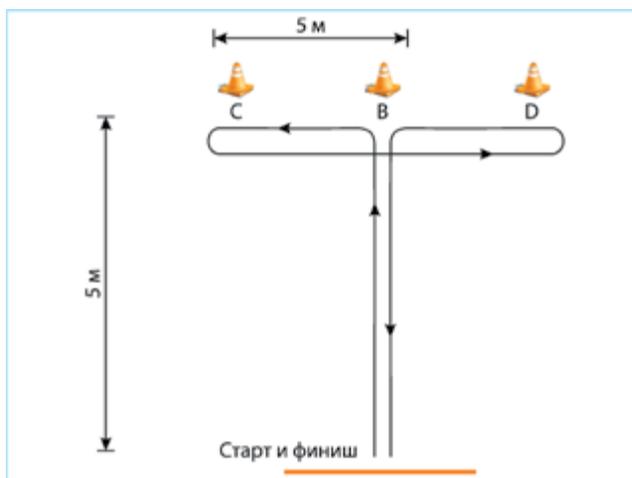


РИСУНОК 14.10 – «Т-тест»

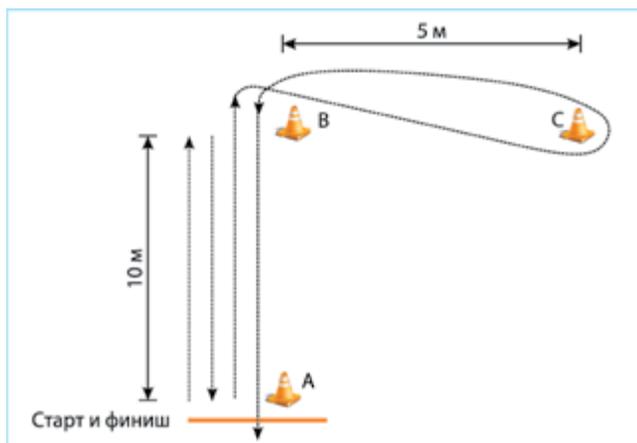


РИСУНОК 14.11 – «Тест с тремя конусами»

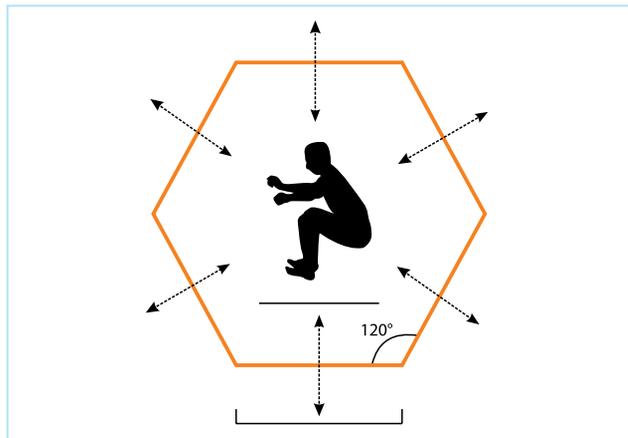


РИСУНОК 14.12 – Тест «Шестиугольник»

Тесты, построенные на основе стереотипных движений, принято считать закрытыми. Они выполняются в постоянной и устойчивой окружающей среде по привычной и отработанной программе и используются для тестирования координации. Закрытые тесты составляют основное содержание программ тестирования, так как по отношению к ним существуют жёсткие стандарты и нормативы, что обуславливает точность измерений, возможность сравнения результатов при этапном тестировании.

Тесты, построенные на нестереотипной (открытой) программе, предусматривают двигательные действия в вариативной среде, отличающейся неожиданными ситуациями, возникающими по ходу выполнения программ тестов (начало движения с правой или левой ноги, смена направления движения и др.), что способствует оценке ловкости.

Открытые тесты, направленные на оценку ловкости, кроме высокоинтенсивной и непродолжительной двигательной программы должны предполагать наличие разнообразных и неожиданных стимулов и возможность принятия различных решений реагирования на них. Для различных спортивных игр (футбола, баскетбола, хоккея и др.) характерны различные тесты позволяющие оценить быстроту сложной реакции, ускорения, замедления, остановки, перемещения в разных направлениях (McFarland et al., 2016; Lockie, 2019).

Для оценки координации и ловкости эффективны идентичные программы тестирования, однако выполняемые в вариативных условиях и по изменяющейся программе. Например, в исследованиях А. В. Никитенко (2017) предложены закрытый и открытый тесты для оценки ловкости и координации в спортивных единоборствах с одним и тем же составом двигательных действий. Закрытый тест для оценки координации включает двигательную программу, согласно которой спортсмен последовательно перемещается от линии старта и финиша к восьми различным объектам (мишени, груши, макивары, манекены, конусы) с выполнением стандартных двигатель-

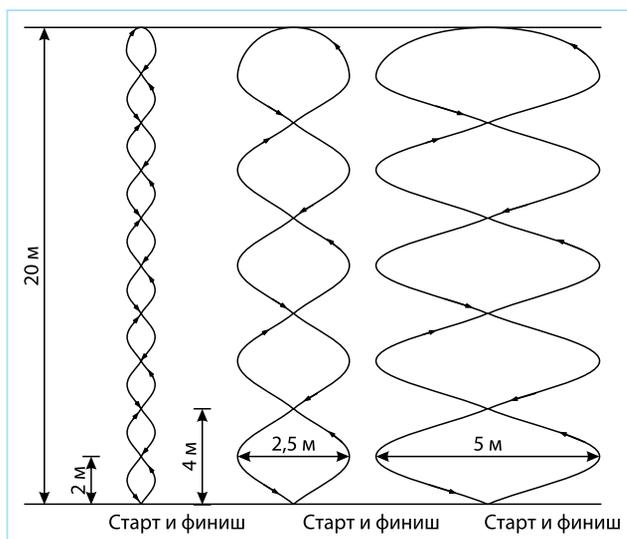


РИСУНОК 14.13 – Тесты «Слалом»

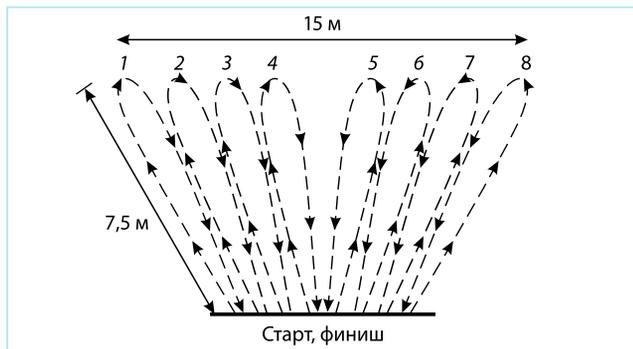


РИСУНОК 14.14 – Тест для тестирования ловкости и координации борцов

спортсмена массу помех и трудностей, требующих быстрого и адекватного решения, высокого уровня перцепционно-познавательных способностей, обширной моторной памяти, умения реализовывать двигательные действия в ограниченном пространстве.

Сравнение результатов закрытого и открытого тестов позволяет выявить факторы, ограничивающие эффективность двигательных действий, откорректировать процесс подготовки спортсменов (Никитенко, 2017). Например, спортсмены с высокой скоростью движений, замедленным принятием решений и запоздалым ответом требуют повышения перцептивных способностей. Напротив, спортсмены с хорошей реакцией, оперативными и быстрыми решениями, но невысокой скоростью, должны обратить внимание на скоростную и техническую подготовку (Gabbett, Sheppard, 2013).

Такой подход к тестированию ловкости и координации обеспечивает комплексную оценку этих качеств, связанных с быстрыми перемещениями спортсмена, остановками, сменой направлений движения и т. п. применительно к специфике вида спорта. Эти тесты, естественно, не отражают специфики комплексного (интегрального) проявления ловкости и координации в других видах спорта, однако четко определяют подход, согласно которому для любого вида спорта можно составить программы тестов на основе комплектов специальных упражнений повышенной координационной сложности.

Интегральную оценку ловкости и координации следует дополнять избирательным тестированием различных видов координационных способностей.

Тестирование способностей к регуляции динамических и пространственно-временных параметров движений осуществляется на основе тестов, обеспечивающих повышенные требования к деятельности анализаторов в отношении точности динамических и пространственно-временных параметров движений. Вполне естественно, что в спорте высших достижений основная роль отводится специфическим движениям, при выполнении которых можно оценить чувство темпа, времени выполнения двигательных действий, точности движений, величины развиваемых усилий, пространственные характеристики различных специфических движений.

Тестирование способностей спортсменов к регуляции динамических и пространственно-временных параметров движений имеет особенно большое значение для повышения качества процесса подготовки и соревновательной деятельности в спортивных играх, единоборствах, сложнокоординационных видах спорта, т. е. в тех видах спорта и дисциплинах, в которых постоянно возникает необходимость быстрой смены характера двигательных действий. Однако и в циклических видах спорта постоянно возникает необходимость в регуляции динамических и кинематических параметров движений для сохранения результативной техники в условиях утомления, реализации тактических схем.

ных действий (бег, кувырки, серия из четырёх ударов, касание, бросок манекена, обегание конуса и др.) (рис. 14.14). Перед тестированием спортсмен знакомится с условиями теста, ему предоставляются три ознакомительные попытки.

Открытый тест для тестирования ловкости предусматривает такую же программу. Отличие заключается в том, что программу одновременно выполняют четыре спортсмена, а последовательность перемещения от линии старта к различным объектам определяется произвольно каждым спортсменом. Это создает для каждого

В основе тестирования этих способностей лежат различные сложные и неожиданно возникающие задания, требующие быстрого реагирования и формирования рациональной структуры движений для достижения конкретной цели. Для этого, например, в спортивных играх моделируются сложные ситуации с участием нескольких атакующих и защищающихся игроков. Обследуемый обычно владеет мячом или шайбой и находится с закрытыми глазами. По сигналу он открывает глаза, принимает решение и осуществляет двигательные действия с учётом конкретной ситуации — расположения партнёров и соперников, вратаря, особенностей их перемещений и т. п.

Способность спортсменов к регуляции динамических и кинематических характеристик движений спортсменов, специализирующихся в циклических видах спорта, например пловцов, может быть успешно оценена по умению варьировать различные параметры движений (темп и «шаг» гребков, соотношения между фазами цикла движений рук и ног, величина развиваемых усилий) при сохранении заданной скорости передвижения. Такой контроль очень важен для других циклических видов спорта, так как позволяет оценить умение спортсмена увязывать динамические и пространственно-временные характеристики движений с функциональными возможностями организма в конкретный момент преодоления дистанции.

Тестирование следует проводить в разных функциональных состояниях организма — в устойчивом состоянии, при высоком уровне работоспособности и оптимальных условиях для деятельности нервно-мышечного аппарата, а также в условиях компенсируемого или явного утомления. Это принципиально важно, так как высокий уровень координационных способностей в оптимальных условиях ещё не означает, что они будут проявляться при тяжелом утомлении и интенсивном действии других сбивающих факторов, в частности психологического характера, особенно интенсивно воздействующих на спортсменов во время ответственных соревнований, в окружении сильных соперников.

Для **тестирования способности к сохранению равновесия и устойчивости** необходимо использовать показатели, позволяющие оценить продолжительность сохранения равновесия в различных относительно самостоятельных группах действий, амплитуду и частоту колебаний ОЦМ. В частности, следует регистрировать:

- время сохранения равновесия на одной ноге с различными положениями и движениями рук, туловища и свободной ноги;
- время сохранения равновесия в стойке на двух или одной руке, на голове с различными положениями ног и свободной руки;
- время сохранения равновесия, стоя или двигаясь с различной скоростью на ограниченной опоре (бревно, трос и т. п.).

Во всех этих случаях оценивается эффективность так называемого постурального баланса — тонусно-силового баланса мышц-антагонистов, обеспечивающих равномерность нагрузки на межпозвонковые диски и межсуставные ткани, эффективность которого требует визуальной, вестибулярной и соматосенсорной мобилизации (Hrysomallis, 2007; Hamilton et al., 2008). Разнообразие тестирования может быть обеспечено усложнением требований к вестибулярному аппарату путём поднимания и опускания головы, устранением визуального контроля закрытием глаз (Gamble, 2013).

Тестирование способности к сохранению равновесия обеспечивается лабораторными или портативными для полевых испытаний силовыми платформами, чутко реагирующими на колебания центра тяжести.

Тестирование специальных проявлений способности к сохранению равновесия следует осуществлять с помощью показателей, отражающих особенности проявления этого качества в услови-

ях реальной специальной тренировочной и соревновательной деятельности. Например, применительно к спортивной гимнастике, акробатике, художественной гимнастике это может быть удержание равновесия после прыжков, поворотов; в тяжелой атлетике — после рывка штанги, в гандболе или баскетболе — после броска в прыжке и т. п.

При тестировании равновесия следует учитывать многообразие проявлений двигательной активности в спорте, требующих дифференцированного тестирования различных проявлений способности к сохранению равновесия. К таким проявлениям относится динамическая устойчивость — способность сохранять равновесие во время движения (Brown, Mynark, 2007), которая в определённой мере может быть оценена по сохранению равновесия при приземлении после движений, выполняемых в воздухе, на силовую платформу с оценкой силы реакции и времени стабилизации; динамический постуральный баланс — способность к сохранению равновесия, стоя на одной ноге, при активных и разнообразных движениях другой ноги (Bressel et al., 2007), эффективность которого также может быть оценена по силе опорных взаимодействий с платформой.

При **тестировании чувства ритма** как способности точно воспроизводить и направленно изменять скоростно-силовые и пространственно-временные параметры движений прежде всего следует ориентироваться на биомеханические методы. Регистрация колебаний ОЦМ, угловых перемещений в суставах, усилий на элементах спортивного инвентаря (весла, велосипеда, перекладины, брусьев и др.), скорости и угла вылета ОЦМ в прыжках, продолжительности опорной и полетной фаз в беге и т. п. — позволяют оценить способность к точному воспроизведению динамических и кинематических параметров движений. При этом важно не только установить надёжность воспроизведения параметров движений при их многократном выполнении в стандартных условиях, но и при изменении скорости движений, величины развиваемых усилий.

В основе **тестирования способности к ориентированию в пространстве и во времени** должны лежать двигательные задания, требующие оперативной оценки сложившейся ситуации и реакции на нее рациональными действиями. В плавании это может быть проплывание заданного расстояния (например, 50 м) с закрытыми глазами при строго дозированном количестве гребковых движений; в беге, спортивных играх — пробегание или прохождение заданного расстояния с закрытыми глазами по прямой или по специальному маршруту, ограниченному ориентирами; в спортивных играх — удары по мячу, броски мяча в ворота или баскетбольную корзину с заданного расстояния с закрытыми глазами. Могут широко применяться упражнения на изокинетических силовых установках со строго заданными усилиями и оперативным контролем за результатами; прыжки с вращением на заданное количество градусов. Эффективны также задания, связанные с необходимостью выполнения двигательных действий за определённое время, например выполнение 20 ударов по мешку за 10 с — в боксе, 10 бросков манекена за 1 мин — в борьбе, выполнение стандартного комплекса перемещений и игровых приёмов с мячом или шайбой и др.

При составлении программ тестов для оценки способности к ориентированию в пространстве и во времени следует помнить, что задания должны выполняться в усложнённых условиях — при дефиците или ограничении времени, пространства, недостаточной или избыточной информации. Однако во всех случаях задания должны соответствовать технико-тактической оснащённости спортсмена, опираться на его двигательную память, находиться в диапазоне возможностей анализаторов и нервно-мышечного аппарата спортсмена.

ГИБКОСТЬ И МЕТОДИКА ЕЁ РАЗВИТИЯ

Под гибкостью понимаются морфофункциональные свойства аппарата движения и опоры, определяющие амплитуду движений спортсмена. Термин «гибкость» более приемлем для оценки суммарной подвижности в суставах всего тела. Когда же речь идет об отдельных суставах, правильнее говорить об их подвижности (подвижность в голеностопных суставах, подвижность в плечевых суставах и др.).

Некоторые специалисты расширяют определение понятия подвижность, включая в него способность свободно и плавно выполнять движения с большой амплитудой, что обусловлено не только строением сустава, растяжимостью мышц, соединительной ткани, кожи и подкожной основы, но и техникой движений, силовыми возможностями, эффективностью нервной регуляции движений, меж- и внутримышечной координацией. Конечно, это нарушает строгость в отношении идентификации данного качества, однако отражает необходимость обеспечения органичной связи гибкости с другими двигательными качествами и сторонами подготовленности.

Виды и значение гибкости

Степень подвижности конкретного сустава отражает амплитуда движения. Активная амплитуда движения — количество движения, произведенного в результате сокращения мышц, действующих на сустав, а пассивная амплитуда движения — количество движения, которое производится в результате действия внешних механических усилий. В соответствии с этим различают активную и пассивную гибкость. **Активная (динамическая) гибкость** — это способность выполнять движения с большой амплитудой за счёт активности групп мышц, окружающих соответствующий сустав. **Пассивная (статическая) гибкость** — способность к достижению наивысшей амплитуды движений в результате действия внешних сил. Показатели пассивной гибкости всегда выше показателей активной гибкости, что отражается в зонах адекватности и неадекватности (рис. 15.1). Различают также **анатомическую**, предельно возможную подвижность, ограничителем которой является строение соответствующих суставов. С потребностями спорта высших достижений связано такое понятие



РИСУНОК 15.1 – Зоны гибкости (Алтер, 2001)

развитой активной, и наоборот. Уровень пассивной гибкости является основой для повышения активной, однако повышение последней требует специальной целенаправленной работы, часто связанной не только с совершенствованием способностей, непосредственно определяющих уровень гибкости, но и с повышением силовых способностей спортсменов, совершенством двигательных навыков, эффективностью межмышечной и внутримышечной координации.

Гибкость во многом определяет уровень спортивного мастерства в разных видах спорта. При недостаточной гибкости (**гипомобильности**) усложняется и замедляется процесс освоения двигательных навыков, ограничивается уровень проявления силы, скоростных и координационных способностей, ухудшается внутри- и межмышечная координация, снижается экономичность работы, возрастает вероятность повреждения мышц, сухожилий, связок и суставов. Недостаточный уровень гибкости является также причиной снижения результативности тренировки, направленной на развитие других двигательных качеств. Известно, что недостаточная подвижность в суставах не позволяет в должной мере использовать эластические свойства предварительно растянутых тканей для повышения силовых качеств, ограничивает возможности методов тренировки, направленных на увеличение экономичности работы, повышение мощности рабочих движений, улучшение координационных способностей (Jeffreys, 2016). Гипомобильность может ограничивать проявление скоростных способностей (Behm et al., 2004), силы и силовой выносливости (Faigenbaum, Myer, 2012), отрицательно сказываться на технике движений (Marek et al., 2005).

Однако и чрезмерная подвижность в суставах (**гипермобильность**) связана с серьёзными проблемами. Во-первых, она приводит к «разболтанности» суставов, повышает вероятность растяжения мышечной и соединительной тканей, смещения и дестабилизации суставов, ослабления связок, стимулирует проявление гиперактивных защитных рефлексов, что также увеличивает риск острой или хронической травмы. Исследованиями, проведенными в разных видах спорта, установлено, что гиперподвижность суставов приводит к резкому увеличению травм мышечной и соединительной тканей (Jeffreys, 2008). Высокая подвижность в суставах не является гарантией повышения эффективности двигательных действий, если она не обеспечена системой управления движениями, органической взаимосвязью со спортивной техникой, силовыми и координационными возможностями (Sands, 2011). Для каждого вида соревновательной деятельности существуют оптимальные уровни развития гибкости и подвижности в отдельных

как «функциональная гибкость» — способность проявить необходимую для успешной спортивной деятельности подвижность в динамических, полиметрических и баллистических режимах мышечной активности.

При достаточном уровне развития гибкости доступная спортсмену амплитуда движений в различных суставах превышает необходимую для эффективного выполнения соревновательных упражнений. Эта разница определяется как **запас гибкости**.

Необходимо учитывать, что связь между активной и пассивной гибкостью незначительна. Часто встречаются спортсмены, имеющие высокий уровень пассивной гибкости при слабо

суставах, не нарушающие баланса между гибкостью, спортивной техникой, другими двигательными качествами (DeWeese, Nimphius, 2016).

Таким образом, как недостаточная, так и избыточная гибкость не обеспечивают оптимальных динамических и кинематических характеристик двигательных действий, являются факторами риска в отношении травм (Riewald, 2004), а в основу развития гибкости должно быть положено осознание необходимости развивать подвижность в суставах до оптимального для конкретного вида спорта уровня, а не до максимально доступного.

Разные виды спорта предъявляют специфические требования к гибкости, что обусловлено прежде всего биомеханической структурой соревновательного упражнения. Например, гребцам, специализирующимся в гребле академической, необходимо иметь максимальную подвижность позвоночника, плечевых и тазобедренных суставов; конькобежцам и бегунам — тазобедренных, коленных и голеностопных; лыжникам — плечевых, тазобедренных, коленных и голеностопных; пловцам — плечевых и голеностопных. В этой связи возникает вопрос о влиянии асимметрии в уровне подвижности в суставах на результативность двигательных действий и вероятность травм. Показано, что спортсмены, специализирующиеся в видах спорта, требующих симметричных движений (плавание, гребля академическая и гребля на байдарках, бег и т.п.), нуждаются в симметричном развитии подвижности как средстве повышения эффективности двигательной деятельности и избегания травм. Что же касается атлетов, специализирующихся в видах спорта с асимметричным характером соревновательной деятельности (теннис, легкоатлетические метания, фехтование, гандбол и др.), то здесь определённая асимметрия в уровне развития гибкости представляется допустимой (Falsone, 2014).

Согласно многочисленным наблюдениям, проведенным в игровых видах спорта, эффективность техники в которых в значительной мере предопределяется подвижностью запястья, у спортсменов высокого класса подвижность доминирующей руки (в подавляющем большинстве случаев правой) часто заметно меньше, чем недоминирующей. Этот факт специалисты связывают со значительно более высоким уровнем травматизма доминирующей руки. В случае, если проводится серьёзная работа по профилактике травматизма, ранней диагностике травм, эффективному лечению и реабилитации, амплитуда движений доминирующей конечности значительно выше (до 25%) по сравнению с недоминирующей.

Факторы, определяющие уровень гибкости

Гибкость обусловливается эластическими свойствами мышц, кожи, подкожной основы и разных видов соединительной ткани, эффективностью нервной регуляции мышечного напряжения, объёмом мышц, а также структурой суставов. Активная гибкость определяется также уровнем развития силы и координационными способностями, эффективностью техники двигательных действий. Данные таблицы 15.1 дают определённые представления о противодействии различных тканей растягиванию.

В числе факторов, определяющих степень растягивания мышечной и соединительной ткани, — артрологические особенности суставов, расположение и ориентация мышечных волокон, количество волокон и фибрилл, особенности переплетения коллагеновых молекул в каждой фибрилле, соотношение количества коллагена и эластина, химический состав тканей и их гидратация,

ТАБЛИЦА 15.1 – Сравнительная характеристика мягкотканых структур к сопротивлению в суставе (Fox et al., 1993)

Структура	Противодействие гибкости, %
Суставная капсула и фасции	47
Мышца	41
Сухожилие	10
Кожа	2

степень расслабления сократительных компонентов, температура растягиваемых тканей, величина, продолжительность и характер нагрузки и др. Гибкость в значительной мере носит наследственный характер. Интересно, что генетическая предрасположенность к проявлению гибкости является более значительной, чем к проявлению силы (Bouchard et al., 1997).

Гибкость и особенности суставов

При рассмотрении факторов, определяющих уровень подвижности, необходимо затронуть и артрологические особенности суставов. Движения в суставах определяются преимущественно формой суставных поверхностей, которые принято сравнивать с геометрическими фигурами. Отсюда и название суставов по форме: шаровидные, эллипсоидные, цилиндрические и др. Поскольку движения сочленяющихся звеньев совершаются вокруг одной, двух или многих осей, суставы принято также делить на одноосные, двухосные и многоосные.

Виды суставов определяют их подвижность. Наибольшая суммарная подвижность отмечается в шаровидных и чашеобразных суставах, наименьшая — в седловидных и блоковидных, средней подвижностью обладают эллипсоидные и цилиндрические суставы. Подвижность в суставах зависит от соответствия сочленяющихся поверхностей (по величине их площадей): чем это соответствие больше, тем подвижность в суставе меньше, и наоборот. Например, в плечевом суставе площадь суставной поверхности головки плечевой кости значительно больше, чем площадь поверхности суставной впадины лопатки, в силу чего плечевой сустав является одним из наиболее подвижных (Falsone, 2014).

Высокий уровень подвижности в одних суставах может сопровождаться низким — в других. Это правило распространяется на разные суставы (например, плечевые и тазобедренные), одни и те же суставы (например, высокая подвижность в одном плечевом суставе может сопровождаться низкой — в другом), а также отдельные движения в одном суставе (например, высокая подвижность при разгибании коленного сустава может сочетаться с низкой — при сгибании). Такая специфичность в развитии и проявлении гибкости обусловлена прежде всего объёмом и характером тренировочной и соревновательной деятельности, направленной на развитие гибкости, вовлечением в выполнение конкретных движений суставов, мышечной и соединительной тканей. Таким образом, возникает необходимость разностороннего развития гибкости в процессе общей физической подготовки и направленного повышения подвижности в суставах, наиболее значимых для того или иного вида спорта, — в процессе специальной физической подготовки (Behm, 2019).

Подвижность в отдельных суставах может обуславливаться формой мышц и особенностями фасций, а также распространением действия мышцы на один или несколько суставов. Особенности расположения апоневрозов сухожилий в мышцах с перистым строением, естественно, предопределяет их меньшую растяжимость по сравнению с веретенообразными, как правило, имеющими меньшую площадь взаимодействия мышечной и сухожильной массы (De Vries, Houch, 1994; Jeffreys, 2016).

Многосуставные мышцы могут тормозить некоторые движения в суставах, около которых они проходят, в большей мере, чем односуставные. В частности, амплитуда движения в тазобедренном суставе при поднимании бедра вперед (его сгибании) и назад (его разгибании) зависит от положения голени по отношению к бедру. Если при первом движении область голени согнута в коленном суставе, то амплитуда сустава будет значительно больше, чем при разогнутой голени. Это объясняется тем, что мышцы, расположенные на задней поверхности бедра, идущие от таза на область голени, при сгибании голени не противодействуют значительному подниманию бедра. При разогнутой голени

ни эти мышцы натягиваются в силу их меньшей, чем у односуставных мышц, относительной длины и тормозят движение. Такая особенность двусуставных мышц обозначается термином «пассивная недостаточность», от которой в значительной мере зависит степень подвижности отдельных звеньев конечностей. В противоположность пассивной недостаточности различают «активную недостаточность» — недостаточную подъёмную силу мышц по сравнению с необходимой для выполнения того или иного движения.

Гибкость и мышечная ткань

Говоря о свойствах, определяющих пластичность мышечной ткани, и о возможностях их совершенствования, прежде всего следует отметить, что сократительные элементы мышц способны увеличивать свою длину на 30–40 и даже на 50 % по отношению к длине в покое, тем самым создавая условия для выполнения движений с большой амплитудой. Таким образом, из всех факторов, ограничивающих подвижность суставов, наиболее подвержена воздействиям мышечная ткань. При принудительном растягивании значительно увеличивается не только длина мышцы по сравнению с длиной её в покое, но и под влиянием тренировки существенно возрастает способность мышцы к растягиванию (Gajdosik, 2001). Однако избыточный объём мышечной массы, особенно если он сформирован преимущественно за счёт тренировки в эксцентрическом и концентрическом режимах, способен значительно ограничить растяжимость мышечной ткани и стать фактором, ограничивающим подвижность в суставах (deVries, Housh, 1995; Jeffreys, 2008). В то же время при рациональной силовой подготовке, органически увязанной с работой, способствующей развитию гибкости и повышению способности мышц к расслаблению, умеренная гипертрофия мышечной ткани не только не препятствует проявлению гибкости (Jeffreys, 2008).

Гибкость и соединительная ткань

Соединительная ткань, окружающая мышечные волокна (эндомизий), двигательные единицы (перимизий), отдельные мышцы и их группы (эпимизий, фасция), подвергается значительному растяжению несмотря на то, что образующие её волокна коллагена являются исключительно прочными и малорастяжимыми. Растяжимость тканей обеспечивается неупорядоченным волнообразным расположением нитей коллагена. При растяжении нити коллагена выпрямляются и располагаются параллельно направлению растяжения (Майерс, 2019).

Более остро стоит вопрос в отношении эластичности (способности восстановить прежнюю длину после растягивания) и пластичности (способности к растягиванию) соединительной ткани — связок, сухожилий, фасций, апоневрозов, капсул суставов, которые могут существенно ограничивать диапазон движений. Наименьшей растяжимостью отличаются апоневрозы — волокнистая соединительная ткань, состоящая из плотных нерастяжимых мембран различной толщины, в которых пучки коллагеновых волокон и лежащие между ними фибробласты располагаются в определённом порядке, несколькими слоями. В каждом отдельном слое волнообразно изогнутые пучки коллагеновых волокон идут в одном направлении параллельно друг другу. В разных слоях направление волокон различное, отдельные пучки волокон переходят из одного слоя в другой, связывая их между собой. Такая структура определяет малую пластичность ткани и большую прочность на разрыв. Под влиянием интенсив-

ных нагрузок эластичность апоневрозов существенно возрастает, они становятся значительно прочнее. Что касается пластичности, то большого эффекта здесь добиться не удастся (Wright, Johns, 1960).

Определённой растяжимостью обладают сухожилия. Они состоят из плотно лежащих параллельных пучков коллагеновых волокон, между которыми располагается тонкая эластичная сеть, допускающая незначительное растягивание в сухожилии. Сухожилия окружает плотная соединительнотканная оболочка, препятствующая растягиванию, через которую проходят нервные окончания, посылающие в центральную нервную систему сигналы о состоянии напряжения ткани сухожилия.

По сравнению с апоневрозами, фасциями и сухожилиями в капсулах суставов преобладают эластичные волокна, что предопределяет их достаточно хорошую растяжимость и повышение её под влиянием тренировки. Однако наибольшей растяжимостью и тренируемостью отличаются связки, состоящие из параллельно расположенных тяжёлых эластиновых волокон. Толстые, тонкие, округлые, уплощенные эластиновые волокна часто ветвятся, отходят друг от друга под острыми углами, образуя вытянутую сеть.

Доказано, что чрезмерное растягивание связочных структур и суставных капсул лишь незначительно увеличивает гибкость. При этом повышается вероятность травм суставов. Поэтому при развитии гибкости основное внимание следует сконцентрировать на растягивании фасций и мышечно-сухожильной единицы, её способности удлиняться в пределах физических ограничений сустава (Алтер, 2001).

В литературе есть утверждения (Magid, Law, 1985; Hutton, 1991), что многие исследователи недооценивают роль миогенных ограничителей гибкости и переоценивают роль соединительной ткани. Внутренние миогенные свойства мышц, в том числе и врождённого характера (Lakie, Robson, 1988), могут приводить к повышенной жёсткости мышц, увеличению их сопротивления деформации. Предварительная подготовка мышц, подлежащих растягиванию (разминка, массаж, повышение температуры), уменьшает внутреннее сопротивление деформации, способствует увеличению амплитуды движений, повышает эффективность упражнений (Hutton, 1991).

Растяжимость мышцы во многом зависит от нервной регуляции, связанной с активностью мышечного веретена. Мышечное веретено — маленькое поперечнополосатое волокно — прикрепляется к крупным волокнам скелетной мышцы, не имеет актиновых и миозиновых миофиламентов и функционирует как сенсорный рецептор, реагирующий на растягивание мышцы. При быстром или сильном растягивании мышечное веретено возбуждает моторные нейроны, что приводит к стимуляции растянутых мышц и их активации, препятствующей растягиванию (миотатический рефлекс). Наиболее ярко это проявляется в баллистических и быстрых динамических движениях.

Проявление миотатического рефлекса является различным при статическом, динамическом и баллистическом растягивании. В условиях статического растягивания в заключительной фазе принудительного растягивания и в течение 5–10 с после достижения конечной точки отмечается действие защитного рефлекса, которое в статическом положении постепенно ослабевает, что проявляется в устранении активности двигательных единиц мышц. Совсем иная ситуация в условиях динамического и, особенно, баллистического растягивания. Здесь активность мышц, подверженных растягиванию, резко возрастает уже в заключительной трети амплитуды движения и является серьёзным фактором её уменьшения (Jeffreys, 2008).

Уменьшение амплитуды движений вследствие избыточного действия миотатического рефлекса отрицательно сказывается на технике движений, экономичности работы, снижает способность к проявлению скоростных и силовых качеств и др. Поэтому процесс оптимизации нейромышечной регуляции мышц, подвергаемых растягиванию, должен найти место в методике развития гибкости (Станиш, Мак-Викар, 2002). Понятно, что нейромышечная регуляция улучшается в процессе технического совершенствования, развития скоростно-силовых и координационных способностей, выносливости. Однако не-

обходимы и различного рода средства, способствующие целенаправленному повышению порога проявления этого рефлекса.

В последние годы приобретает популярность взгляд, согласно которому в отношении как гибкости, так и силовых и координационных возможностей недооценивается роль и возможность фасций (Майерс, Эрлс, 2020).

В анатомии принято разделять разные виды соединительной ткани по структуре и функциям — сухожилия, связки, фасции и др. Однако сторонники нейромиофасциального подхода к соединительной ткани (Schleip, 2015; Майерс, 2019) предлагают объединять все её виды (сухожилия, связки, фасции, эндомизий, перимизий, эпимизий, суставные сумки, хрящи, кости) в единую сеть взаимосвязанных элементов, существенно влияющих на кинематическую и динамическую структуру движений и двигательных действий. Практически предлагается реализация применительно к разным видам соединительной ткани методологии системного подхода, что абсолютно обоснованно в связи органичной анатомической и физиологической связью фасции со всеми другими органами и системами организма и нахождением в ней многочисленных механорецепторов (сухожильные органы Гольджи, окончания Руффини, тельца Пачини), которые обеспечивают сокращение фасции подобно гладкомышечным и её связь с центральной нервной системой (A. Frederick, C. Frederick, 2017).

Это предопределяет подход к растяжению разных видов соединительной ткани как элементов сбалансированной миофасциальной сети, играющей важную роль в управлении движениями, синхронизации деятельности нервной и двигательной систем (Майерс, 2019). Естественно, что и развитие гибкости различных структур этой сети должно осуществляться с позиций целостности, не допускающей дисбаланса между её многочисленными составляющими (Myers, 2014; Schleip, 2015).

Амплитуда движений при развитии гибкости

Оптимальная амплитуда движений в упражнениях, направленных на развитие гибкости, предполагает растягивание до появления явного напряжения и чувства дискомфорта, но не до появления боли, достижения предела эластичности мышц и соединительной ткани. Здесь важно учитывать, что выполнение любого упражнения на растягивание может включать движения в физиологической, парафизиологической и патологической зонах. Физиологическая зона при пассивном растягивании ограничивается амплитудой до границы барьера эластичности (рис. 15.2), достижение которого проявляется в чувстве дискомфорта и напряжения, вызванного значительным растягиванием мышц и соединительной ткани.

Дальнейшее растягивание в диапазоне парафизиологического пространства связано с пассивным растягиванием и выраженными болевыми ощущениями. Тренировка в парафизиологической зоне широко используется во многих видах спорта (спортивная и художественная гимнастика, фигурное катание, плавание, вратари в хоккее и гандболе и др.) и является исключительно эффективной для развития гибкости. Однако она связана с повышенным риском травматизма мышечной и соединительной тканей, снижением

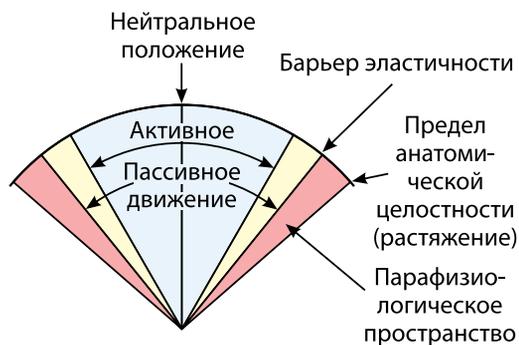


РИСУНОК 15.2 – Зоны диапазона движений (Sandoz, 1976)

силовых возможностей при выполнении движений в парафизиологическом пространстве, с дисбалансом между гибкостью, силовыми возможностями и спортивной техникой. Пострадать может также нервная ткань, с раздражением и нарушением которой часто связаны болевые ощущения (Falsone, 2014). Поэтому выполнение упражнений с амплитудой, охватывающей парафизиологическое пространство, требует высокоэффективной разминки, тщательного подбора упражнений и методики их использования, акцентированной на профилактику травматизма.

Однако даже в этом случае срабатывает миотатический рефлекс, приводящий к сокращению растягиваемых мышц. Принудительное продолжение растяжения тканей в этих условиях не только ограничивает развитие гибкости, но и стимулирует противоположную желаемой адаптацию — снижение порога проявления защитного рефлекса и повышение риска травм мышц, нервов и соединительных тканей (Schleip, 2015).

Растягивания, выходящие за рамки парафизиологической зоны, связаны с переходом за границы анатомической целостности. Выполнение упражнений с амплитудой, переходящей в патологическую зону, вызывает гипермобильность суставов. Сустав становится неустойчивым, что приводит к нарушению техники двигательных действий, снижению силовых, скоростно-силовых и координационных возможностей, ухудшению контроля за движениями, высокой вероятности патологических изменений в суставах (Falsone, 2014).

Однако гипермобильность далеко не во всех случаях является отрицательным явлением. Сустав может быть гиперподвижным, но достаточно устойчивым, соответствующим оптимальной технике двигательных действий и обеспечивающим контроль и управление движениями. Такая гипермобильность является результатом индивидуальных особенностей, связанных со строением суставов, а также с эффективной методикой развития подвижности в конкретных суставах с широким использованием упражнений с амплитудой, охватывающей парафизиологическую зону (Falsone, 2014).

Гипермобильность — явление, которое в определённой мере может привести к преимуществам в отдельных видах спорта, однако чревато опасными последствиями. Гипермобильность резко повышает вероятность травм суставов, способствует развитию остеоартроза, отрицательно влияет на проприоцептивную чувствительность. Показателем гипермобильности может служить, например, способность выпрямлять локтевые или коленные суставы более чем на 10° , чрезмерный диапазон сгибания назад голеностопного сустава и выворота стопы. Развитие гипермобильности суставов может стимулироваться также структурой суставов, состоянием мышечной и соединительной тканей и др. Отрицательные последствия гипермобильности суставов начинают остро проявляться после окончания спортивной карьеры, когда происходит процесс деадаптации мышечной и соединительной тканей, что снижает возможности их противодействия отрицательным последствиям «разболтанности» суставов (Алтер, 2001).

Средства развития гибкости

Общеподготовительные упражнения, применяемые для развития гибкости, представляют собой движения, основанные на сгибаниях, разгибаниях, наклонах, поворотах. Эти упражнения направлены на повышение подвижности во всех суставах и осуществляются без учёта специфики вида спорта. Вспомогательные упражнения подбирают с учётом требований к подвижности в тех суставах, которые обуславливают амплитуду движений, характерных для конкретного вида спорта. Специально-подготовительные упражнения строят в соответствии с требованиями к основным двигательным действиям, предъявляемым спецификой соревновательной деятельности (рис. 15.3). Для повышения подвижно-



РИСУНОК 15.3 – Примеры специально-подготовительных упражнений для пловцов



РИСУНОК 15.3 – (окончание)

сти в каждом суставе обычно используют комплекс родственных упражнений, разносторонне воздействующих на суставные сочленения, сухожилия и мышцы, ограничивающие уровень гибкости.

В качестве примера ниже приведены девять видеоматериалов с комплексами упражнений для развития подвижности в разных суставах и позвоночнике, а также с использованием вспомогательных средств и с помощью партнёра.

-  **ВИДЕО 21** **Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности суставов пальцев рук**
-  **ВИДЕО 22** **Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности суставов кистей рук**
-  **ВИДЕО 23** **Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности плечевых суставов**
-  **ВИДЕО 24** **Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности позвоночника**
-  **ВИДЕО 25** **Комплекс упражнений для развития активной и активно-пассивной подвижности разных суставов**
-  **ВИДЕО 26** **Комплекс упражнений для развития активной подвижности тазобедренных суставов**
-  **ВИДЕО 27** **Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности суставов стопы**
-  **ВИДЕО 28** **Комплекс упражнений для развития пассивной и активной подвижности разных суставов со вспомогательными средствами**
-  **ВИДЕО 29** **Комплекс упражнений в парах для развития пассивной и активной подвижности разных суставов**

Упражнения, направленные на развитие гибкости, могут носить статический, динамический, плиометрический или баллистический характер. Они существенно различаются по особенностям воздействия на подвергаемые растягиванию ткани, нейромышечную регуляцию, влияющую на амплитуду движений, по соответствию специфическим проявлениям гибкости в соревновательной деятельности того или иного вида спорта. Однако их комплексное использование с учётом специфики вида спорта, этапа многолетней и годичной подготовки, индивидуальных особенностей спортсменов позволяет обеспечить разностороннее и ориентированное на специфику вида спорта развитие гибкости.

Средства, применяемые при развитии гибкости, разделяются также на упражнения, развивающие пассивную или активную гибкость. Развитию **пассивной гибкости** способствуют различные пассивные движения, выполняемые при помощи партнёра и различных отягощений (гантели, амортизаторы, эспандеры и др.), с использованием собственной силы (например, притягивание туловища



РИСУНОК 15.4 – Примеры упражнений, способствующих развитию пассивной гибкости

к ногам, ног к груди, сгибание кисти одной руки другой и др.) или собственной массы тела; статические упражнения, требующие удержания тела в положении, которое предусматривает предельную подвижность в суставах (рис. 15.4).

Активную гибкость развивают упражнения, выполняемые как без отягощений, так и с отягощениями. Это различного рода маховые и пружинистые движения, рывки и наклоны (рис. 15.5). Применение отягощений (гантели, набивные мячи, гриф штанги, амортизаторы, различные силовые тренажёры и т. п.) повышает эффективность упражнений вследствие увеличения амплитуды движений за счёт использования внешних сил и сил инерции. Однако в связи с высокой травмоопасностью таких упражнений необходимо при их выполнении соблюдать меры предосторожности (Hubley et al., 1984). Интенсивная разминка, предварительное статическое растягивание мышц и сухожилий снижают вероятность повреждения тканей (Blahnik, 2004). Следует отметить, что многие специалисты, основываясь на травмоопасности баллистических движений для развития гибкости, не рекомендуют их использование, а предлагают в основном ограничиваться статическими растягиваниями. Однако эти рекомендации вытекают из результатов исследований, не связанных с реальными условиями спорта высших достижений, соревновательная деятельность в котором требует максимальных проявлений гибкости при баллистических растягиваниях. Игнорирование этого в тренировке резко увеличивает вероятность травматизма во время соревнований, не говоря уже о снижении амплитуды движений при выполнении различных технических приёмов и действий.

Разнообразить средства развития гибкости позволяют специальные тренажёры, выпускаемые спортивной промышленностью (рис. 15.6). Многие из них, в частности, тренажёры фирмы «Technogym», снабжены регулирующими устройствами, позволяющими контролировать амплитуду движений и осуществлять контроль за уровнем гибкости.

Принципиальные механические и нейрорегуляторные различия в упражнениях и двигательных действиях, направленных на развитие гибкости, логично положить в основу методов, направленных на развитие этого двигательного качества. С этой позиции следует выделить такие методы развития гибкости: метод статического растягивания, метод динамического растягивания, баллистический метод, плиометрический метод.



РИСУНОК 15.5 – Примеры упражнений, способствующих развитию активной гибкости



РИСУНОК 15.6 – Тренажёры TRX и «Technogym», используемые для развития гибкости

Каждый из этих видов растягиваний оказывает специфическое воздействие на растягиваемую мышечную и соединительную ткани, нейромышечную регуляцию, а также по-разному влияет на связь гибкости с другими двигательными качествами (прежде всего со скоростно-силовыми и координационными) и техническим мастерством.

Метод статического растягивания

Статическое растягивание основывается на удлинении расслабленных мышц и удержании и в растянутом положении. Правильно методически построенное статическое растягивание, основанное на медленных движениях и сочетании периодов растягивания с периодами расслабления, является не только высокоэффективным, но и достаточно безопасным в отношении травматизма.

В процессе разных видов статических растягиваний выделяют активную и пассивную фазы (Jeffreys, 2008). В активной фазе осуществляется растягивание расслабленных мышц путём сокращения мышц-антагонистов и воздействия внешних сил, чаще всего — помощи партнёра. При достижении зоны ограничения подвижности движение вступает в пассивный период, при котором растянутая мышца находится в статическом состоянии в течение определённого времени — обычно 15–30 с. Этого времени достаточно для полного расслабления растянутой мышцы и устранения действия защитного рефлекса на растяжимость (Bandy et al., 1998; Chu, Myer, 2013), после чего и соединительная ткань может быть подвергнута дальнейшему растягиванию.

Эффективным является и циклический характер статических растягиваний, при котором движения выполняются многократно в отдельном подходе обычно от 5–6 до 10–12 раз в определённом диапазоне со статическим удержанием растянутой мышцы в течение нескольких секунд с последующим возвращением в исходное положение. Первые 3–4 движения выполняются медленно, затем их скорость может возрасти (Rabita, Delextrat, 2010).

Статические растягивания широко используются для совершенствования нейрорегуляторной составляющей гибкости, оптимизации рефлекса на растяжимость, улучшения проприоцептивной чувствительности, нахождения оптимальной грани между амплитудой, оптимальной для эффективного двигательного действия, и предельной, чреватой снижением его качества и риском травматизма (Roberts, Wilson, 1999).

В основе методики, способствующей совершенствованию этих способностей, широкая вариативность режима работы мышц в процессе растягивания — от максимально возможного расслабления до значительного сопротивления принудительному растягиванию (Bandy et al., 1997; Jeffreys, 2008). Эффективными являются следующие методические приёмы:

- чередование максимально растянутой мышцы (10–15 с) с незначительным ослаблением натяжения (5–6 с);
- пружинистые движения с задержкой (5–10 с) в крайней точке растягивания;
- медленное растягивание мышцы с остановками (по 5–6 с) и статическим напряжением растягиваемой мышцы в разных фазах движения;
- чередование полного расслабления растянутой мышцы (15–30 с) со статическим напряжением разной интенсивности при внешнем воздействии, не допускающем её сокращения.

Эффективность этих приёмов повышается при разнообразии упражнений и их динамических и пространственно-временных показателей, постоянном контроле за ощущениями и сопоставлении

их с реальными характеристиками. Следует учитывать, что эффективное расслабление мышечной ткани, необходимое для полноценного выполнения упражнений, может быть стимулировано предварительным напряжением мышц. Дело в том, что при быстром растягивании расслабленной мышцы возникает естественный защитный рефлекс: от чувствительных нервных окончаний, расположенных в мышечной ткани, в центральную нервную систему поступают импульсы, стимулирующие напряжение мышцы, её противодействие принудительному растягиванию (Hutton, 1991). Предварительное сокращение мышц вызывает обратную реакцию: от нервных окончаний направляется информация, стимулирующая непроизвольное расслабление мышц (Hubley et al., 1984). Это улучшает условия для последующего растягивания мышц, что предопределяет эффективность методического приёма, в основе которого лежит чередование предварительного напряжения мышц с последующим принудительным растягиванием. В практической работе этот приём реализуется следующим образом: производится 5–6-секундное произвольное напряжение мышц, затем постепенное планомерное принудительное растягивание мышц с последующей задержкой в условиях предельного растяжения.

Эффективным методическим приёмом преодоления напряжения растягиваемых мышц является и такой. После того как мышца растянута, в течение 10–20 с обеспечивается её удержание. Этого времени достаточно для расслабления растягиваемой мышцы, что создает условия для очередного незначительного дополнительного растягивания, которое снова приводит к увеличению напряжения. Каждое упражнение целесообразно выполнять 5–6 раз, что позволяет обеспечить оптимальное для развития гибкости растягивание мышечной и соединительной ткани (Линдсей, 2003). Такая тренировка способствует снижению жёсткости мышц и сопротивлению движению (Zollner et al., 2012).

При статическом растягивании следует исключить использование амплитуды, вызывающей боль, что обеспечивает профилактику травматизма мышц, сосудов, нервов, соединительной ткани. Растягивание необходимо ограничивать амплитудой, при которой отмечается чувство дискомфорта. Увеличение амплитуды следует обеспечивать рациональной разминкой, повышением температуры мышц и методикой выполнения упражнений, а не преодолением болевых ощущений (Jeffreys, 2008).

Важно отметить, что статическое растягивание в рациональных пределах, не выходящее за рамки легкого дискомфорта, является эффективным для повышения переносимости чувств дискомфорта и боли (Ven, Harvey, 2009), способствует существенному повышению управляемости широкоамплитудными движениями в их заключительных фазах.

Принудительное растягивание с максимальной амплитудой не следует включать в разминку перед тренировочными занятиями и соревнованиями, а также использовать в восстановительных целях в паузах между интенсивными упражнениями. Такое растягивание отрицательно сказывается на скоростных и силовых возможностях, нарушает технику, повышает вероятность травм (Triplett, 2012). Поэтому эффективным является использование статического растягивания в конце занятий, после завершения их основной части (Andersen, 2005).

При правильном выполнении статическое растягивание не травмоопасно, в отличие от баллистического и плиометрического, является эффективным для увеличения подвижности в суставах (Jeffreys, 2008), однако требует рационального сочетания с динамическим и баллистическим растягиванием, развитием силовых качеств и техническим совершенствованием (Fletcher, Jones, 2004; Triplett, 2012).

Статический метод, несомненно, наиболее эффективен для растягивания мышечной и соединительной тканей и повышения гибкости. В то же время применительно к большинству двигательных

действий, характерных для разных видов спорта, гибкость, приобретенная с помощью этого метода, не является специфической, не увязана с техникой основных двигательных действий, их нейрорегуляторным, физиологическим и биохимическим обеспечением.

Показано, что избыточное использование статического растяжения, особенно пассивного характера, отрицательно сказывается на других двигательных качествах — силе, ловкости, координации, скоростных способностях (Kay, Blazevich, 2012), может отрицательно сказаться на гормональной активности (Shrier, 2004). Эти данные изменили отношение к статическому растягиванию как важной части разминки, особенно предсоревновательной. ещё в 1990-х годах большинство спортсменов высшей квалификации широко использовали в разминке статическое растягивание, как активное, так и пассивное. В настоящее время ситуация изменилась и большинство спортсменов в разминке в основном используют динамические упражнения и динамические со статическими элементами. Активным и особенно пассивным статическим растяжениям в разминке отводится около 10 % общего объёма упражнений с растяжением мышц и соединительной ткани (Платонов, 2017).

Продолжительное непрерывное статическое растяжение (более 60 с) оказывает отрицательное влияние на проявление силовых качеств, координации, нейрорегуляторные процессы управления движениями (Behm, 2019). Предпочтительными являются упражнения, в которых фазы статического растяжения составляют не более 15–20 с (Simenz et al., 2005).

Метод динамического растягивания

Метод динамического растягивания основан на широкоамплитудных, плавных и свободных движениях, выполняемых с относительно невысокой скоростью. Такие движения обеспечивают снижение напряжения растягиваемой мышечной ткани. Это подтверждается тем, что быстрое растягивание вызывает активную ответную реакцию нервной системы на подачу защитных стимулов к сокращению растягиваемых мышц, и наоборот, уменьшение скорости растягивания мышц способствует созданию более мягкого режима регуляции мышечного напряжения (Moore, Hutton, 1980; Jeffreys, 2008).

При выполнении упражнений с отягощениями особое внимание должно быть обращено на эксцентрическую фазу движений. Движения с большой амплитудой, выполняемые в эксцентрическом режиме с различными отягощениями, вероятно, способствуют сбалансированному развитию гибкости и силовых качеств, а также снижают вероятность травматизма, характерного для силовых упражнений, выполняемых в эксцентрическом режиме (Falsone, 2014).

При использовании метода динамического растягивания спортсменами высокой квалификации преимущественно следует использовать различные вспомогательные, специально-подготовительные упражнения, органически связанные с техническим мастерством спортсмена, силовыми и координационными способностями. Это обеспечивает органическую взаимосвязь гибкости с другими составляющими подготовленности, реализацию достигнутого уровня этого качества в специальной тренировочной и соревновательной деятельности (Bandy et al., 1998).

Динамическое растягивание в отличие от баллистического и плиометрического отличается отсутствием резкого перехода от растягивания мышц к их сокращению, большей управляемостью движений и низкой травмоопасностью.

Эти особенности определяют место упражнений динамического характера в тренировочной и предсоревновательной разминке. Динамическое растягивание перед напряженной де-

ятельностью способствует увеличению мощности движений, их координации и экономичности (Taylor et al., 2013). Статическое растягивание может иметь отрицательное влияние на проявление силовых качеств и эффективность двигательных действий. Более того, избыточная подвижность применительно к предстоящей деятельности может увеличить риск травмы (Thacker et al., 2004).

Баллистический метод

Метод основан на движениях баллистического типа, выполняемых на основе начального импульса интенсивного мышечного сокращения с расслаблением и максимальной скоростью движения с выраженным акцентом в конечной части доступной амплитуды движения.

Баллистическое растягивание в силу действия защитного рефлекса на растяжимость не позволяет мышцам полностью расслабиться в конечной фазе движения и определяет меньшую амплитуду движений по сравнению со статическим растягиванием (Flanagan, 2012). Однако упражнения на растягивание баллистического типа, применяемые на базе, полученной вследствие использования статических и динамических упражнений, существенно повышают эффективность процесса развития гибкости, способность к реализации этого качества в разных условиях тренировочной и соревновательной деятельности (Vujnovich, Dawson, 1994). И это происходит несмотря на то, что эффективность таких упражнений сдерживается непродолжительностью фазы максимального растягивания, ограничивающей морфологические и неврологические адаптационные перестройки (Алтер, 2001).

Растягивания баллистического типа исключительно эффективны, так как не только способствуют развитию гибкости почти столь же эффективно, как и статические растягивания (Mahieu et al., 2007), но и, что особенно важно, обеспечивают взаимосвязь гибкости со скоростно-силовыми и координационными возможностями, техникой двигательных действий и их нейрорегуляторным и психологическим обеспечением (A. Frederick, C. Frederick, 2017).

В отношении баллистического метода есть ряд ограничений и противопоказаний. Прежде всего следует отметить, что эти упражнения могут привести к болевым ощущениям в мышцах, обусловленным их микроповреждениями (Cheung et al., 2003). В результате снижаются мышечная чувствительность, амплитуда движений в суставах, мышечная сила. После снижения нагрузки отрицательные эффекты сохраняются до 8 дней (Rabita, Delextrat, 2010). Более того, при выполнении баллистических упражнений высока вероятность не только болезненных ощущений и микротравм мышечной и соединительной тканей, но и более серьезных повреждений — растяжений и даже разрывов мышц, нервов, сухожилий и связок.

Следует отметить и неизбежное при выполнении упражнений с высокими скоростно-силовыми проявлениями проявление защитного миотатического рефлекса, стимулирующего сокращение растягиваемых мышц и ограничение амплитуды движений. Однако сторонники последнего аргумента не учитывают того факта, что множество высокоэффективных движений в спорте высших достижений носит баллистический характер, а использование соответствующих упражнений способствует не только развитию гибкости, но и совершенствованию нервной регуляции, в частности, в той части, которая связана со снижением воздействия охранительного рефлекса.

В специальной литературе нередко встречаются рекомендации о нецелесообразности использования баллистических упражнений, поскольку, во-первых, с их помощью не удастся до-

биться максимального расслабления и растягивания мышц в силу действия рефлекса на растяжимость, во-вторых, они травмоопасны. Такие рекомендации можно было бы учитывать, если бы стоял вопрос об изолированном развитии гибкости, без связи с другими двигательными качествами, техническим мастерством. Однако в спорте имеется множество двигательных действий, включающих движения баллистического типа с параллельным проявлением скоростных и силовых качеств, координационных способностей. Поэтому баллистические упражнения рассматриваются как средство не только развития гибкости, но и интегрального воздействия, объединяющее технические составляющие двигательных действий с двигательными качествами, в том числе и с гибкостью, приобретенной в результате применения статических упражнений (Newton et al., 2012).

Риски, связанные с применением упражнений баллистического типа, требуют исключительного внимания к технике выполнения упражнений, к их месту в программах тренировочных занятий, к разносторонней разминке перед выполнением. Однако они не могут служить основанием для ограничения использования баллистического метода для развития гибкости (Newton et al., 2012; Платонов, 2019).

Плиометрический метод

В основе метода лежат плиометрические движения, предполагающие растягивание мышц и соединительной ткани под воздействием значительных отягощений (эксцентрическая фаза) с последующим быстрым переходом через амортизационную фазу к сокращению мышц (концентрическая фаза).

Этот метод принято относить к методам развития скоростной силы. Однако с не меньшим основанием он может быть отнесен к методам развития гибкости, особенно в той части, которая связана с быстрым растягиванием мышц, сухожилий и фасций, накоплением в них упругой энергии (Платонов, 2019). То есть плиометрический метод связан не только с увеличением подвижности в суставах, но и с развитием способности к реализации достигнутого уровня гибкости в процессе перехода от растягивания мышц к их сокращению. Эта способность определяется как быстротой перехода на принципиально иной характер нервной регуляции активности мышечной ткани, так и использованием упругой энергии мышц и соединительной ткани (Hoffman, 2002; Korff et al., 2009; Lloyd et al., 2011). Не менее важной особенностью метода является его эффективность для обеспечения взаимосвязи и синхронного проявления гибкости, скоростной силы и соответствующих элементов техники двигательных действий (Bret et al., 2002; Chu, Myer, 2013).

Плиометрический метод травмоопасен. Предотвращение травм в значительной мере обуславливается подсознательным контролем и управлением движениями со стороны нервной системы, не допускающим растягивания мышц за травмоопасную границу. Обеспечивается это напряжением растягиваемых мышц, активацией мышц-антагонистов (Croce et al., 2004; Lloyd, Oliver, 2014). Однако использование плиометрического метода в значительной мере связано с преодолением и минимизацией проявления этих защитных реакций. Поэтому важнейшими средствами профилактики травм являются полноценная разминка, эффективная техника используемых упражнений (Gamble, 2013; Lloyd, Cronin, 2014).

Растяжение и развитие миофасциальной сети

Современные представления о роли фасций в регуляции и обеспечении эффективной двигательной деятельности, включая развитие растяжимости всех видов соединительной ткани и объединение их в сеть, оптимизирующую внутри- и межмышечную координацию, кинематическую и динамическую структуру двигательных действий (Майерс, 2019; Майерс, Эрлз, 2020), предполагают необходимость изложения рекомендаций по развитию растяжимости соединительной ткани в свете требований миофасциальной сети, действующей в виде системы, обеспечивающей двигательную активность (Schleip, 2015; A. Frederick, C. Frederick, 2017).

Результаты современных исследований требуют при развитии гибкости уделять особое внимание миофасциальной сети как совокупности элементов соединительной ткани — фасций, сухожилий, связок, суставных сумок, не просто в значительной мере обеспечивающей проявление гибкости, но интегрирующей ряд важнейших процессов управления движениями тела человека (Майерс, 2019).

Растяжимость и эластичность соединительной ткани важна не только для проявления гибкости и оптимизации управления движениями, но и профилактики травм, большинство из которых связано не с мышцами и костями, а с разными видами соединительной ткани. Показано, что ориентация на адаптацию этой ткани повышает результативность и безопасность спортивной подготовки, продолжительность спортивной карьеры, часто прерывающейся в результате травм (A. Frederick, C. Frederick, 2017).

В основу методики повышения гибкости миофасциальной системы положен ряд правил, в числе которых:

- разнообразие упражнений, способствующих растяжению разных видов соединительной ткани, увеличению подвижности в суставах;
- сочетание разных видов растяжения мышечной и соединительной ткани — статического (активного и пассивного), динамического и баллистического;
- сочетание упражнений локального характера, вовлекающих отдельные части тела, с упражнениями глобального характера, охватывающими разные суставы, группы мышц и соединительной ткани;
- широкий диапазон темпа движений в процессе растяжения тканей — от медленного до максимально быстрого;
- обеспечение волнообразного, пружинящего и плавного характера растяжений, повторяющихся до точки легкого дискомфорта;
- обеспечение в конечной части активного или пассивного статического растяжения 10–20-секундной задержки с максимальным расслаблением растянутых тканей;
- недопущение болевого синдрома, стимулирующего миотатический рефлекс, ограничивающий амплитуду движения и повышающий риск травм;
- допущение на фоне максимального активного статического растяжения с его фиксацией в крайней точке в течение 10–20 с незначительной дополнительной внешней помощи до возникновения чувства дискомфорта;
- сочетание растяжения мышц с различными вариантами свободного дыхания — от медленного до быстрого с планированием вдоха и выдоха как на фазу растяжения, так и на фазу расслабления;
- удобное положение тела и активное расслабление мышц тела и лица перед растяжением;

- концентрация внимания на внешних характеристиках — точке доступного растяжения, а не на мышечной активности, положении тела и его частей;
- восполнение жидкости в организме как необходимого условия для полноценного скольжения мышц и растяжения соединительной ткани (Schleip, 2015; A. Frederick, C. Frederick, 2017; Майерс, 2019; Платонов, 2021).

Совмещение развития гибкости и силы

Одной из особенностей методики физической подготовки спортсменов является совмещение работы над развитием гибкости и силовых качеств. Важно не только добиться высокого уровня развития гибкости и силы, но и обеспечить соответствие развития этих качеств между собой. Нарушение этого требования приводит к тому, что одно из качеств, имеющее более низкий уровень развития, не позволяет в полной мере проявиться другому качеству. Отставание в развитии подвижности в суставах не дает возможности спортсмену выполнять движения с необходимой амплитудой, быстротой и силой. Силовая подготовка, осуществляемая на использовании движений с неполной амплитудой, ограничивает подвижность в суставах, уровень проявления силовых качеств в начальной и конечной фазах широкоамплитудных движений, отрицательно сказывается на важнейших элементах техники двигательных действий (Chu, Myer, 2013; Платонов, 2019).

Комплексы упражнений в тренировочных занятиях, построенные на материале статических и динамических растягиваний, не включающие силовых компонентов, отрицательно сказываются на проявлениях силы, снижая её на 5–14% (Rabita, Delextrat, 2010). Однако когда тренировка, направленная на растягивание мышц и сухожилий, сочетается с силовой тренировкой, то, в конечном счете, увеличение амплитуды движений способствует увеличению силы (Rubini et al., 2007).

Рациональная методика развития гибкости предполагает не только соразмерность этого качества с силовыми возможностями спортсмена, но и необходимость создания условий для их совмещенного развития. Совмещенность развития силовых качеств и гибкости способствует повышению эффективности процесса развития каждого из них и, что особенно важно, одновременному проявлению в тренировочной и соревновательной деятельности. При выполнении силовых упражнений необходимо акцентировать внимание на максимально возможной амплитуде движений, что является обязательным условием одновременного развития гибкости. Особое внимание следует обратить на эксцентрические упражнения, предусматривающие проявление силовых качеств и мобилизацию двигательных единиц при растягивании мышц. Совмещенное развитие гибкости и силы обеспечивается и применением различных упражнений с использованием баллистического и плиометрического методов.

В тренировочном процессе, направленном на развитие силы, следует стремиться к подбору вспомогательных и специально-подготовительных упражнений, которые выполнялись бы с широкой амплитудой, обеспечивали бы растягивание мышц и сухожилий, способствуя одновременному развитию гибкости. Это может быть осуществлено незначительной коррекцией широко применяющихся упражнений или при некотором изменении конструкции или расположения тренажёрных устройств (рис. 15.7–15.9).

Таким образом, развитие гибкости, особенно во всех случаях, связанных с пассивным растягиванием и статическим режимом, способствует увеличению амплитуды движений, однако не

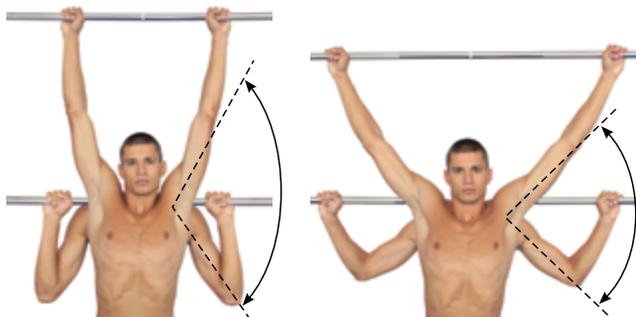


РИСУНОК 15.7 – Проявление подвижности в плечевых суставах при подтягивании на перекладине в зависимости от ширины хвата

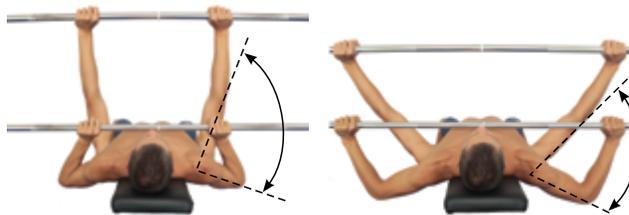


РИСУНОК 15.8 – Проявление подвижности в плечевых суставах при жиме лёжа в зависимости от ширины хвата



РИСУНОК 15.9 – Упражнения для совмещенного развития силовых качеств и гибкости

обеспечивает контроля и управления движениями в пределах увеличенной амплитуды, которые являются функцией силовых возможностей. Поэтому развитие гибкости должно быть органически увязано с развитием силы. Не в меньшей мере это относится к техническому мастерству спортсменов. Амплитуда движений, увеличенная неспецифическим статическим растягиванием, не может не нарушать устоявшейся динамической и кинематической структуры двигательных действий. Поэтому при развитии гибкости следует ориентироваться на использование и оптимальное сочетание разных видов растягивания — статического, баллистического, динамического, плиометрического; средств общеподготовительного вспомогательного, специально-подготовительного и соревновательного характера; методических приёмов, обеспечивающих подвижность в суставах и её реализацию в соревновательной деятельности.

Развитие гибкости в программах тренировочных дней и занятий

Время, затрачиваемое в течение дня на развитие гибкости, может составлять от 30 до 60 мин. Эта работа по-разному распределяется в течение дня — до 30–40 % могут составлять упражнения, включаемые в утреннюю зарядку или разминку, остальные — в программы тренировочных занятий.

Упражнения на развитие гибкости могут составлять программы отдельных тренировочных занятий. Однако чаще работа над развитием гибкости является частью занятий комплексной направленности. Продолжительность такой работы обычно не превышает 30 мин. Часто развитие гибкости осуществляется одновременно с развитием силовых качеств, что связано с использованием упраж-

нений, в которых растягивание мышечной и соединительной ткани сопровождается значительным напряжением или сокращением растягиваемых мышц.

Целесообразно чередовать программы, направленные на развитие подвижности в различных суставах: понедельник, среда, пятница — суставы верхней части тела и позвоночник, вторник, четверг, суббота — суставы нижней части тела и позвоночник. Для поддержания достигнутого уровня гибкости достаточно 50 %-ного объема работы — три-четыре еженедельных программы продолжительностью 30 мин каждая.

При определении оптимального времени для развития гибкости следует учитывать, что наивысшие показатели подвижности в суставах регистрируются с 11 до 18 ч, а в утренние и вечерние часы подвижность понижена (McGill, 2002). Однако при соответствующей разминке работа над гибкостью может планироваться в любое время (Платонов, 2004).

Постоянно следует помнить, что применение упражнений, направленных на развитие гибкости, требует интенсивного предварительного разогревания. И только после начала потоотделения можно приступать к растягиванию мышц и соединительной ткани.

Этим же обусловлена и целесообразность планирования упражнений, способствующих развитию гибкости, в заключительной части тренировочных занятий или после соревнований. В это время внутренняя температура тела повышена, мышечная и соединительная ткани эластичны и хорошо растяжимы, вероятность получения травм минимальна, а избыточное растягивание не может оказать негативного влияния на тренировочную и соревновательную деятельность (Jeffreys, 2016). Кроме этого, следует учитывать, что упражнения на растягивание в первой части занятия, особенно если они используются в рамках статического метода, могут отрицательно сказаться на эффективности двигательных действий при выполнении программ последующих частей занятия. В разминке или в начале тренировочного занятия следует использовать исключительно динамическое растягивание мышц, сухожилий, несущих основную нагрузку в последующей тренировочной или соревновательной деятельности (Chu, Myer, 2013; Jeffreys, 2016).

Если спортсмен в конце тренировочного занятия находится в состоянии достаточно тяжело-го утомления, динамические широкоамплитудные упражнения и, тем более, баллистические или плиометрические, могут привести к травмам. В этих условиях допустимы лишь активные и пассивные статические растяжения с акцентом на релаксацию мышц.

При планировании программ занятий, направленных на развитие гибкости, необходимо помнить, что активная гибкость развивается в 1,5–2 раза медленнее пассивной. Разное время требуется и на развитие подвижности в разных суставах. Быстрее повышается подвижность в плечевом, локтевом, лучезапястном суставах, медленнее — в тазобедренном суставе, позвоночнике (Сермеев, 1970; Blahnik, 2004).

Рациональное построение программ занятий, направленных на развитие гибкости, предусматривает выполнение упражнений с постепенным увеличением скорости и амплитуды движений (Jeffreys, 2008; Faigenbaum, Myer, 2012). Вначале должны выполняться статические растяжения, затем медленные растягивания с постепенно возрастающей амплитудой движений, затем быстрые растягивания с небольшой амплитудой движения и, наконец, быстрые растягивания с полной амплитудой движений (рис. 15.10). Хорошо разогретая мышечная и соединительная ткани сохраняют повышенный уровень гибкости в результате выполнения комплекса упражнений на растягивание в течение 1–1,5 ч.

Существует оптимальное количество повторений конкретных упражнений, выполняемых с использованием метода динамического растягивания, а также баллистического и плиометриче-

ского методов. Следует учитывать, что при рациональном выполнении упражнений и их оптимальном количестве подвижность в суставах будет увеличиваться от повторения к повторению. Однако при этом следует не допускать выполнения упражнений в условиях утомления. Обеспечивается это количеством упражнений (обычно не более 5–6) и значительными паузами между ними (в зависимости от характера и продолжительности упражнений от 30 с до 2–3 мин).

Особенности методики развития гибкости

Полноценное развитие гибкости предполагает исключительное разнообразие тренировочных средств, их тесную взаимосвязь со спецификой вида спорта и основных двигательных действий в структуре соревновательной деятельности, а также использование в режимах различных методов статического, динамического, баллистического и плиометрического растягивания.

Стремление к широкоамплитудным движениям, предъявляющим повышенные требования к подвижности в суставах, должно находиться в поле зрения и при применении разнообразных тренировочных и соревновательных упражнений, направленных на развитие других качеств (скоростно-силовых, разных видов выносливости, координационных способностей), а также совершенствование технико-тактических действий.

В специальной литературе обращается внимание на связь гибкости с техникой дыхания. В частности, максимальный наклон туловища вперед как упражнение, направленное на повышение гибкости позвоночника, приводит к тому, что мышцы нижней части спины подвергаются массивному напряжению, ограничивающему глубину наклона туловища в направлении бёдер. Медленный глубокий выдох во время наклона приводит к значительному снижению напряжения этих мышц, в то время как вдох, при котором грудная клетка расширяется, а мышцы живота втягиваются, приводит к существенному увеличению напряжения мышц нижней части спины, уменьшению амплитуды движений и снижению эффективности работы над развитием гибкости (Алтер, 2001). Таким образом, принципиальным моментом методики является достижение предельных показателей растягивания во время выдоха, а также максимальное расслабление при полном растягивании.

Однако этот частный случай не отрицает других вариантов сочетания дыхания с растяжением тканей. Более того, особенности двигательной деятельности в разных видах спорта, связанные с растяжением и большой амплитудой движений, определяют особенности дыхания. Поэтому следует использовать разные сочетания растяжения с частотой и глубиной дыхания, временем и продолжительностью вдоха и выдоха, задержкой дыхания, обеспечивая режим, отвечающий запросам конкретных двигательных действий (А. Frederick, С. Frederick, 2017).

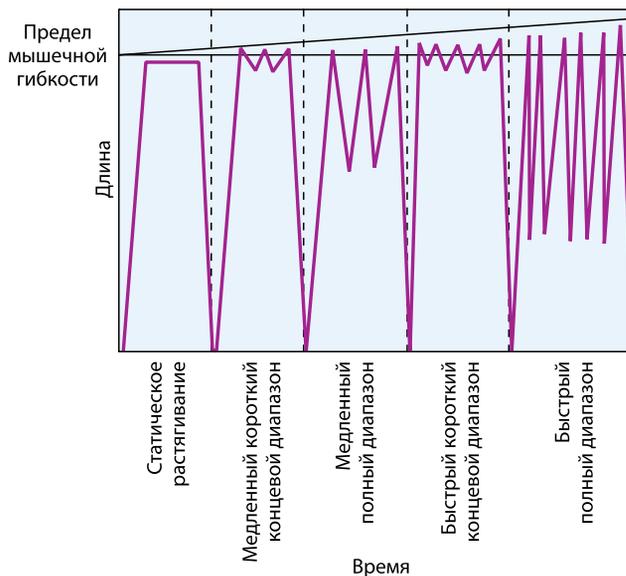


РИСУНОК 15.10 – Рациональная последовательность упражнений, направленных на развитие гибкости (Zachazewski, 1990)

Большое значение для развития гибкости имеют совершенствование нейрорегуляторной составляющей активности мышечной ткани, а также оптимизация внутри- и межмышечной координации. Методы совершенствования нейрорегуляторной составляющей гибкости по своей эффективности могут превышать действие других методов (Nelson, Bandy, 2004; Jeffreys, 2016), однако разработаны они явно недостаточно. Вместе с тем специалисты едины в определении методологического подхода к совершенствованию нейрорегуляторной составляющей гибкости: максимальное разнообразие упражнений и методов развития гибкости, совмещение в тренировочных занятиях средств статического, динамического, баллистического и плиометрического характера при широком диапазоне скорости движений, постоянный контроль за ощущениями и коррекция на их основе мышечного напряжения и расслабления (Falson, 2014; Brewer, 2017).

Оптимизация проявления рефлексов, определяющих растягивание мышц и сухожилий, требует методики, в которой при использовании метода статического растягивания постоянно чередуются растягивание мышц, статические положения как с полным расслаблением мышц, так и с их изометрическим сокращением (Jeffreys, 2008).

При использовании метода динамического сокращения, баллистического и плиометрического методов чрезвычайно важно разнообразить динамические и пространственно-временные характеристики движений и одновременно концентрировать внимание на осознанном восприятии воздействий и их коррекции с постепенным формированием таких специфических для спорта чувств, как чувство пространства, проявляемых усилий, степени сокращения и растягивания мышц, диапазона движений. Работа в этом направлении оптимизирует деятельность нервных окончаний, обуславливающих растягивание мышц и сухожилий, контроль за мышечными сокращениями (Behm, 2019).

Компоненты нагрузки при развитии гибкости

Эффективная методика развития гибкости предполагает учёт последовательности применения упражнений, величины отягощений, продолжительности упражнений, скорости движений, продолжительности пауз между упражнениями.

Последовательность выполнения упражнений. Для развития подвижности в суставах неприемлемым является использование кругового метода. Лишь закончив выполнение упражнений, направленных на развитие подвижности в одном суставе, следует переходить к упражнениям для следующего сустава. Начинать целесообразно с суставов, движения в которых обеспечивают вовлечение в работу крупных мышц (Платонов, 2015).

Упражнения баллистического и плиометрического характера следует выполнять после разносторонней разминки и упражнений, включающих динамическое растягивание. Применение баллистических и плиометрических упражнений после интенсивного использования метода статического растягивания опасно в связи с высокой вероятностью травматизма.

Величина отягощений. При использовании различных дополнительных отягощений, способствующих максимальному проявлению подвижности в суставах, необходимо, чтобы величина отягощений не превышала 50% уровня силовых возможностей растягиваемых мышц, хотя хорошо тренированные спортсмены высокой квалификации могут применять и большие отягощения. Величина отягощения в значительной мере зависит от характера упражнений: при выполнении медленных движений с принудительным растягиванием отягощения достаточно велики, а при использовании маховых движений отягощения не должны превышать 10–15% максимально доступных.

Продолжительность упражнений. Продолжительность отдельных упражнений зависит как от метода развития гибкости, так и особенностей конкретного упражнения. Упражнения, применяемые с использованием баллистического и плиометрического методов, очень непродолжительны и не превышают нескольких секунд. Упражнения, выполняемые с использованием метода динамического растягивания, в зависимости от их структуры, величины отягощений, темпа движений могут составлять от 10–15 до 45–60 с.

Наиболее продолжительными являются упражнения, основанные на статическом растягивании. При однократном растягивании продолжительность таких упражнений может составлять около 20–30 с. Когда же в отдельном упражнении имеют место растягивания, стабилизация положений, сочетание растягивания с напряжением и расслаблением мышц, пружинистыми движениями, продолжительность отдельного упражнения может достигать 2–3 мин и более.

Имеются доказательства (Trajano et al., 2014) того, что прерывистая работа, способствующая постепенному увеличению растяжения, является более эффективной по сравнению с непрерывной. Более того, подобная тренировка в силу разнообразия нейрорегуляторных реакций может оказаться более соответствующей специфике спортивной деятельности.

Скорость движений. Зависит от метода развития гибкости и особенностей методики применения упражнений. Упражнения баллистического и плиометрического типа требуют максимальных скоростных проявлений. Что касается упражнений, выполняемых с использованием метода динамического растягивания, то в большинстве случаев скорость движений должна быть небольшой. При выполнении медленных движений мышцы подвергаются большему растягиванию, увеличивается длительность воздействия на соответствующие суставы (Warren et al., 1976). Медленный темп является также надежной гарантией от травм мышц и связок.

При использовании метода статического растягивания мышцы растягиваются медленно до появления чувства дискомфорта, после чего мышцы и соединительная ткань находятся в состоянии растяжения в статическом положении. В случае, когда принудительное растягивание мышц связано с пружинистыми внешними воздействиями, сочетанием динамических фаз со статическими, скорость движений может быть увеличена.

Продолжительность пауз между упражнениями. Интервалы отдыха между отдельными упражнениями должны обеспечивать выполнение очередного упражнения при восстановившемся уровне работоспособности и состояния регуляторных систем. Естественно, что с учётом этого условия продолжительность пауз между упражнениями зависит от их интенсивности и продолжительности. Между непродолжительными упражнениями локального характера, с небольшой амплитудой движений, выполняемыми с низкой или умеренной скоростью, паузы могут быть непродолжительными и составлять 20–30 с. Увеличение в упражнениях объёма растягиваемых мышц, скорости и амплитуды движений приводит к увеличению продолжительности пауз, которые могут достигать 2–3 мин и более.

Тестирование гибкости

Тестирование гибкости направлено на выявление способности спортсмена выполнять движения с большой амплитудой. Контроль активной гибкости осуществляется путём количественной оценки способности спортсменов выполнять упражнения с большой амплитудой за счёт активности скелетных мышц. Пассивная гибкость характеризуется амплитудой движений, достигаемой при использовании

внешних сил (помощь партнёра, применение отягощений, блочных устройств и др.) (см. рис. 15.1). Разница между активной и пассивной гибкостью отражает величину резерва для развития активной гибкости. При тестировании гибкости не следует использовать движения баллистического типа (Adams, 1998; Kordich, 2006).

В спортивной практике для определения подвижности в суставах используют угловые и линейные измерения. При линейных измерениях на результатах контроля могут сказаться индивидуальные особенности обследуемых, например длина рук или ширина плеч, которые влияют на результаты измерений при наклонах вперед или выполнении выкрута с палкой, поэтому во всех случаях, по возможности, следует принять меры к устранению этого влияния. Так, при выполнении выкрута с палкой эффективным является определение индекса гибкости — показателя отношения ширины хвата (см) к ширине плеч (см). Однако необходимость в этом возникает лишь при сравнении уровня гибкости у спортсменов с различными морфологическими особенностями.

Максимальная амплитуда движений спортсмена может быть измерена различными методами: гониометрическим, оптическим, рентгенографическим (Хабли-Коузи, 1998; Flanagan, 2012).

Гониометрический метод предполагает использование механического или электрического угломера-гониометра, к одной из ножек которого прикреплен транспортер или потенциометр. При определении амплитуды движений ножки гониометра фиксируются на продольных осях сегментов, образующих сустав.

Оптический метод связан с видеорегистрацией движений спортсмена, на суставных точках тела которого закреплены маркеры. Обработка результатов изменения положения маркеров позволяет определить амплитуду движений.

Рентгенографический метод может быть использован в случаях, когда необходимо определить анатомически допустимую амплитуду движения в суставе.

Следует напомнить, что объективная оценка гибкости спортсмена по определению подвижности в отдельных суставах невозможна, так как высокая подвижность в одних суставах может сопровождаться средней или низкой подвижностью в других, поэтому для комплексного исследования гибкости необходимо определять амплитуду движений в разных суставах (Hublely-Kozey, 1991; Apostolopoulos, 2001).

Приведем простейшие тесты, применяемые для оценки подвижности в суставах (Сайгин, Ягомаги, 1983; Brewer, 2017; Behm, 2019).

Подвижность в суставах позвоночного столба. её обычно определяют по степени наклона туловища вперед. Спортсмен становится на скамью и наклоняется до предела вперед, не сгибая ног в коленных суставах. Подвижность в суставах оценивается по расстоянию от края скамьи до средних пальцев рук (см): если пальцы оказываются выше края скамейки, то величина подвижности недостаточна; чем ниже пальцы рук, тем выше подвижность в суставах позвоночного столба (рис. 15.11).

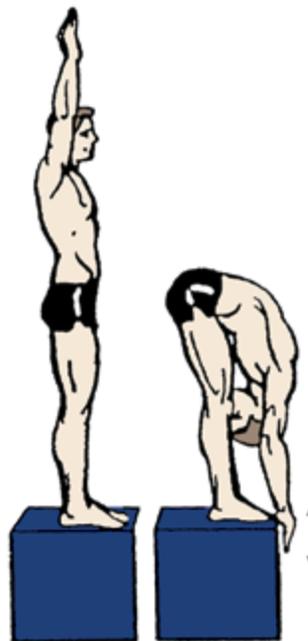


РИСУНОК 15.11 – Определение подвижности позвоночного столба при наклоне туловища из положения стоя

О подвижности позвоночного столба при боковых движениях судят по разнице между расстоянием от пола до среднего пальца руки при положении спортсмена в основной стойке и при наклоне до предела в сторону.

Для измерения подвижности при разгибательных движениях позвоночного столба спортсмен наклоняется до предела назад из исходного положения стоя, ноги на ширине плеч. Измеряется расстояние между шестым шейным и третьим поясничным позвонками.

Можно применять и другой способ определения подвижности при наклоне туловища вперед (рис. 15.12). Спортсмен сидит на гимнастической скамейке с выпрямленными ногами без хвата руками. Туловище и голова активно наклонены вперед-вниз. С помощью гониометра измеряется угол между вертикальной плоскостью и линией, соединяющей подвздошный гребень таза с остистым отростком последнего (седьмого) шейного позвонка. Хорошая подвижность отмечается, когда голова спортсмена касается коленей (угол не менее 150°); если кисти рук не дотягиваются до голеностопных суставов (угол менее 120°), подвижность плохая.

Подвижность в плечевом суставе. Спортсмен сидит на полу, выпрямив спину. Прямые ноги вытянуты вперед (в области колен прижаты к полу). Прямые руки вытянуты вперед на высоте плеч, ладонями внутрь. Другой спортсмен, стоя за спиной обследуемого, наклоняется к нему и, взяв за руки, отводит их максимально назад в строго горизонтальной плоскости. Обследуемый не должен сгибать спину, изменять положение ладоней. Если руки его приблизятся одна к другой на расстояние 15 см без особого усилия со стороны помощника, значит, спортсмен обладает средней гибкостью; если руки соприкоснутся или скрестятся, значит величина гибкости у него выше средней.

При другом способе оценки подвижности в плечевом суставе спортсмен лежит на спине на гимнастической скамейке, голова — на краю скамейки. Соединенные руки опущены (пассивно — под собственной тяжестью) за голову. Измеряется угол между продольной осью плеча и горизонтальной плоскостью (рис. 15.13). При хорошей подвижности локти опускаются ниже горизонтальной плоскости на $10\text{--}20^\circ$, при плохой подвижности руки расположены горизонтально или выше уровня скамейки.

Подвижность в голеностопном суставе. Для определения подвижности при разгибании стопы спортсмен садится на скамью, ноги вместе, выпрямлены в коленных суставах, затем разгибает стопу до предела. Если стопа составляет прямую линию с голенью (угол 180°), то гибкость оценивается выше средней: чем меньше этот угол, тем, следовательно, хуже подвижность в голеностопном суставе, низкая подвижность отмечается при угле между продольной осью большеберцовой кости и осью сто-



РИСУНОК 15.12 – Определение подвижности в суставах при наклоне туловища вперед, сидя на гимнастической скамье: 1 – хорошая; 2 – недостаточная

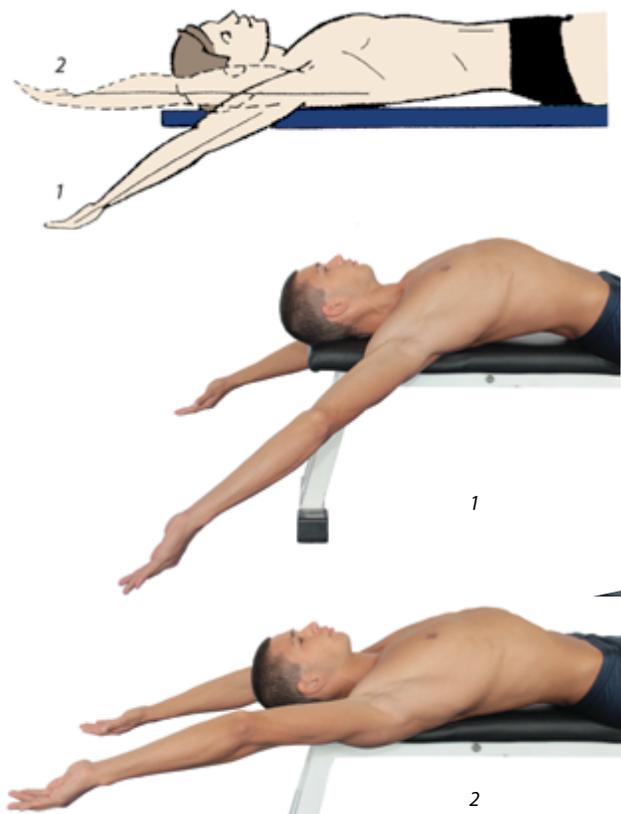


РИСУНОК 15.13 – Измерение подвижности плечевого пояса: 1 – хорошая; 2 – недостаточная

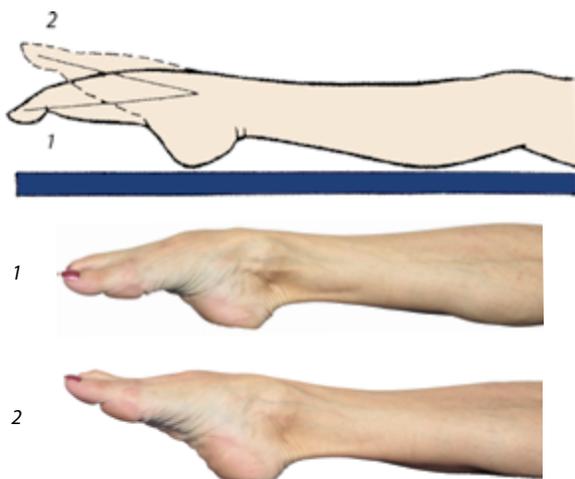


РИСУНОК 15.14 – Измерение подвижности в голеностопном суставе (разгибание): 1 – хорошая; 2 – недостаточная

пы ниже 160° (рис. 15.14). Подвижность при сгибании голеностопного сустава может оцениваться по расстоянию от стены до стопы (колени должны касаться стены) (рис. 15.15).

Для спортсменов ряда специализаций (например, плавание способом брасс, вратари в хоккее на льду, борцы вольного стиля и др.) большое значение имеет способность к ротации наружу в коленных и тазобедренных суставах (рис. 15.16). При ротации в коленных суставах спортсмен находится в положении стоя на коленях, пятки вместе. Разводя наружу стопы, которые находятся в положении тыльного сгибания, он переходит в сед на пятках. Измеряется угол пассивной ротации, т. е. угол между осями стоп (линия середины пятки и второго пальца). Хорошая подвижность отмечается, когда угол составляет 150° и больше (визуально: пятки не выше 3 см от пола); недостаточная подвижность — 90° и меньше (визуально: угол между осями стоп меньше прямого). При ротации в тазобедренных суставах спортсмен лежит на гимнастической скамейке, выпрямленные ноги вместе, стопы расслаблены, затем поворачивает стопы максимально наружу. Измеряется угол активной ротации между осями стоп.

Хорошая подвижность отмечается при угле 120° и больше (визуально: второй палец находится на уровне нижнего края пятки); плохая подвижность — 90° и меньше (визуально: угол между стопами меньше прямого угла).



РИСУНОК 15.15 – Измерение подвижности в голеностопном суставе (сгибание)

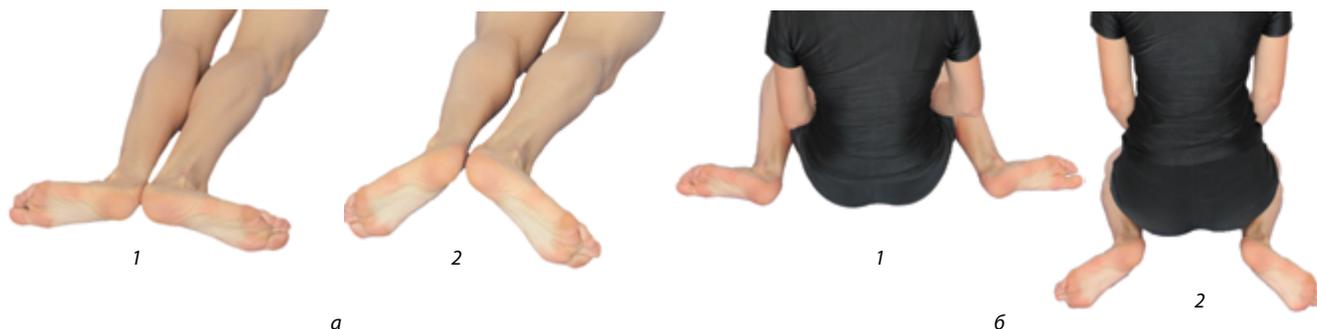


РИСУНОК 15.16 – Измерение подвижности при ротации кнаружи в коленных (а) и тазобедренных (б) суставах: 1 – хорошая; 2 – недостаточная

Подвижность в суставах может быть оценена и в процессе выполнения упражнений, направленных на развитие гибкости. При этом упражнения могут носить как базовый, так и специальный характер. При использовании базовых упражнений необходимо выполнять различные движения (сгибания, разгибания, приведения, отведения, ротации), требующие высокого уровня подвижности в суставах (рис. 15.17). Упражнения должны быть разнообразными с тем, чтобы всесторонне оценить как активную, так и пассивную гибкость. Однако особое значение использование упражнений имеет для оценки уровня **специальной гибкости**, учитывая теснейшую взаимосвязь между уровнем подвижности в суставах и эффективностью спортивной техники, способностью к реализации силы, скоростных качеств, координации, выносливости (Платонов, 2011; Gamble, 2013).

Специфика каждого из видов спорта диктует требования к подбору специальных упражнений, например, для спортивной и художественной гимнастики, акробатики, прыжков в воду эффективными могут оказаться следующие показатели подвижности, регистрируемые при выполнении специальных упражнений:

- угол наклона вперед из седа;
- угол подъёма (удержания) ноги вперед и в сторону;
- расстояние от кисти до пятки опорной ноги при выполнении гимнастического моста на одной ноге, другая вперед-вверх.

При контроле гибкости следует учитывать, что разные виды спорта и даже разные дисциплины одного и того же вида предъявляют различные требования к подвижности в тех или иных суставах. Данные таблицы 15.2 отражают требования, предъявляемые разными видами спорта, к подвижности в суставах.

В заключение следует отметить, что использование любого теста, требующего прояв-

ТАБЛИЦА 15.2 – Требования к подвижности в отдельных суставах по пятибалльной системе в зависимости от вида спорта

Вид спорта	Подвижность в суставах, балл			
	Вращательная подвижность плечевого пояса	Подозванное сгибание в голеностопном суставе	Наклон тела вперед	Ротация кнаружи в коленных и тазобедренных суставах
Плавание:				
кроль на груди	5	5	3	1
кроль на спине	5	5	3	1
дельфин	5	5	3	1
брасс	5	3	1	5
Комплексное плавание	5	5	3	4
Вольная борьба	5	5	5	5
Футбол	2	5	5	5
Гребля	5	2	5	0
Бег	2	5	2	3
Метание молота	5	5	5	5



РИСУНОК 15.17 – Оценка подвижности в суставах при выполнении различных упражнений

ления активной и, особенно, пассивной гибкости, требует продолжительной и целенаправленной разминки с общей и специальной частью (Harman, Garhammer, 2008). Общая часть разминки должна обеспечивать повышение внутренней температуры тела, разогревание мышц, связок, сухожилий (Jeffreys, 2008). В специальной части сначала выполняются статические и динамические упражнения, не допускающие возникновения боли, затем медленные растягивания с постоянно возрастающей амплитудой движений (Faigenbaum, Myer, 2012; McGuigan, 2016), затем быстрые растягивания с небольшой амплитудой движений и, наконец, быстрые растягивания с большой амплитудой движений (Zachazewski, 1990).

СИЛА И МЕТОДИКА ЕЁ РАЗВИТИЯ

В настоящей главе представлен анализ современной системы знаний в области силовой подготовки спортсменов, характерный для традиционного подхода, согласно которому выделяются различные виды силовых качеств, анализируются факторы их определяющие, обосновывается методика их развития. В результате многочисленных исследований последних лет существенно расширились представления в области силовой подготовки, получены принципиально новые результаты, требующие серьёзной коррекции ряда уже устоявшихся взглядов и сложившейся практики.

Одновременно нельзя не отметить, что для многих исследований последних лет характерно стремление всю проблематику, связанную с силовыми качествами и силовой подготовкой, органично связать с потребностями современного спорта, что принципиально изменило методологический подход к рассмотрению проблемы силовой подготовки.

Согласно исторически сложившимся представлениям, совокупность знаний, относящихся к силовым качествам, изучалась и совершенствовалась применительно к разным видам силы (максимальной, скоростной (взрывной и стартовой), абсолютной, относительной, динамической (концентрической и эксцентрической), изометрической и др.), их роли в разных видах спорта и методике развития.

Однако во многих исследованиях последних лет показано, что дифференцированный подход к развитию силовых качеств в системе подготовки спортсменов приводит ко многим противоречиям, отражённым во взаимосвязи силовой подготовки с технической подготовленностью спортсменов, их ловкостью, координационными способностями и гибкостью, возможностями систем энергообеспечения и выносливостью (Lloyd, Oliver, 2014; Платонов, 2019). Показано, что даже в видах спорта с явно выраженной силовой составляющей уровень максимальной силы, как и уровень мышечной гипертрофии, слабо коррелируют с эффективностью двигательных действий (Jimenez-Reyes et al., 2018; Morin, Samozino, 2018), а эффективные и популярные методы развития максимальной силы, рекомендуемые многими специалистами, оказывают разрушительное влияние на ряд важнейших компонентов спортивной результативности (Платонов, 2019; Манолаки, 2021 и др.).

Приобретает все бóльшую популярность подход, согласно которому все средства и методы силовой подготовки должны обеспечивать развитие мощности двигательных действий, характерных для конкретного вида спорта, находится в органичной связи с факторами физиологического, меди-

цинского, психоэмоционального, спортивно-педагогического характера, многочисленными закономерностями и специальными принципами, лежащими в основе рационально построенного процесса спортивной подготовки.

Поэтому в настоящей главе выделяется отдельный параграф, посвященный основам развития мощности, её взаимосвязям с силовыми и скоростными качествами.

Сила и виды силовых качеств

Под силой человека следует понимать его способность преодолевать сопротивление или противодействовать ему за счёт деятельности мышц. Сила — векторная величина, которая характеризуется точкой и направлением её приложения.

Сила может проявляться в изометрическом (статическом) режиме работы мышц, когда при напряжении они не изменяют своей длины, и в изотоническом (динамическом) режиме, когда напряжение связано с изменением длины мышц. В изотоническом режиме выделяются: концентрический (преодолевающий), при котором сопротивление преодолевается за счёт напряжения мышц при уменьшении их длины, и эксцентрический (уступающий), когда осуществляется противодействие сопротивлению при одновременном растягивании, увеличении длины мышц. В концентрических движениях сила сокращающихся мышц превышает силы, оказывающие сопротивление. В эксцентрических движениях, сопровождающихся растяжением мышц, сила мышечного сокращения меньше внешних сил. Особое место в спорте занимают плиометрический и баллистический варианты динамического режима.

В современном спорте используются различные понятия, относящиеся к силе и силовой подготовке: сила, максимальная сила, абсолютная и относительная сила, пиковая сила, медленная, скоростная, взрывная и стартовая сила, динамическая и статическая сила, силовая выносливость и др.

Под **максимальной силой** следует понимать наивысшие возможности, которые спортсмен способен проявить при максимальном произвольном мышечном напряжении. Уровень максимальной силы проявляется в величине внешних сопротивлений, которые спортсмен преодолевает или нейтрализует при полной произвольной мобилизации возможностей двигательной системы. Выделяют абсолютную и относительную силу. **Абсолютная** характеризуется наивысшими проявлениями силы спортсмена в конкретном движении, а **относительная** — силой, приходящейся на 1 кг массы его тела.

Максимальную силу принято отождествлять с силой, проявляемой в медленных движениях, практически без ускорения, или в статических условиях.

Однако для спорта характерно проявление силы при выполнении движений с ускорением, в широком диапазоне скорости, включая максимальную и близкую к ней. Связь между силой, проявляемой в изометрических условиях и при низкой скорости движений, слабо коррелирует с показателями силы, демонстрируемой в двигательных действиях, характерных для соревновательной деятельности в разных видах спорта. Не менее важно учитывать, что уровень силы может существенно колебаться в зависимости от скорости движения и точки приложения силы в диапазоне движения, индивидуальных особенностей спортсмена, имея в виду длину мышц, место крепления сухожилий к кости, структурные особенности сустава, особенностей предшествовавшей силовой подготовки, так как адаптация мышц и уровень силы обусловлены содержанием подготовки, а уровень силы во многом зависит от части диапазона движения, в котором мышцы получали наибольшую нагрузку. Поэтому к каждому движению может быть использовано такое понятие, как **пиковая сила**, под которой следует понимать наивысший уровень проявления силы, достигнутый в конкретной точке диапазона движения.

Зависимость силы от скорости движения потребовала выделения нескольких видов так называемой быстрой силы — **скоростной силы** как способности двигательной системы к мобилизации функционального потенциала для достижения высоких показателей силы в максимально короткое время. Скоростную силу следует дифференцировать в зависимости от величины проявлений силы в двигательных действиях, предъявляющих различные требования к скоростно-силовым возможностям спортсмена. Скоростную силу, проявляемую в условиях достаточно больших сопротивлений, принято определять как **взрывную силу**, а силу, проявляемую в условиях противодействия относительно небольшим и средним сопротивлениям с высокой начальной скоростью, как **стартовую силу**. Взрывная сила может оказаться решающей в тяжелой атлетике, легкоатлетических метаниях, при выполнении эффективного старта в спринтерском беге или плавании, бросков в борьбе, а стартовая — при выполнении ударов в бадминтоне, уколах в фехтовании и др.

Силу, проявляемую в концентрическом и эксцентрическом режимах мышц принято определять как динамическую, а в изометрическом — как статическую. Между динамической и статической силой тесная связь отсутствует, что должно учитываться при определении значимости этих видов силы в конкретном виде спорта и влиять на содержание силовой подготовки.

Сила в значительной мере определяется уровнем мотивации и нервного возбуждения. Показано, что в обычных условиях, характерных для тренировочного процесса, уровень проявления силы существенно ниже (примерно на 10–12 %) по сравнению с условиями соревнований при наличии максимального нервного возбуждения. В связи с этим рекомендуется максимальную силу разделять на **тренировочную и соревновательную**. Следует отметить, что для спортсмен-ов высокого класса соотношение между тренировочной и соревновательной силой достаточно устойчиво. Это не относится к новичкам или спортсменам невысокой квалификации, у которых различия между этими видами силы несут существенны и нестабильны (Zatsiorsky, 1995).

Силовая выносливость — это способность длительное время поддерживать достаточно высокие силовые показатели. Уровень силовой выносливости проявляется в способности спортсмена преодолевать утомление, в достижении большого количества повторений движений или продолжительного приложения силы в условиях противодействия внешнему сопротивлению. Силовая выносливость находится в числе важнейших качеств, определяющих результат во многих видах соревнований циклических видов спорта. Велико значение этого качества и в гимнастике, разных видах борьбы, горнолыжном спорте, фигурном катании.

Силовую выносливость методически правильнее относить к одному из видов выносливости. Однако в специальной литературе это качество рассматривается как силовая способность. Во избежание несоответствий мы придерживаемся такой же классификации.

Большинство высокоэффективных действий в разных видах спорта связано с таким понятием, как **мощность движений** — отношением работы, выполненной в течение определённого промежутка времени, к этому промежутку времени.

Мощность движений часто связывают со способностью к быстрой мобилизации двигательного аппарата, проявлением силы в движениях с высокой скоростью. Такое определение является частным случаем, характерным для понятия «максимальная мощность». Что же касается мощности, то это понятие следует рассматривать как прямую математическую функцию силы и скорости, которая может рассматриваться применительно к проявлению в движениях любой силы и скорости.

В процессе силовой подготовки постоянно приходится встречаться с такими понятиями, как вес и масса, которые принципиально различаются содержанием, однако как в спортивной практике, так и в науке о человеке, включая спортивную, часто используются как синонимы. **Масса** определяет

количество вещества в теле и измеряется в килограммах, а **вес** представляет собой векторную величину, силу, с которой объект давит на опору, растягивает подвес или другой вид крепления и измеряется в ньютонах (Н).

Факторы, определяющие уровень силы

Уровень и проявление разных видов силы (максимальной, скоростной, силовой выносливости) зависит от ряда факторов: анатомических, морфологических, биомеханических, психорегуляторных, нейрорегуляторных, энергетических и эндокринных.

К анатомическим, морфологическим и биомеханическим факторам относятся:

- масса и размеры тела, объём мышечной ткани и процент тощей ткани;
- объём, прочность и эластичность костной ткани и хряща;
- растяжимость и эластичность мышечной и соединительной тканей — сухожилий, связок, фасций;
- возбудимость, проводимость и сократимость мышечной ткани;
- нейрорегуляция мышечной активности, меж- и внутримышечная координация;
- площадь поперечного сечения различных мышечных групп, распределение мышечных объёмов в разных частях тела;
- соотношение в мышцах МС-, БСа- и БСб-волокон;
- способность к накоплению в процессе растяжения упругой энергии сухожилий, мышц и фасций;
- особенности крепления сухожилий к костям, удаленность от осей вращения мест крепления сухожилий к кости;
- стабильность пояснично-тазового комплекса.
- реакции эндокринной системы и гормональный ответ на нагрузки силового характера.

Нейрорегуляторная роль в повышении уровня силовых качеств сводится к совместному действию трёх факторов: синхронизации и максимализации деятельности мышц-агонистов, синергистов и стабилизаторов; увеличению количества двигательных единиц мышц, обеспечивающих движение, минимизацию активности двигательных единиц мышц-антагонистов и синхронизацию их деятельности с другими группами мышц (French, 2016). Возможности этих факторов можно продемонстрировать наглядным фактом, согласно которому нетренированные люди при предельной нейромышечной активации не способны вовлечь в работу более 60–70% БС-волокон от того уровня, который проявляется при электрической стимуляции мышц. Специальная тренировка позволяет устранить это различие.

Наиболее эффективные и значимые действия, характерные для подавляющего большинства видов спорта, требуют быстрого перехода от эксцентрической работы к концентрической при максимально возможном уровне скоростно-силовых проявлений. Проявление силы в заключительной части эксцентрической фазы, а затем в амортизационной и начальной части концентрической, у спортсменов высшей квалификации практически независимо от уровня максимальной силы (Komi, 2003; Kraemer, Looney, 2012), однако во многом определяется способностью нервной системы к активации двигательных единиц мышц (особенно состоящих из БС-волокон), эффективностью межмышечной координации (Aagaard et al., 2002), накоплением упругой энергии мышц и сухожилий в процессе их растягивания. В случаях, когда скелетные мышцы сокращаются без предварительного растягивания, механическая продукция заметно ниже (Hirayama, 2015).

У нетренированных людей выполнение силовых упражнений с большими отягощениями, и особенно с высокой скоростью движений, вызывает сокращение мышц-антагонистов как фактора сохранения стабильности движений и уменьшения риска травм. Под влиянием тренировки и роста тех-

нического мастерства активность антагонистов значительно снижается, что наряду с увеличением мобилизации и синхронизации агонистов, синергистов и стабилизаторов приводит к существенному увеличению силы.

Особую роль в развитии и реализации силовых качеств играет так называемая поструральная устойчивость, обеспечиваемая стабильностью пояснично-тазобедренного комплекса, включающего поясничный отдел позвоночника, таз и тазобедренные суставы, мышцы живота, внутренние и наружные мышцы таза, глубокие мышцы спины и мышцы бедра. От пояснично-тазобедренной стабильности зависит направление действия силы, его соответствие структуре двигательного действия в процессе силовой подготовки и реализации силы в соревновательной деятельности, эффективность передачи энергии от нижних конечностей и туловища к верхним конечностям, обеспечение статодинамической устойчивости, что важно для любого вида спорта, но особенно для спортивной и художественной гимнастики, спортивных игр, горнолыжного спорта, для которых характерны изменения направления движения, ускорения, остановки, сгибания, разгибания и вращения тела.

Устойчивость пояснично-тазобедренного комплекса обеспечивается пассивными и активными компонентами. Пассивными являются тела позвонков и суставы. Характерные для них ограничения в определённой мере способствуют стабильности при выполнении двигательных действий. Важным моментом, связанным с пассивными ограничениями, является информация, которую получает центральная нервная система от механорецепторов пассивных компонентов. Активные компоненты образованы слоями мышц, а также сухожилиями и фасциями. Эти слои разделяются на местные (глубокие) стабилизаторы (внутренние мышцы позвоночника и таза), глобальные (поверхностные) стабилизаторы и глобальные двигатели (Barr, Lewindon, 2014).

К сожалению, как в специальной литературе, так и практике силовой подготовки спортсменов, развитию мышц, обеспечивающих поструральную устойчивость, уделяется явно недостаточное внимание. Не учитывается, что слабость поструральных мышц существенно снижает эффективность движений, не позволяя в полной мере реализовать скоростно-силовой потенциал спортсмена. Нестабильность пояснично-тазового комплекса также приводит к снижению экономичности работы, так как часть энергии спортсмен вынужден использовать на компенсаторные движения, обеспечивающие устойчивость тела.

Приведенных фактов достаточно, чтобы убедиться в исключительном многообразии и сложности силовой подготовки спортсменов в отношении всех её составляющих, начиная от выявления специфики в каждом из видов спорта и заканчивая реализацией силовых качеств в соревновательной деятельности в органическом единстве с другими составляющими спортивного мастерства.

Проявление силовых качеств в спорте

Соревновательная деятельность во многих видах спорта связана не только с проявлениями разных видов силы (максимальной, взрывной, стартовой, силовой выносливости) в сложном взаимодействии и постоянном чередовании, но и с проявлениями силы в концентрическом, эксцентрическом, изометрическом, плиометрическом и баллистическом режимах в сложной последовательности (Платонов, 2019). В этом легко убедиться, если, например, проанализировать структуру соревновательной деятельности в спортивной гимнастике или хоккее с шайбой.

При развитии максимальной силы у спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, необходимо ориентироваться не на максимально возможный, а на оптимальный для конкретного вида спорта уровень. Например, изучение силовых возможностей сильнейших в мире толкателей

ядра показало, что оптимальный уровень силы в жиме лёжа составляет 204–272 кг, в то время как максимально доступные результаты в этом упражнении могли оказаться на 60–80 кг большими. Однако стремление к достижению такого уровня максимальной силы неизбежно снизило бы скоростные возможности и выходную мощность, повысило бы риск травмирования (Hansen, 2014).

Аналогичная ситуация со спринтерским бегом. Мировые рекордсмены в беге на 100 м последних трёх десятилетий показывали результаты в приседаниях со штангой в исключительно широком диапазоне — от 125 до 274 кг, что свидетельствует о том, что уровень максимальной силы не является определяющим для достижения вершин мастерства. Многие спринтеры вообще не использовали упражнения с большими отягощениями для развития максимальной силы, а уровень силовых возможностей нижней части тела обеспечили плиометрическими упражнениями, бросками тяжёлых медболов, беговыми упражнениями с различными сопротивлениями. Именно такие упражнения способствовали развитию специфических для спринта проявлений силы (Hansen, 2014).

Скоростные и координационные способности в сложных двигательных действиях, включающих ускорения, замедления, остановки, смены направления движения, в значительной мере обуславливаются силовыми возможностями, проявляемыми в концентрических, эксцентрических, изометрических, плиометрических, баллистических условиях. Эксцентрическая сила исключительно важна для эффективного торможения, изометрическая — для быстрой остановки, плиометрическая — для эффективной смены направления движения, концентрическая — для стартового ускорения, баллистическая — для завершающих фаз двигательных действий. Естественно, что эффективные двигательные действия предполагают сбалансированный уровень развития силовых возможностей применительно к различным условиям, взаимосвязь силовых возможностей со статодинамической устойчивостью и направлением приложения силы в процессе замедления, остановки, смены направления и последующего ускорения. Это важно не только для проявления силы, но и для профилактики травм.

Исключительное многообразие требований к силовой подготовленности спортсменов в реальных условиях соревновательной деятельности предопределяет разнообразие содержания силовой подготовки как базового, так и специального характера, которое принципиально отличается от того, которое наблюдается при проявлении силы в двигательных действиях, изолированных от конкретных двигательных задач, как, например, в традиционных программах, характерных для силовой подготовки с использованием двух-трех десятков современных силовых тренажёров, каждый из которых обуславливает структуру конкретного двигательного действия и соответствующую активацию отдельных мышц.

Во многих видах спорта, требующих эффективных ударных, толчковых, метательных или бросковых действий (метание копья, толкание ядра, удары в теннисе или волейболе, броски в гандболе или водном поло и т. п.), скоростно-силовая и техническая подготовка преимущественно концентрируется на средствах, вовлекающих в работу верхние конечности. Однако исследования показали, что скоростно-силовые проявления в таких двигательных действиях во многом обусловлены стабильностью пояснично-тазового комплекса, силой мышц туловища и нижних конечностей и соответствующей техникой. Для того, чтобы убедиться в этом, достаточно предложить гандболисту, волейболисту или теннисисту выполнить бросок или удар из положения сидя или стоя на коленях: эффективность действия окажется намного меньшей (Lloyd, Oliver, 2014). Поэтому процесс как силовой, так и технической подготовки должен быть разносторонним, связанным не только с потенциалом верхних конечностей, но и других частей тела, обеспечивающих эффективность двигательных действий.

Для спортивной практики большое значение имеет взаимосвязь между разными видами силы, поскольку специфика каждого вида спорта предопределяет требования к определённым силовым качествам. Одни виды спорта или виды соревнований требуют высокого уровня максимальной и

скоростной силы, другие — силовой выносливости, третьи — скоростной силы, четвертые — равномерного развития различных силовых качеств. Как недостаточное, так и избыточное развитие силовых качеств может отрицательно сказаться на эффективности спортивной техники, ограничивать уровень проявления скоростных способностей и выносливости. Поэтому процесс силовой подготовки применительно к различным силовым качествам должен быть ориентирован не на изолированное их развитие и стремление к достижению максимально доступных показателей в конкретном виде силовых способностей, а на сбалансированное с иными видами силовых способностей, другими двигательными качествами и сторонами подготовленности, в конечном счете, обеспечивающими эффективную тренировочную и соревновательную деятельность (см. видео **3, 4, 5, 6, 7, 8, 10**).

Такой же подход должен быть реализован и при обобщении знания в области силовой подготовки, накопленного современной наукой и практикой. Система знаний в области силовой подготовки должна опираться на разностороннее теоретическое обоснование и охватывать исключительно широкий спектр средств и методов, создающих разностороннюю основу силовой подготовленности и обеспечивающих развитие силовых качеств в соответствии со специфическими требованиями вида спорта.

К сожалению, в этой области имеет место гипертрофированное внимание к той части силовой подготовки, которая связана с разработкой проблематики бодибилдинга и оздоровительной двигательной активности и не отражает специфических требований к силовым качествам, предъявляемым разными видами спорта. Однако эти знания нередко рекомендуются для олимпийских видов спорта, а их реализация в практике приводит к несоответствию силы специфическим требованиям вида спорта и невозможности её реализации в специфических двигательных действиях, ограничению подвижности, координации, выносливости, избытку силы в одних элементах движений и её недостатку в других, повышает вероятность спортивных травм.

В этой связи нельзя не отметить деятельность американской Национальной ассоциации силы и подготовленности (NSCA), которая своими многочисленными публикациями активно насаждает в мировой спорт подход к силовой подготовке, ориентированный на развитие силы путём мышечной гипертрофии по методике, во многом соответствующей применяемой в бодибилдинге. Примеров можно привести множество. Например, такая методика рекомендуется (Haff, Burgess, 2012) спортсменам, специализирующимся в стайерских видах соревнований (марафонский бег, шоссейные велогонки, триатлон и др.). Ещё более удивительными выглядят рекомендации строить силовую подготовку девочек, начиная с 11-летнего возраста, и мальчиков — с 12-летнего на основе таких средств, как жим штанги стоя и лежа, приседания со штангой, тяга штанги и т. п., выполняемых в 2–3 сериях по шесть повторений в каждой и с отягощениями, достигающими 80% 1 ПМ (Costa, Fakuda, 2017). Эти рекомендации, в силу их очевидной опасности для здоровья и карьеры спортсменов, будут подвергнуты специальному анализу в одном из последующих параграфов этой главы.

При решении задач силовой подготовки необходимо учитывать не только влияние применяемых средств и методов на развитие того или иного вида силовых качеств, но и то, как они воздействуют на проявление скоростных качеств и гибкости, техническое мастерство, мощность, ёмкость и экономичность систем энергообеспечения, выносливость. Не менее важно учитывать, насколько могут быть реализованы в соревновательной деятельности силовые качества, развитые на основе использования неспецифических средств — различных отягощений, силовых тренажёров и др. Такой подход требует, чтобы в подготовке спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, нередко использовались средства и методы, не самые эффективные с позиций оптимального развития конкретного вида силы, но обеспечивающие органическую взаимосвязь процесса силовой подготовки со становлением других составляющих спортивного мастерства. Например, для

изолированного развития максимальной силы наиболее эффективными являются концентрические, эксцентрические и изокINETические упражнения, выполняемые в медленном темпе и с большими отягощениями. Однако в большинстве видов спорта развитие максимальной силы обеспечивается преимущественно использованием баллистических и плиометрических упражнений, а также концентрических и эксцентрических упражнений, выполняемых с различной скоростью и различными отягощениями, по форме и структуре мышечной активности отвечающих специфике вида спорта, требованиям эффективного развития и становления других двигательных качеств и сторон подготовленности (Платонов, 2004; Gamble, 2013). Каждая из методик имеет свои преимущества, отраженные в уровне максимальной силы и быстроте достижения высоких показателей силы (рис. 16.1).

В спортивной практике существует мнение, что крупные мышцы, способные к высоким проявлениям максимальной силы, не могут обеспечить высоких показателей скорости движений, что отрицательно сказывается на результативности в упражнениях, требующих высокого уровня развития скоростной силы. Специальные исследования, как и передовая спортивная практика, опровергают эту точку зрения. Существует достаточно тесная положительная связь между уровнем максимальной и скоростной силы. Однако она четко проявляется в тех случаях, когда скоростная работа связана с необходимостью преодоления большого внешнего сопротивления (не менее 50 % уровня максимальной силы). При этом чем выше сопротивление, тем большее значение приобретает уровень максимальной силы для развития высоких показателей скоростной силы. В то же время преодоление очень небольших сопротивлений с высокой скоростью (например, движения в настольном теннисе) не требует высокого уровня развития максимальной силы. Более того, в таких случаях может отмечаться отрицательная связь между максимальной и скоростной силой.

Неоднозначной является оценка взаимосвязи максимальной и скоростной силы. Специалисты отмечают наличие достаточно тесной связи между этими видами силы. И это действительно так, если развитие максимальной силы обеспечено преимущественно нейрорегуляторным совершенствованием, улучшением внутри- и межмышечной координации при относительно небольшой гипертрофии мышц. Если же прирост максимальной силы обеспечен в основном мышечной гипертрофией как следствием применения больших отягощений в неспецифических для вида спорта двигательных

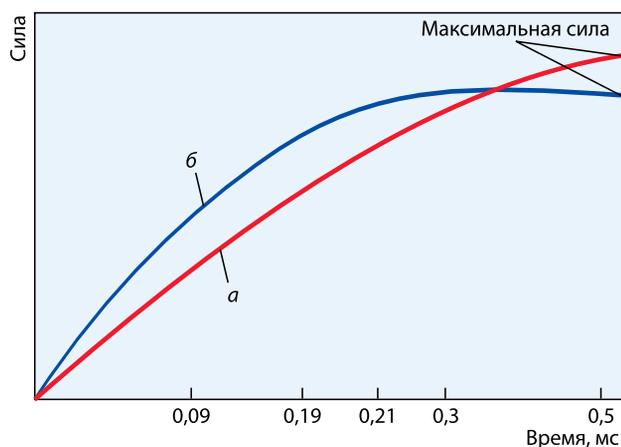


РИСУНОК 16.1 – Результативность силовой тренировки с использованием концентрических, эксцентрических и изокINETических упражнений (а) и тренировки с применением плиометрических и баллистических упражнений (б) (Brewer, 2017)

действиях, то здесь положительная связь отсутствует. В свою очередь, развитие скоростной силы предусматривает прежде всего совершенствование нейромышечной регуляции, меж- и внутримышечной координации. Это, естественно, способствует и более высокому уровню проявления максимальной силы, в том числе и путём незначительной мышечной гипертрофии.

Имеется тесная положительная связь между максимальной силой и силовой выносливостью при работе, требующей больших сопротивлений, — 70–90 % уровня максимальной силы. Это обусловлено тем, что развитие максимальной силы способствует накоплению в мышцах АТФ, креатинфосфата и гликогена, совершенствованию меж- и внутримышечной координации в условиях работы с большими сопротивлениями. Эти факто-

ры во многом определяют силовую выносливость при работе анаэробного характера с многократным преодолением достаточно большого сопротивления. И, опять же, положительная связь отмечается лишь в случае, когда уровень максимальной силы повышается не путём мышечной гипертрофии.

Эффективная соревновательная деятельность, требующая проявления силы, в подавляющем большинстве случаев требует проявления силовых качеств в кратчайшее время, обычно в диапазоне 100–200 мс. Однако в произвольных движениях максимальное проявление силы обычно достигается позднее, т. е. в реальной спортивной деятельности, особенно в спортивных играх и единоборствах, максимальные проявления силы могут быть достигнуты за пределами продолжительности двигательных действий, характерных для соревновательной деятельности. Это порождает необходимость ускорения процесса проявления силы и поиска средств и методов, обеспечивающих увеличение подвижности процессов, регулирующих скорость мобилизации силового потенциала на подсознательном уровне. Устранение этого противоречия специалисты видят в повышении способности к активации БСб-волокон, расширению моторной памяти, а также в предварительной нейромышечной активации, составляющей латентную стадию двигательного действия и опирающуюся на его антиципацию (Komi, Ishikawa, 2009). Эта предварительная стимуляция является важнейшим компонентом двигательных действий, требующих быстрой мобилизации скоростно-силовых возможностей спортсмена, что должно быть отражено в процессе силовой подготовки.

Степень напряжения мышц, количество вовлечённых в работу двигательных единиц, особенности деятельности мышц-синергистов и мышц-антагонистов, нервное обеспечение работы мышц и суставов в значительной мере обусловлены величиной суставного угла. Исследования показывают (Lindh, 1979; Fox et al., 1993), что наибольший прирост силы отмечается в том суставном угле, в котором велась тренировка, в других углах тренировочный эффект выражается меньше. Этот факт можно проследить и на результатах других исследований (Graves et al., 1989), показавших наличие специфических тренировочных эффектов в отношении развития максимальной силы мышц-разгибателей колена в результате 10-недельной тренировки (2–3 занятия в неделю, величина сопротивлений – 7–10 ПМ) в динамическом режиме при ограниченной амплитуде движения (рис. 16.2). Испытуемые (59 чел.) были произвольно распределены на две группы: первая группа (а) тренировалась при ограниченном сгибании колена в пределах 120–60 град, вторая (б) – 60–0 град. Как

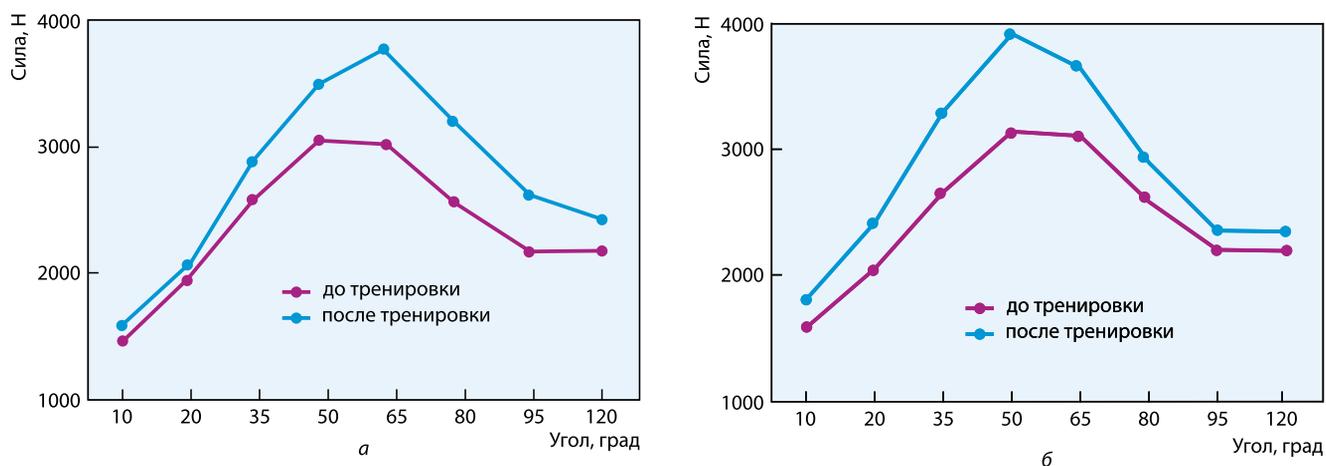


РИСУНОК 16.2 – Прирост силы мышц-разгибателей колена у испытуемых, тренировавшихся при разных углах сгибания колена: группа а – 120–60 град·с⁻¹; группа б – 60–0 град·с⁻¹ (Graves et al., 1989)

свидетельствуют представленные результаты, увеличение силы было большим по тренируемой амплитуде движения по сравнению с нетренируемой.

Отмечая важность широкоамплитудных движений в процессе силовой подготовки спортсменов, следует отметить, что использование больших отягощений при небольшой амплитуде движений не только ограничивает развитие силы в незадействованных частях амплитуды, но и отрицательно сказывается на уровне подвижности в суставах (De Vries, Houch, 1995). Поэтому силовые упражнения должны охватывать доступную амплитуду движения (Harmon et al., 2017).

В процессе силовой подготовки очень важно также обеспечить равномерное развитие мышц, вовлечённых в выполнение противоположно направленных движений. Например, напряжённая работа над развитием силы мышц—сгибателей туловища предусматривает необходимость выполнения аналогичной работы над развитием мышц—разгибателей туловища; повышение силы сгибателей плеча требует также повышения силы разгибателей и т. д. Если не обеспечивать соответствия между развитием противоположно действующих мышечных групп, могут возникнуть негативные последствия: нарушения осанки, неправильное положение суставов, повышение травматизма суставных хрящей, сухожилий и связок.

Средства силовой подготовки

Многообразие проявлений силы в разных видах спорта и видах соревнований предопределяет исключительное разнообразие средств силовой подготовки в отношении разных её видов — общей, вспомогательной, специальной, воздействия на разные мышечные группы и силовые качества, режимов работы мышц, механизмов адаптации — мышечного и нейрорегуляторного. Это разнообразие во многом обеспечивается и интенсивным развитием в течение последних десятилетий индустрии производства разного рода тренажёров и приспособлений для силовой подготовки, широким внедрением в спорт достижений смежных сфер двигательной деятельности (йога, пилатес, средства оздоровительного фитнеса). Большую роль сыграли и научные разработки последних лет, в которых показана необходимость резкого расширения объёма средств баллистического и плиометрического характера (Potach, Chu, 2008; Gamble, 2013; Radnor et al., 2017), а также средств, способствующих реализации в специально-подготовительных и соревновательных упражнениях силового потенциала, накопленного в процессе общей и вспомогательной подготовки (Платонов, 2004; Malisoux et al., 2006). Особое место в современной системе силовой подготовки отводится средствам нейромышечной тренировки, в основе которой развитие силовых качеств в условиях, требующих одновременного проявления силовых качеств и статодинамической устойчивости (Bosko, 1985; Lloyd et al., 2011). Упражнения, относящиеся к этой группе средств, предъявляют высокие требования не только к мышечной системе, но и к анализаторам, обеспечивающим статическое и динамическое равновесие, что особенно важно для развития способностей к проявлению силовых качеств в различных двигательных действиях, характерных для того или иного вида спорта (Chu, Myer, 2013; Gamble, 2013). То есть во всех этих случаях обращается внимание на нейрорегуляторные реакции, сопровождающиеся «синергетической адаптацией» (Lloyd et al., 2018), отражающей приведение процесса развития силовых качеств требованиям эффективной соревновательной деятельности.

Упражнения, требующие проявления силовых качеств и сохранения равновесия, могут выполняться на неподвижной опоре, а также с использованием различных подвижных приспособлений — мячей, подушек, платформ и т. п., получивших в последние годы широкое распространение (рис. 16.3, 16.4; см. видео **1, 9**).



РИСУНОК 16.3 – Примеры силовых упражнений, требующих проявления силовых качеств и сохранения равновесия

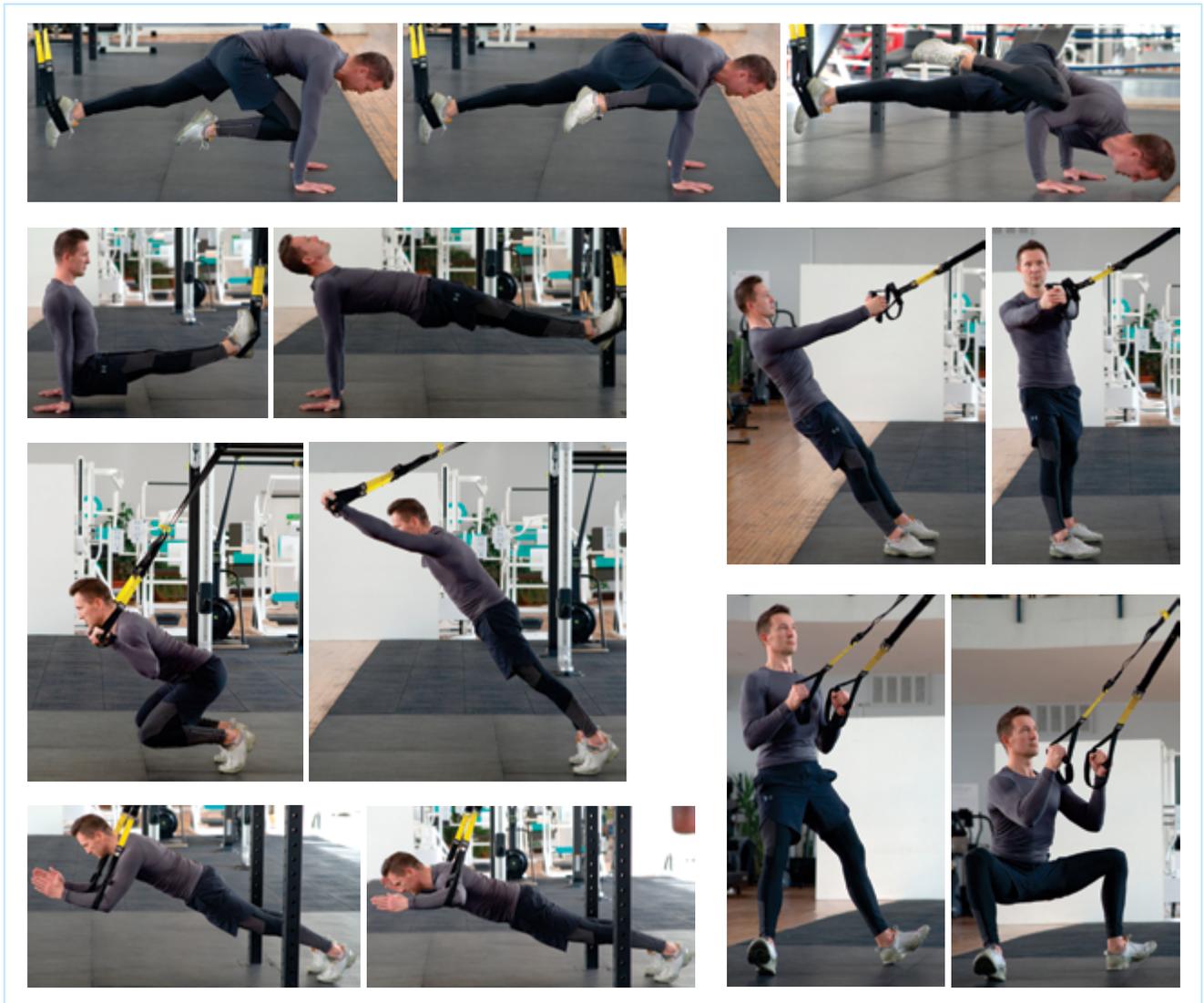


РИСУНОК 16.4 – Примеры упражнений, требующих проявления силовых качеств и сохранения равновесия, выполняемых на тренажёре TRX

Особого внимания требует вопрос, касающийся соотношения в тренировочном процессе упражнений со свободными весами и упражнений, выполняемых с применением различных тренажёров избирательной направленности. Свободные веса представляют собой различные средства, в которых сопротивление обеспечивается при помощи свободно двигающегося тела — штанги, гантелей, медболов, массы собственного тела или тела партнёра и др. Такие упражнения отличаются разнообразием динамической и кинематической структур движений, они являются естественными для двигательных действий, характерных для соревновательной деятельности спортсменов, сочетаются с технико-тактическими проявлениями, другими двигательными качествами, обеспечивают связь проявлений силы с деятельностью мышц—стабилизаторов тела. Эффективность таких упражнений ещё больше возрастает, когда часть из них выполняется на неустойчивых поверхностях. Однако упражнения со свободными весами имеют один серьёзный недостаток — постоянная масса

используемых снарядов, собственного тела или тела партнёра не соответствует динамике силовых возможностей в разных фазах диапазона движения, а ограничивается возможностями, доступными в наименее эффективной с биомеханической точки зрения части движения.

Упражнения на силовых тренажёрах, получивших широкое распространение, в том числе и вследствие активности фирм, производящих такое оборудование, также имеют свои сильные стороны и недостатки. К сожалению, активная рекламная деятельность производителей тренажёров, особенно изокинетических, создает гипертрофированное представление о преимуществах тренажёрного оборудования и, одновременно, отвлекает внимание от их серьёзных недостатков применительно к требованиям спорта высших достижений.

Упражнения, выполняемые с использованием тренажёров, позволяют более эффективно, по сравнению со свободными весами, избирательно воздействовать на отдельные компоненты силовой подготовленности, в основном связанные с гипертрофией мышц и максимальной силой. Однако эти упражнения и их динамические и пространственно-временные характеристики ограничены конструктивными особенностями каждого конкретного тренажёра, что особенно характерно для изокинетических тренажёров. Это приводит к ограничению объёма вовлечённой в работу мышечной ткани теми двигательными единицами мышц, которые непосредственно связаны с конкретным движением, оставляя многие другие незадействованными, лишёнными взаимодействия с гормональными, нейрорегуляторными и энергообеспечивающими составляющими. Использование силовых тренажёров не требует сохранения равновесия и в большинстве упражнений не вовлекает в работу постуральные мышцы, что неизбежно приводит к отставанию в развитии этих мышц и к серьёзным проблемам в выполнении движений с большими сопротивлениями и необходимостью сохранять равновесие тела. Отсюда ограниченность адаптационных реакций, которая будет проявляться в реальной спортивной деятельности, особенно в сложных многосуставных движениях. Поэтому увлечение упражнениями, выполняемыми на тренажёрах, приводит к односторонности силовой подготовки, её несоответствию специфике двигательных действий, характерных для спортивной деятельности, отсутствию должной взаимосвязи с техническим мастерством, скоростными и координационными способностями.

В силу этих причин в практике спорта высших достижений основной объём средств силовой подготовки связан с использованием свободных отягощений, что особенно наглядно проявляется в специальной подготовке. Недостатки упражнений с использованием средств постоянного сопротивления (штанги, гантели), обусловленные стандартным отягощением в любой фазе движения, независимо от возможностей мышц, компенсируются значительно более разносторонним воздействием на мышечную систему, особенно вовлечением мышц, стабилизирующих положение тела. Упражнения со свободными весами не только обеспечивают разносторонность силовой подготовки, но и существенно облегчают реализацию силовых качеств в специфической тренировочной и соревновательной деятельности. Что же касается тренажёров, то их следует использовать в качестве дополнительного средства базовой направленности. Строго фиксированная пространственно-временная структура движений не отвечает требованиям исключительно разнообразной двигательной деятельности, характерной для спорта. Фиксированная кинематическая структура движений формирует и соответствующий динамический стереотип, имеющий очень мало связей с реальными требованиями к силовым качествам в том или ином виде спорта. При всем разнообразии, тренажёры не позволяют оказать избирательного воздействия на все мышечные группы, что не обеспечивает разносторонности силовой подготовки, её соответствия специфике вида спорта. ещё одним недостатком является отсутствие нагрузки, необходимой для развития мышц, обеспечивающих стабилизацию



РИСУНОК 16.5 –
Использование цепей
для планомерного
увеличения величины
отягощения
(Haff et al., 2016)

тела. И, наконец, ошибочным являются представления о безопасности тренажёров в отношении риска травм опорно-двигательного аппарата. Специалисты (Kraemer, 2017) отмечают, что в этом отношении тренировка на тренажёрах не приводит к серьёзным преимуществам по сравнению с работой со свободными отягощениями.

Стремление повысить эффективность силовых упражнений со свободными весами и нивелировать присущие им недостатки часто приводит к неожиданным, однако заслуживающим внимания предложениям. Например, представляют интерес рекомендации по использованию дополнительных отягощений в виде цепей и резин, которые фиксируются к штанге и создают дополнительную нагрузку, увеличивая её по мере выполнения движения. Регулировкой массы звеньев цепи или растяжимости резины можно приблизить динамику сопротивления к реальным возможностям мышц в отдельных фазах движения (рис. 16.5, 16.6).

В процессе силовой подготовки часто используются различного рода растягивающиеся элементы (резиновые жгуты, пружины). С помощью таких средств выполняются различные упражнения, имитирующие основные двигательные действия (например, гребковые движения в плавании или гребле, прыжки вверх и др.). Однако динамика нагрузки при использовании таких приспособлений находится в полном противоречии с динамикой нагрузки, типичной для двигательных действий в соревновательной деятельности. В характерных для спорта двигательных действиях наивысшая нагрузка имеет место в начале движения, затем постепенно снижается. При растяги-



РИСУНОК 16.6 – Использование резины для планомерного увеличения величины отягощения (Haff et al., 2016)

вании резиновых жгутов или других элементов динамика нагрузки противоположная: наименьшая нагрузка имеет место в начале движения, затем постоянно нарастает, достигая максимума к его концу. Поэтому упражнения с такими средствами могут приводить к неадекватному специфике вида спорта нейрорегуляторному управлению деятельностью мышц.

Особое место в силовой подготовке должны занимать упражнения, направленные на повышение силовых возможностей мышц, обеспечивающих стабильность пояснично-тазобедренного комплекса. Постуральная устойчивость исключительно важна для обеспечения биомеханической эффективности скелетно-мышечной системы, обеспечения мышечного и скелетного баланса, создающего условия для рациональных движений и двигательных действий, профилактики травм. Особенно актуально это для всех видов спорта и видов соревнований, в которых вращение является важнейшим элементом основных двигательных действий — фигурное катание, фристайл, метания диска и молота, хоккей с шайбой, теннис, настольный теннис и др. Упражнения, построенные на сгибаниях, разгибаниях, поворотах и вращениях в нижней части позвоночника, разгибании в тазобедренных суставах вовлекают в работу внутренние стабилизаторы нижней части позвоночника, таза и бедра. Выполнение таких упражнений способствует стабилизации пояснично-тазобедренного комплекса. Кроме этого, такие упражнения способствуют развитию мышечносуставной чувствительности — способности контролировать расположение позвоночника, таза, бедер и обеспечивать их устойчивость (рис. 16.7). Важными элементами методики применения таких упражнений являются наличие статического компонента, выполнение упражнений при глубоком дыхании, а также при задержке дыхания, концентрация внимания на ощущениях, поступающих от мышечных рецепторов и отражающих положение позвоночника, таза, бедер.

Для повышения стабильности пояснично-тазобедренного комплекса исключительно эффективными являются упражнения, выполняемые с использованием различного оборудования, предъявляющего дополнительные требования к устойчивости тела — медболы, подвижные платформы, неустойчивые куполообразные и плоские устройства для балансирования, фитболы и др., а также различные тренажёрные устройства, способствующие сохранению равновесия применительно к специфике вида спорта. Упражнения с использованием такого оборудования не только повышают возможности внутренних мышц-стабилизаторов, но и потенциал внешних мышц живота, спины, таза, бедер, формируя целостную систему обеспечения стабильности пояснично-тазобедренного комплекса. См. в качестве примеров видео **1, 3, 4, 5, 9, 12, 16, 17**.

Выше уже отмечалось, что силовые упражнения могут выполняться в статическом (изометрическом) режиме, когда напряжение мышц не связано с их укорочением или растяжением, и динамическом (изотоническом), когда проявление силы обеспечивается напряжением сокращающихся или удлиняющихся мышц. Понятно, что специфика двигательной деятельности в спорте предопределяет подавляющее использование упражнений, выполняемых в динамическом режиме. В зависимости от структуры движений, их интенсивности, используемых тренажёров и снарядов, сочетания концентрической и эксцентрической работы, упражнения, выполняемые в динамическом режиме, могут оказывать принципиально различное влияние на развитие силовых качеств. Принято выделять динамические упражнения следующих видов: концентрические, эксцентрические, изокинетические, баллистические, плиометрические. Эти пять видов динамических (изотонических) упражнений дополняются статическими (изометрическими) упражнениями. Каждый из видов упражнений отличается особенностями воздействия на нервную, мышечную, соединительную и костную ткани, протекание реакций адаптации, обеспечивающих развитие силовых качеств. Это дает основания положить эти виды упражнений в основу различных методов развития силовых качеств — концентрического, эксцентрического, изокинетического, баллистического, плиометрического и изометрического.



РИСУНОК 16.7 – Примеры упражнений, способствующих развитию стабильности пояснично-тазобедренного комплекса

Тренировка на нестабильных поверхностях

В специальной литературе последних лет идет активная дискуссия об эффективности для спорта высших достижений упражнений, выполняемых на нестабильных поверхностях, — больших гимнастических мячах, надувных дисках, колеблющихся досках, различного рода мягких платформах, песке, гимнастических матах и др. Такие упражнения создают повышенные требования к способности сохранять равновесие при выполнении двигательных действий силового характера, увеличивают статодинамическую устойчивость (Willardson, 2007; Behm et al., 2010). Однако в силу неустойчивости существенно снижаются способности спортсменов к проявлению максимальной и взрывной силы, которая может составлять менее 70 % проявляемой в действиях на стабильной опоре (Behm et al., 2002; Nuzzo et al., 2008). Это дает основание некоторым специалистам (Behm et al., 2010; Haff et al., 2016) отмечать неэффективность упражнений на нестабильных поверхностях для развития силы у спортсменов, считать их менее эффективными, в том числе и для повышения стабильности тела, по сравнению с упражнениями на устойчивой поверхности, выполняемыми со свободными весами. Поэтому рекомендуется (Haff et al., 2016) использовать упражнения на нестабильных поверхностях для улучшения равновесия на ранних этапах подготовки, создавая условия для последующей напряженной работы над развитием силы на устойчивых поверхностях.

К сожалению, такой подход страдает очевидной односторонностью. Он может оказаться приемлемым, например, для тяжелой атлетики — вида спорта с жестко детерминированной структурой двигательных действий. Однако применительно к другим видам спорта с изменчивой структурой двигательных действий упражнения на устойчивых и нестабильных поверхностях следует выполнять параллельно, постепенно увеличивая долю упражнений, выполняемых на нестабильных поверхностях. В этом случае создаются необходимые условия как для развития силы, так и увеличения способности к её реализации в условиях соревновательной деятельности, которая в большинстве случаев требует проявления различного рода силовых качеств параллельно с сохранением статодинамической устойчивости. И именно развитие способности к реализации силовых возможностей, полученных в результате тренировки на устойчивых поверхностях, порождает необходимость силовой подготовки на всякого рода нестабильных поверхностях не перед, как рекомендуется (Haff et al., 2016), а одновременно и после силовой подготовки в условиях стабильного положения тела. Следует отметить, что неспособность проявить максимальную силу на нестабильных поверхностях применительно к большинству видов спорта не является слабостью, так как их специфика предполагает использование подавляющего большинства силовых упражнений с отягощениями, лежащими в диапазоне 30–80 % максимально доступных в стабильных условиях. Кроме того, уровень силы менее 70 %, доступный для проявления на неустойчивой опоре, характерен для спортсменов, не имеющих соответствующего опыта подготовки. Те же атлеты, которые привыкли тренироваться стоя или лёжа на различного рода нестабильных поверхностях, способны к значительно большим силовым проявлениям, часто достигающим в отдельных упражнениях 75–85 % доступных в упражнениях на устойчивых поверхностях.

Отмечая необходимость использования в процессе силовой подготовки упражнений, выполняемых стоя или лёжа на нестабильных поверхностях, особо следует отметить их эффективность для профилактики травм (Myer et al., 2011) и реабилитации после травм (Fitzgerald et al., 2000).

Методы силовой подготовки

Концентрический метод основан на выполнении двигательных действий с акцентом на преодолевающий характер работы, т. е. с одновременным напряжением и сокращением мышц. Этот метод наиболее широко используется в процессе силовой подготовки, что обусловлено простотой и доступностью средств (упражнения со свободными весами, использованием массы собственного тела, сопротивления партнёра, различных тренажёров и т. д.), разнообразием двигательных действий, возможностью решения задач базовой, вспомогательной и специальной силовой подготовки, связью с техническим совершенствованием, проявлением гибкости и координационных способностей и др.

Простота и доступность метода при достаточно высокой его эффективности обуславливают существенный объём силовой работы традиционного динамического характера при подготовке спортсменов, особенно для решения задач общей физической подготовки, связанных с созданием силового фундамента, и, прежде всего, — с развитием максимальной силы.

Концентрический метод кроме сильных сторон имеет и слабые. При выполнении упражнений с традиционными отягощениями (например, со штангой) сопротивление является постоянным на протяжении всего движения. В то же время силовые возможности человека в разных фазах движения значительно изменяются в связи с длиной рычагов приложения силы. Упражнения со штангой, блочными устройствами или другими подобными отягощениями обычно выполняются с постоянной невысокой скоростью. Только в этом случае обеспечивается нагрузка на мышцы по всей амплитуде движения, и то в отдельных фазах она не соответствует реальным возможностям мышц, вовлечённых в работу.

При выполнении движений с высокой скоростью со штангой или другим снарядом усилия, проявленные в начале движения, придают снаряду ускорение, а дальнейшая часть движения выполняется по инерции, без значительной активации мышц, т. е. тренирующее воздействие мышцы испытывают лишь в начальной фазе. Кроме того, при выполнении некоторых упражнений в конечных позициях мышцы практически не испытывают нагрузки. Так бывает, например, в разных видах жима штанги, отжиманиях на параллельных брусьях.

Вместе с тем разнообразие средств, которые могут использоваться в случае применения данного метода, обеспечивает всестороннее воздействие на мышечный аппарат, сопряженное совершенствование силовых качеств и основных элементов технического мастерства. Важным является также характерное для концентрической тренировки сочетание преодолевающего и уступающего режимов работы мышц, создающее условия для выполнения движений с достаточно большой амплитудой, что является положительным фактором для проявления и развития силовых качеств, так как способствует увеличению силы в концентрической фазе (Komi, 2003; Moir, 2012).

Упражнения со свободными отягощениями (штанга, гантели, медболы и др.) способствуют совершенствованию внутри- и межмышечной координации, обеспечивают бóльшую реализацию приобретенных силовых возможностей в специфических условиях по сравнению с упражнениями, выполняемыми с применением изокинетических тренажёров (Stone et al., 2000; Kraemer et al., 2002). Более того, некоторые специалисты (Frost et al., 2010) отмечают, что ограничение структуры движений при использовании изокинетических тренажёров приводит к узкой нервной адаптации, ограничивающей реализацию силовых качеств в специфических условиях, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности. Этого недостатка, в силу разнообразия упражнений и широ-

кого диапазона величины отягощений в различных частях амплитуды движений, лишены упражнения со свободными отягощениями.

Силовые упражнения взрывного типа обеспечивают бóльшую нагрузку на мышцы и мышечные группы, вовлечённые в начальную фазу амплитуды движения, и значительно меньшую — на мышцы, обеспечивающие заключительную часть амплитуды движения. Эта слабость высокоскоростных силовых упражнений компенсируется соответствием движений естественным требованиям спортивной техники, высокой эффективностью для совершенствования нейромышечной регуляции (Gamble, 2013). Использование при выполнении силовых упражнений с высокой скоростью больших отягощений позволяет подавить силы инерции и обеспечить большую нагрузку на мышцы в течение всей амплитуды движения (Harman, 2008).

В силовой тренировке достаточно широко распространены упражнения с использованием упругих компонентов — резиновых жгутов, пружин, эластичных прутьев и т. п. Принципиальным недостатком этих приспособлений является то, что каждое движение начинается с низкого сопротивления, которое постоянно возрастает по мере растяжения. Это противоречит естественным проявлениям силы в подавляющем большинстве движений, которые характеризуются наивысшими величинами в начале движения. Увеличение сопротивления в конце движений нарушает естественный процесс нервной регуляции мышечной активности, подавляя скорость, обеспеченную сокращением мышц в предыдущих фазах. Однако этот недостаток имеет и свою сильную сторону, так как обеспечивает большую нагрузку в заключительной фазе движения, чего не удается добиться при выполнении с высокой скоростью упражнений со штангой или с использованием плиометрической или баллистической тренировки. Поэтому таким упражнениям может быть отведено определённое место в процессе базовой силовой подготовки.

Рациональным подбором упражнений (например, узконаправленных упражнений с ограниченной амплитудой движений) можно в определённой мере компенсировать недостатки метода, связанные с уменьшением нагрузки на мышцы, вызванной инерционностью при скоростно-силовой работе. Таким же путём можно обеспечить нагрузку на мышцы, адекватную их возможностям в той или иной фазе.

Таким образом, концентрический метод является эффективным для развития разных видов силовых качеств путём воздействия на их составляющие — мышечную и нейрорегуляторную. К другим преимуществам метода, определяющим его место в системе силовой подготовки спортсменов, следует отнести:

- разнообразие упражнений по динамическим и пространственно-временным параметрам движений, вовлечение в работу разных мышечных групп, двигательных единиц мышц и мышечных волокон разного типа;
- пропорциональную стимуляцию адаптации нервной, мышечной, костной и соединительной тканей;
- возможность моделирования движений, характерных для соревновательной деятельности как эффективного средства для переноса силовых возможностей в условиях тренировочной и соревновательной деятельности;
- простоту, доступность и взаимозаменяемость тренировочных средств.

Эксцентрический метод. Тренировка этим методом основана на движениях, отличающихся уступающим характером работы, сопротивлением воздействию, амортизацией, торможением с одновременным растягиванием мышц. Как в специальной литературе, так и в спортивной практике эксцентрическим упражнениям уделяется значительно меньше внимания, чем концентрическим. Объясняется это тем, что конечная результативность большинства двигательных действий преимущественно обеспечивается концентрическим режимом работы мышц.

Упражнения, выполняемые в эксцентрическом режиме, вовлекают в работу меньшее количество мышечных волокон по сравнению с упражнениями концентрического характера. Высокая нагрузка на меньший объём мышечных волокон является серьёзным риском их повреждения — разрушение саркомеров и Z-линий, воспаление, отечность, болевые ощущения (Мохан и др., 2001). Риск перенапряжения мышц в результате интенсивной силовой тренировки с использованием эксцентрического метода больше по сравнению с риском в результате применения изометрического или концентрического методов (рис. 16.8).

Однако значительно больше оснований уделять эксцентрическим упражнениям не меньшее внимание, чем остальным. Обуславливается это рядом причин. При эксцентрической работе возможно значительно большее проявление силы по сравнению с концентрической (Moir, 2012; Kravitz, Bubbico, 2015). Эксцентрические сокращения мышц присутствуют при выполнении подавляющего большинства двигательных действий, характерных для разных видов спорта. Например, в беге мышцы нижних конечностей в равной мере работают в эксцентрических (удлинение) и концентрических (сокращение) условиях. Эксцентрический режим работы мышц характерен для основных фаз двигательных действий в легкоатлетических прыжках и метаниях, стартах и поворотах в плавании, остановках и изменениях направления движения в спортивных играх, лыжном и горнолыжном спорте и т. д. Эффективность деятельности мышц в эксцентрических условиях является не только важнейшей составной частью двигательных действий в фазах, связанных с торможением, амортизацией и растягиванием мышц, но и создает механические и нейрорегуляторные предпосылки для последующих движений преодолевающего характера с концентрическим режимом работы мышц (Chu, Myer, 2013; Gamble, 2013). Особенно велика роль силовых возможностей, проявляемых в эксцентрических условиях для двигательных действий баллистического и плиометрического характера (Malisoux et al., 2006; Lloyd, Oliver, 2014). При этом важно отметить, что механическая эффективность эксцентрической работы выше по сравнению с концентрической. Это проявляется меньшим вовлечением двигательных единиц при идентичных проявлениях силы и значительно большей экономичностью при выполнении работы одной и той же мощности (Komi, Ishikawa, 2009).

Эксцентрические упражнения отличаются высокой результативностью не только для развития максимальной и скоростной силы, но и для укрепления механических свойств сухожилий, что предопределяет их значение для профилактики травм и реабилитации после них. Эти упражнения исключи-

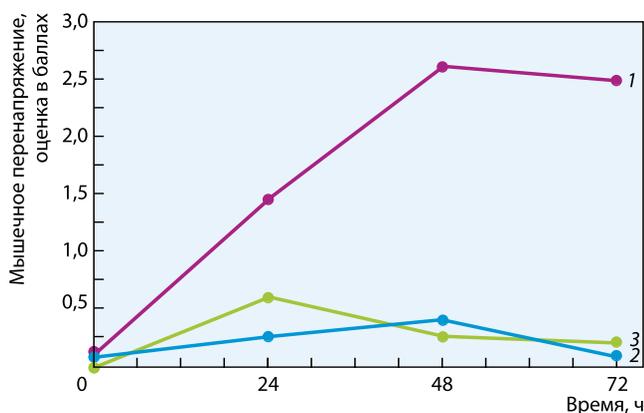


РИСУНОК 16.8 – Риск перенапряжения мышц в результате интенсивной силовой тренировки с применением эксцентрического (1), концентрического (2) и изометрического (3) методов (Fox et al., 1993)

тельно эффективны для укрепления соединения «мышцы—сухожилия», увеличения массы костной и соединительной тканей (Stone, Karatzeferi, 2002), они существенно повышают амортизационные возможности мышц и сухожилий, увеличивая их способности к противодействию чрезмерным нагрузкам. Поэтому в тренировочном процессе эксцентрическими упражнениями должно уделяться столь же серьёзное внимание, как и концентрическим.

Во многих работах, выполненных в последние годы, выявлен ещё ряд сильных сторон эксцентрического метода. Его использование притормаживает действие мышечных веретён в отношении сдерживания сократительной активно-

сти мышц в двигательных действиях с большими отягощениями, увеличивая таким образом уровень проявления силы (Kravitz, Bubbico, 2015). Применение в эксцентрических движениях массы снарядов, превышающей доступную в концентрических, способствует увеличению силы при концентрических сокращениях мышц, а также усиливает активизацию БСб-волокон, не затрагивая объём вовлечённых в работу МС-волокон (Cermak et al., 2013).

Большое внимание уделяется определению оптимальной величины отягощений и скорости движений. Достаточно эффективной уже является масса снаряда, составляющая 105 % доступной в концентрической фазе. Однако с увеличением силы, укреплением мышц и соединительной ткани, улучшением процессов нейрорегуляции мышечной активности величина отягощений может планомерно возрастает до 107, 109, 111 % и т. д. вплоть до 125 % доступной в концентрических движениях (Kravitz, Bubbico, 2015).

Низкая скорость выполнения движений (рекомендуемое соотношение скорости движений в концентрической и эксцентрической фазах 1:3 или 1:4) наиболее целесообразна для стимуляции синтеза белка, увеличения силы и мышечной гипертрофии (Schoenfeld, 2010; Burd et al., 2012), а широкий спектр скоростей — для оптимизации нейрорегуляторных процессов.

Повышенная травмоопасность эксцентрических упражнений требует соответствующей профилактики — укрепления мышечной и сухожильной тканей, правильной техники движений, полноценной разминки и рационального режима работы и отдыха в тренировочных занятиях и микроциклах. Специалисты особое внимание обращают на технику выполнения упражнений, способы помощи и страховки со стороны тренера и партнёров (Kravitz, Bubbico, 2015). Большинство упражнений со штангой требуют оперативной установки дополнительного отягощения при окончании концентрической фазы и его устранения — в конце эксцентрической, страховки при выполнении, например, жима ногами на тренажёре, когда концентрическая фаза обеспечивается усилием мышц обеих ног, а эксцентрическая — поочередно правой и левой.

Изометрический метод. Основу метода составляют упражнения, в которых напряжение мышц происходит без изменения их длины.

В числе преимуществ изометрического метода, которые заставляют использовать его в практике, следует отметить возможность интенсивного локального воздействия на отдельные мышечные группы (Moir, 2012). При локальных статических напряжениях проявляются наиболее точные кинестетические ощущения основных элементов спортивной техники, что позволяет наряду с повышением силовых качеств совершенствовать её отдельные параметры (Stone et al., 2007). Продолжительность околопредельных напряжений в статических условиях существенно превышает регистрируемую в динамических условиях (Fleck, Kraemer, 2004).

Проблемы с применением изометрических упражнений прежде всего связаны с тем, что прирост силы в основном ограничивается той частью траектории движения, которая соответствует применяемым упражнениям. Специалисты отмечают также слабую связь силы, приобретенной с использованием статических упражнений, с разными видами силы, проявляемой в динамических условиях (Requena et al., 2009). Однако в случаях, когда тестирование осуществляется при положении тела, соответствующем важнейшей фазе динамического движения, которой уделялось особое внимание в процессе изометрической тренировки, корреляция между статической и динамической силой достаточно велика (Kawamori et al., 2006).

Разнообразие положений тела, охватывающих амплитуду движения, повышает эффективность изометрического метода. Однако во всех случаях сила, приобретенная в результате изометрической тренировки, требует периода специальной силовой тренировки динамического характера, которая

способствует реализации накопленного силового потенциала в различных двигательных действиях. Следует также отметить, что увлечение силовыми упражнениями изометрического характера негативно сказывается на спортивной технике и скоростных возможностях, что требует как ограничения объёма использования таких упражнений, так и их рационального сочетания с другими средствами силовой подготовки, а также скоростными и техническими упражнениями (Платонов, 2019).

Однако нельзя и недооценивать значение изометрической тренировки, особенно применительно ко всем многочисленным двигательным действиям, в которых осуществляется переход от эксцентрической фазы напряжения мышц к концентрической, между которыми находится кратковременная изометрическая фаза. Скорость развития и сила мышечного напряжения в этой фазе в значительной мере определяют эффективность последующего концентрического сокращения мышц и использования упругой энергии, накопившейся в эксцентрической фазе (Chu, Myer, 2013). Следует также учитывать, что изометрическая тренировка при сознательной установке на максимально быстрое развитие силы способна эффективно стимулировать быстроту активации двигательных единиц мышц и влиять на повышение скоростной силы (Olsen, Hopkins, 2003).

Изокинетический метод. В амплитуде любого движения можно выделить более или менее эффективные для проявления силы фазы, обусловленные анатомическими и механическими причинами. Проиллюстрировать это легко на материале простейшего движения — сгибания руки в локтевом суставе (рис. 16.9). В зависимости от угла сгибания в локтевом суставе изменяется расстояние между осью вращения и местом крепления сухожилия к кости, что приводит к существенным колебаниям силы. В данном случае сила, проявляемая в неэффективных в биомеханическом отношении точках амплитуды, составляет около 50% возможностей при оптимальном угле сгибания руки. Применительно к другим движениям колебания в уровне доступной силы в различных частях амплитуды могут находиться в диапазоне 30–100%. Следует отметить, что место крепления сухожилия к кости у разных спортсменов может быть расположено несколько ближе или дальше от оси вращения. Увеличение расстояния дает механические преимущества для проявления силы. Однако это преимущество сопровождается уменьшением вращения в суставе, что приводит к уменьшению скорости движения. Для сохранения скорости мышца должна сокращаться на более высокой скорости, что приводит к снижению силы в связи с отрицательной связью между скоростью движения и проявляемой силой (Harman, 2008). Такие тонкие индивидуальные особенности могут определять склонность спортсменов к преимущественному проявлению максимальной или скоростной силы и должны учитываться в тренировочном процессе. Для медленных движений, требующих проявления максимальной силы, крепление сухожилия дальше от оси вращения оказывается выгодным. Что же

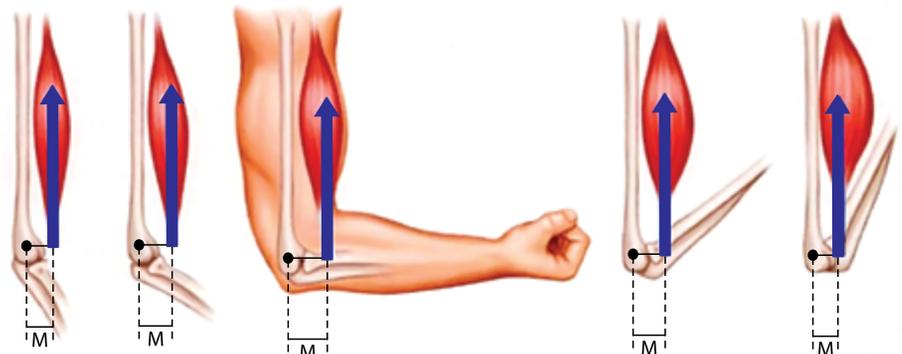


РИСУНОК 16.9 – Динамика силы при сгибании руки в локтевом суставе. Во время сгибания руки расстояние от оси вращения до места крепления сухожилия (M) меняется. По мере его уменьшения снижаются механические условия для проявления силы (Harman, 2008, переработано)

касается многочисленных двигательных актов, характерных для спорта и требующих проявления скоростной силы, такое соединение может отрицательно сказываться на качестве движений.

При использовании штанг, гантелей и других свободных отягощений спортсмен вынужден применять стандартную нагрузку, уровень которой лимитирован силовыми возможностями в наименее эффективных фазах амплитуды движения. В результате отягощения, являющиеся эффективными для развития максимальной силы применительно к одним фазам амплитуды движения, оказываются явно недостаточными для других. Это резко снижает эффективность силовой тренировки, так как известно, что она зависит от наличия оптимального воздействия по всей амплитуде движения, а не лишь в отдельных фазах.

Устранение этого недостатка обеспечивается изокинетическим методом, позволяющим мышцам получать в течение всей амплитуды движения заданную относительную нагрузку, например, 80% максимально доступной в любой фазе движения. Выполнение упражнений в изокинетическом режиме может быть обеспечено помощью партнёра, однако более эффективным является использование специальных изокинетических тренажёров, получивших широкое распространение (рис. 16.10).

Изокинетический метод связан с использованием достаточно сложных и дорогостоящих тренажёров, конструктивные особенности которых позволяют изменять величину сопротивления в разных суставных углах по всей амплитуде движения и приспособлять её к реальным силовым возможностям мышц, вовлечённых в работу в каждый конкретный момент движения. Изменение величины сопротивления в различных точках амплитуды движения обеспечивается наличием в конструкции каждого тренажёра плоского кулачкового механизма в форме эксцентрика или диска со смещенной осью вращения. Однако стандартная конструкция кулачкового механизма на каждом из тренажёров не может обеспечить полного соответствия динамики проявления силы возможностям конкретного спортсмена в силу индивидуальной изменчивости в длине костей и мышц, местах прикрепления сухожилий к кости и др.

Кроме относительного соответствия отягощения возможностям мышц в течение всей амплитуды движения изокинетические тренажёры имеют и ряд других преимуществ:

- обеспечение избирательного воздействия на конкретную мышечную группу, что предусмотрено конструкцией каждого тренажёра, ориентированного на одно упражнение;
- возможность выполнять движения с высокой скоростью перемещения биозвеньев (до $400 \text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$), характерной для множества двигательных действий в разных видах спорта;

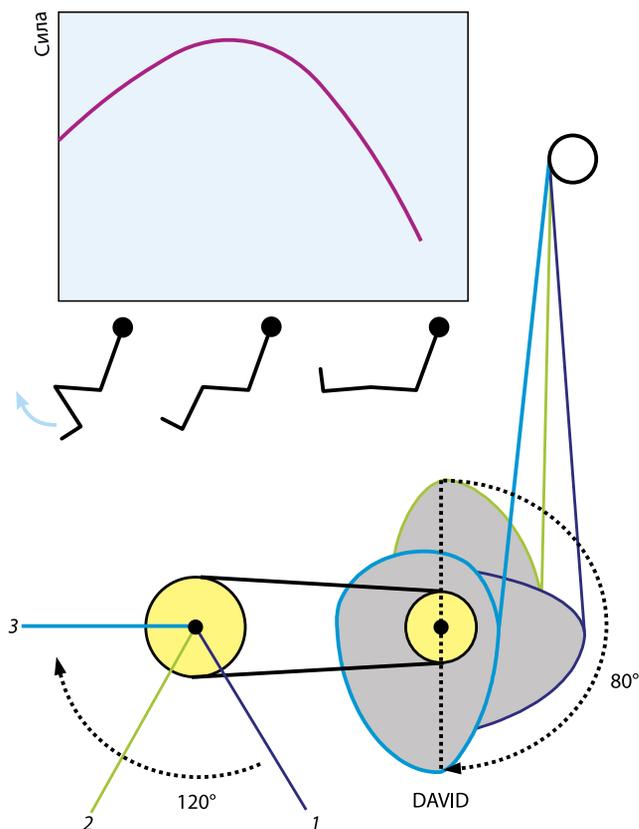


РИСУНОК 16.10 – Схема взаимодействия рычаг–кулачок, обеспечивающая плавное изменение сопротивления при работе на тренажёре «David»

- строгая динамическая и кинематическая структура каждого упражнения, диктуемая конструкцией тренажёра и обеспечивающая непринужденность движения;
- невысокая травмоопасность, обусловленная стабильной структурой движения и адекватной возможностям величиной отягощения;
- оптимальная амплитуда движений, которая обеспечивается рациональным размещением и регулировкой на каждом тренажёре сидений, ручек, осей вращения; этот момент является особенно важным, так как установлено, что максимальное активное напряжение мышцы происходит в том случае, когда её длина превосходит исходную в 1,2–1,3 раза. При большей длине напряжение снижается до тех пор, пока длина мышцы не превышает её длину в покое в 1,5 раза, когда проявление активного напряжения равно нулю (Алтер, 2001);
- в эксцентрической фазе движения обеспечивается оптимальное растягивание работающих мышц, что важно по ряду причин: во-первых, предварительно хорошо растянутые мышцы способны к большему проявлению силы; во-вторых, создаются условия для «проработки» мышц по всей амплитуде движения; в-третьих, обеспечиваются предпосылки для одновременного проявления силовых качеств и гибкости; в-четвертых, стимулируется развитие объёма и эластичности соединительной ткани (Komi, 1984; Rutherford, Jones, 1986; Платонов, 2004).

Эффективность изокинетического метода в значительной мере обуславливается не только величиной и динамикой отягощений, но и скоростью движений. Исследования, в которых использовалась скорость 60 и 120 град·с⁻¹, показали, что более низкая скорость дает больший прирост силы независимо от того, как оценивалась сила — в изотоническом или изометрическом режимах. При выполнении упражнений в быстром (1 с), умеренном (2,5 с) и медленном (4 с) темпах также установлено, что тренировка с низкой скоростью намного эффективнее для развития максимальной силы (Davies, 1977). Эти результаты легко объяснимы, если помнить о том большом значении, которое имеет величина преодолеваемого сопротивления для эффективного развития максимальной силы. Максимальное или близкое к нему напряжение мышц при использовании изокинетического метода можно получить в случае, когда сила сопротивления медленно уступает прилагаемой силе. При выполнении движений с высокой скоростью мышца не успевает ни развить максимальное, ни удержать развитое напряжение.

Однако низкая эффективность изокинетического режима при выполнении упражнений с высокой скоростью для развития максимальной силы не означает, что таким упражнениям нет места в системе силовой подготовки спортсменов. Напротив, они оказываются в высшей степени эффективными, когда ставится задача развития скоростной силы и силовой выносливости, повышения способности к реализации силового потенциала в условиях специфической мышечной деятельности. Это относится к работе как циклического характера, не требующей предельных или околопредельных проявлений силы при выполнении основных рабочих движений, так и ациклического характера со взрывным характером усилий. В частности, тренировка изокинетическим методом мышц-разгибателей с высокой (180 град·с⁻¹) и очень высокой (до 360 град·с⁻¹) скоростью более эффективна для прироста скоростной силы по сравнению с тренировкой с невысокой скоростью (Prins, 1978; Stevens, 1980; Platonov, 2002). Более того, следует учитывать, что силовая тренировка с невысокой скоростью не обеспечивает проявления силы в движениях, выполняемых с высокой скоростью, и, наоборот, тренировка с высокой скоростью обнаруживает эффект, когда и тестирование силы производится в движениях, выполняемых с высокой скоростью (Fleck, Kraemer, 2004; Gamble, 2013). Это обусловлено различиями в составе мышечных волокон, вовлекаемых в работу при выполнении движений с различной скоростью, а также особенностями их нервной регуляции (Grimby et al., 1981; Мак-Комас, 2001; Wilmore, Costill, 2004).

Изокинетические тренажёры имеют и ряд недостатков, некоторые из которых являются принципиальными:

- оборудование для использования этого метода является громоздким, сложным и дорогостоящим. На одном тренажёре, как правило, можно обычно выполнять не более одного-двух упражнений, а весь комплект, позволяющий обеспечить всестороннюю силовую подготовку, состоит из 25–30 различных тренажёров;
- в разных узлах тренажёра создается сопротивление трения, что приводит к существенной разнице в сопротивлениях, преодолеваемых мышцами в концентрической и эксцентрической фазах движения: при преодолевающей работе сопротивление оказывается бóльшим, чем при уступающей, что снижает эффективность эксцентрической работы;
- строгое ограничение пространственной структуры движений не соответствует условиям, в которых проявляется сила в двигательных действиях, характерных для разных видов спорта, так как жестко детерминирует участие мышц и регуляцию их активности и ограничивает совершенствование внутри- и межмышечной координации применительно к вариативным двигательным действиям, формирует не характерный для спорта жёсткий динамический и пространственный стереотип движения (Carroll et al., 2001; Frost et al., 2010);
- динамика проявления силы является не характерной для естественных двигательных действий, что затрудняет реализацию силы, развитой этим методом в специальной тренировочной и соревновательной деятельности;
- максимальная угловая скорость, доступная при использовании изокинетических тренажёров ($300\text{--}400\text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$), существенно ниже характерной для высокоскоростных двигательных действий, требующих максимального проявления скоростной силы ($500\text{ град}\cdot\text{с}^{-1}$ и более) (Stone et al., 2008).

Изокинетические упражнения можно выполнять, работая с партнёром, который оказывает сопротивление, соответствующее силовым возможностям занимающегося, позволяя ему развивать максимальную или близкую к ней силу по всей амплитуде движения (рис. 16.11). Однако эффективность такой работы ниже по сравнению с тренировкой с использованием тренажёров.

Плиометрический метод. В основе плиометрических движений лежит растягивание мышцы под воздействием значительных отягощений с последующим быстрым переходом к её сокращению. Введение термина «плиометрический» связывают с именем известного австралийского тренера по лёгкой атлетике Фреда Уилта, уделявшего большое внимание различным упражнениям прыжкового характера и отмечавшего важность быстрого перехода от эксцентрической работы к концентрической.

Резкое растягивание мышц в эксцентрической фазе стимулирует интенсивность центральной импульсации мотонейронов и создает в мышцах упругий потенциал напряжения. При последующем переходе от уступающей работы



РИСУНОК 16.11 – Выполнение силовых упражнений в изокинетическом режиме при помощи партнёра

к преодолевающей отмечается более быстрое и эффективное сокращение (Komi, 1992; Dintiman, Ward, 2003). Таким образом, используется не масса отягощения, а его кинетическая энергия, например, полученная при свободном падении тела спортсмена с определённой высоты и последующим выпрыгиванием вверх. При выполнении двигательного действия происходит переключение от уступающего к преодолевающему режиму работы в условиях максимального динамического усилия.

Этот метод позволяет повысить способность спортсмена к эффективному управлению мышцами нервной системой, что выражается в более интенсивной импульсации мышц; вовлечь в работу большое количество двигательных единиц; уменьшить время сокращения мышечных волокон; добиться синхронизации в работе мотонейронов в момент перехода мышц от уступающей к преодолевающей работе. При этом нейромышечные реакции значительно превышают доступные только за счёт произвольного усилия, что обеспечивает особую эффективность метода в отношении повышения скорости движения и мощности усилия на начальном участке движения (Bosko, 1985; Lloyd et al., 2011; Chu, Myer, 2013). Важно также отметить, что адаптационные реакции при применении плиометрического метода проявляются в параллельном развитии максимальной силы и способности к высокоэффективному с позиций проявления силы переходу от эксцентрической работы к концентрической (Sale, 2002; DeWeese, Nimphius, 2016).

При выполнении упражнений в плиометрическом режиме выделяют три фазы: 1) **эксцентрическую**, при которой напряжение мышцы является недостаточным для преодоления сопротивления и мышца удлиняется; 2) **амортизационную**, охватывающую время от конца эксцентрической фазы до начала концентрического сокращения; 3) **концентрическую**, при которой напряжение в мышце позволяет преодолеть сопротивление и мышца укорачивается (Chu, Myer, 2013; Lloyd, Oliver, 2014). Во время концентрической фазы происходит суммация силы, произведенной сокращающейся мышцей, с силой, образованной в результате непроизвольного сокращения упругих компонентов растянутых мышцы и соединительной ткани (фасций, сухожилий), а также дополнительной активации двигательных единиц как реакции на интенсивное растягивание (рис. 16.12).

Несколько механизмов обеспечивают высокий уровень проявления силы в концентрической фазе плиометрического движения. Во-первых, это интенсификация процесса сокращения саркомеров вследствие эффективного взаимодействия актиновых и миозиновых элементов мышечных волокон. При оптимальном растягивании мышц происходит образование максимального количества поперечных мостиков между головками молекул миозина и активными участками на молекулах актина, что является основой для интенсивного сокращения саркомера и всей мышцы в процессе скольжения актиновых филаментов относительно миозиновых (Cormie et al., 2011; Moir, 2012). Во-вторых, рефлекторное противодействие растягиванию мышц в конце эксцентрической фазы, приводящее к стимуляции периферической нервной системой сокращения растянутой мышцы, её возвращению к прежней длине, что также способствует увеличению силы в концентрической фазе (Bosko, 1985; Bret et al., 2002; Chu, Myer, 2013). В-третьих, образование в эксцентрической фазе упругой энергии растянутых мышц, сухожилий и фасций с её последующим использованием в концентрической фазе (Ishikawa et al., 2005; Lloyd, Cronin, 2014).

Упругая энергия, которая накапливается во время растягивания мышц, фасций и сухожилий, не только увеличивает производство силы во время последующего максимального сокращения, но и повышает экономичность работы при стандартных нагрузках (Komi, Ishikawa, 2009), что в числе других факторов предопределяет эффективность движений с большой амплитудой. Следует отметить, что когда речь идет об упругой энергии, накопленной при эксцентрической работе, то её обычно в равной мере связывают с растягиванием мышц, сухожилий и фасций. Однако исследования пока-

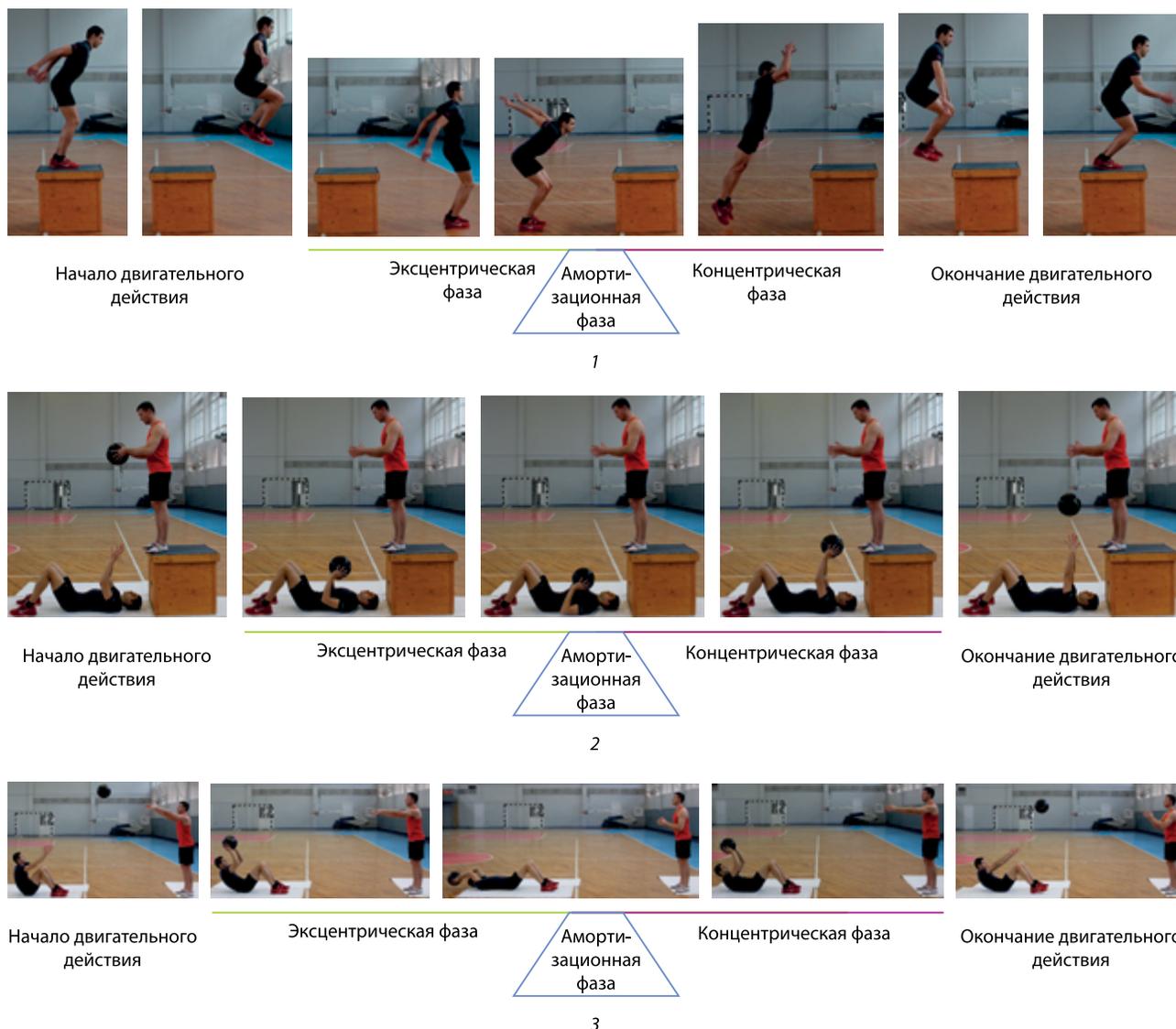


РИСУНОК 16.12 – Фазы двигательных действий, выполняемых в плиометрическом режиме: 1 – прыжок с тумбы на тумбу; 2 – ловля–бросок набивного мяча от груди в положении лёжа на спине; 3 – ловля–бросок набивного мяча в положении сидя

зали, что растяжимость сухожилий и фасций является более важной, чем растяжимость мышц. Под влиянием плиометрической тренировки изменяются свойства сухожилий, которые становятся более прочными, пластичными и эластичными (Foure et al., 2010). Упругая энергия, сохраненная в сухожилиях, может в 5–10 раз превышать накопленную в мышцах (Ishikawa et al., 2005).

Важно отметить, что кратковременность амортизационной фазы при выполнении плиометрических упражнений является фактором, позволяющим в концентрической части движения в полной мере использовать сохранённую упругую энергию растянутых мышц и соединительных тканей, а также активировать максимальное количество двигательных единиц мышц (Dunnick et al., 2017).

Использование плиометрического метода имеет первоочередное значение для развития скоростной силы, хотя он достаточно эффективен и для развития максимальной силы (Wilk et al., 1993;

Potach, Chu, 2016). Особенностью плиометрического метода является проявление исключительно важной для спорта способности к быстрому переходу от растягивания мышц к их сокращению, от эксцентрического режима работы мышц — к концентрическому, от работы уступающего характера — к работе преодолевающего характера. Оптимизация степени растягивания мышц и сухожилий, укорочение амортизационной (изометрической) фазы и повышение интенсивности активации мышц в концентрической фазе могут существенно увеличить уровень взрывной силы (Chu, Myer, 2013).

Предварительно растянутые мышцы и соединительная ткань в процессе последующего концентрического сокращения обеспечивают существенно более высокий уровень мощности (Cormie et al., 2011), являются эффективным средством повышения способности к быстрой мобилизации БСа- и, особенно, БСб-волокон (Malisoux et al., 2006). Важно, чтобы переход от эксцентрической работы к концентрической был максимально быстрым, что обеспечивает быстроту и мощность движения, включая ускорение (Newton et al., 2012).

Перечисленные преимущества плиометрического метода определяют его исключительную популярность при работе над развитием скоростной силы и мощности, повышением способности нервно-мышечной системы к мобилизации функционального потенциала и достижению максимальной мощности за минимальное время (Lloyd et al., 2011).

Если амортизационная фаза длится долго, упругая энергия, образованная во время эксцентрической фазы, рассеивается и не увеличивает силу во время концентрической фазы. Оптимальная продолжительность амортизационной фазы составляет 0,10–0,15 с (Chu, Myer, 2013), а её укорочение связано как с адаптацией мышц и сухожилий, так и с нервной адаптацией — повышением способности к быстрой активации мышц (Potach, Chu, 2008). Под влиянием тренировки продолжительность амортизационной фазы в движениях плиометрического типа может существенно сократиться и составлять не более 50 мс, что исключительно важно для реализации упругой энергии, накопленной в мышечно-сухожильной единице (Suprak, 2019). Важно, чтобы и предшествующее амортизационной фазе эксцентрическое напряжение являлось скоростным, что стимулирует образование упругой энергии и увеличение силы, проявляемой во время последующего концентрического сокращения (Gamble, 2013). Существенным моментом нервной адаптации при выполнении плиометрических движений является развитие способности предварительной активации мышц, что приводит к укорочению амортизационной фазы и усилению силы в концентрической фазе. Предварительная активация касается и сухожилий, увеличивает их способность к растягиванию и, естественно, увеличивает последующую упругую отдачу в концентрическом движении.

Таким образом, при использовании плиометрического метода в равной мере важно стремиться к быстрой эксцентрической растяжке, минимизации амортизационной (промежуточной) фазы и максимально быстрой активации мышц в концентрической фазе. Это приводит к достижению максимальной мощности движения как в результате сокращения мышц, так и использования упругой энергии растянутых мышц и соединительной ткани.

При выполнении плиометрических движений с небольшой амплитудой продолжительность амортизационной фазы, как и количество энергии, продуцируемой при растягивании мышц и соединительной ткани, значительно меньше, чем при выполнении широкоамплитудных движений. Однако в двигательных действиях, характерных для спорта, плиометрический режим проявляется при различной амплитуде движений. Поэтому и в тренировочном процессе следует использовать плиометрические упражнения с разной амплитудой, что способствует развитию и реализации силы в разных движениях, обуславливающих эффективность двигательных действий.

Вполне естественно, что эффективность плиометрического метода зависит от методики его применения. При использовании плиометрического метода следует ориентироваться на максимальную скорость выполнения двигательных действий, небольшое количество упражнений в одном занятии (2–4), небольшое количество повторений в каждом подходе (от 1–2 до 6–8 в зависимости от величины нагрузки), выполнение очередного упражнения после восстановления после предыдущего. Интервалы отдыха между упражнениями – 2–3 мин, а соотношение продолжительности работы к отдыху обычно составляет 1:10 (Potach, Chu, 2016).

Плиометрические упражнения принято связывать с движениями в нижней части тела, верхней части тела и туловища. Упражнения для нижней части тела включают прыжки на месте, прыжки с места, прыжки в глубину, прыжки в разные стороны и т. п., выполняемые как в однократных, так и многократных двигательных действиях (см. ниже видеоматериал с комплексом упражнений прыжкового характера), а для верхней части тела – упражнения с отягощениями (штангой, гирей), с медболами, разного рода отжимания от пола, на брусьях и т. п. Упражнения для туловища построены на различного рода движениях, предполагающих сгибания, разгибания, вращения и повороты туловища. Они чаще всего выполняются с дополнительными отягощениями – штангой, медболами и др. (рис. 16.13).



ВИДЕО 30 **Комплекс упражнений прыжкового характера** **(сила, скорость)**

Следует учитывать, что плиометрический метод травмоопасен. Поэтому его применение требует предельного внимания к качеству разминки, технике выполнения упражнений, особенно в отношении положения позвоночника, координации движений туловища, рук и ног, особенностей приземления. Важны также готовность мышц, костей, сухожилий, связок и хрящевой ткани к таким упражнениям, достаточно высокий уровень координации, особенно в той части, которая связана со способностью к сохранению равновесия. Не меньшее значение имеют количество упражнений и величина отягощений, которые должны соответствовать возрастным особенностям спортсменов и уровню их подготовленности. Не следует применять плиометрические упражнения в состоянии утомления, что легко может быть определено, например, по уменьшению высоты прыжков, увеличению продолжительности контакта с поверхностью.

Большое значение для плиометрической тренировки имеет качество поверхности, на которой выполняются различные упражнения. Не рекомендуются как жесткие поверхности (бетон, древесина), так и излишне мягкие, способные расширить фазу амортизации и устранить эффект накопления упругой энергии мышц и соединительной ткани. Предпочтительными являются травяные и всякого рода синтетические покрытия. Для профилактики травм большое значение имеет соответствующая обувь, отличающаяся хорошими амортизационными свойствами, широкой подошвой и боковой поддержкой, обеспечивающей стабильность голеностопного сустава.

При использовании плиометрического метода большое внимание следует уделять прыжкам вниз с платформ различной высоты, постоянно модифицируя технику и направление прыжков. При выполнении прыжков с высокой скоростью нагрузка (эксцентрическая, изометрическая и последующая концентрическая, особенно ориентированная на максимально быстрый переход от эксцентрической к концентрической работе) создает оптимальные условия для разносторонней нейромышечной адаптации, способствующей увеличению скоростной силы. Важным моментом в методике использования прыжков может оказаться применение дополнительных отягощений (гири, гантели – 15–30 % массы тела) с освобождением от них в нижнем положении после прыжка при максимальном растягивании мышц. Увеличенная эксцентрическая нагрузка является фактором,



РИСУНОК 16.13 – Примеры плиометрических упражнений

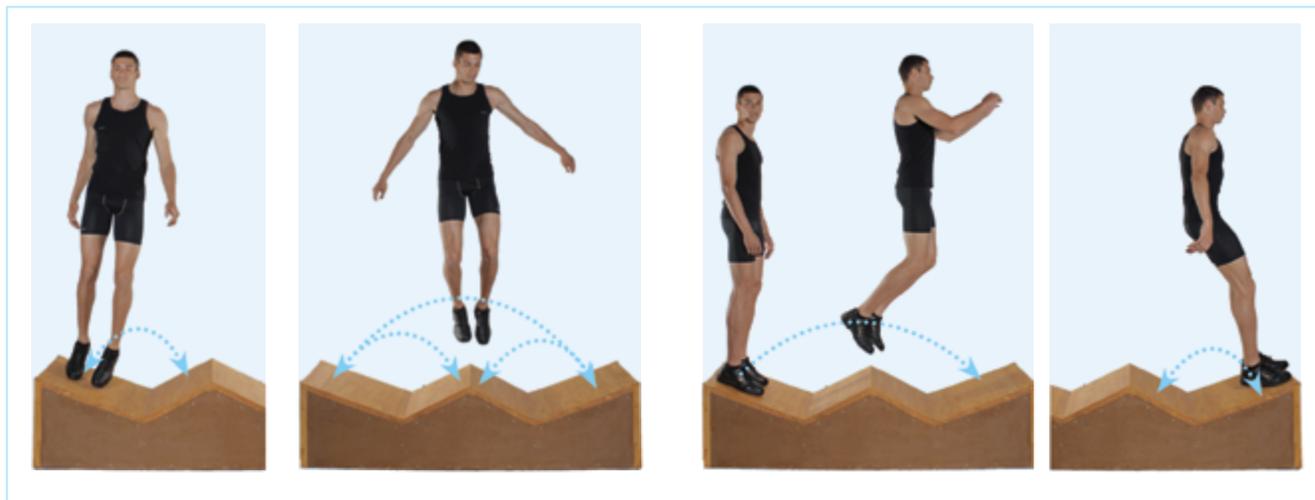


РИСУНОК 16.13 – (окончание)

стимулирующим мощность прыжка в концентрической фазе движения. Профилактика травматизма должна обеспечиваться освоением рациональной техники приземления, включающей амортизационные способности мышц и соединительной ткани, страхующие от жесткого приземления, а также рациональное положение ног, при котором бедра, колени и стопы располагаются на прямой линии, и не допускают сведения коленей (Sheppard et al., 2014).

К выполнению серийных прыжков с высокой нагрузкой плиометрического характера необходимо подходить постепенно, а также избегать жестких поверхностей, выполняя упражнения на травяном газоне, синтетических беговых дорожках и др. Прыжки следует планировать в 2–3 занятиях в неделю, в каждом из которых может быть до 30–50 прыжков, разделённых на серии из пяти повторений каждая (Hansen, 2014).

При выполнении прыжков с высоты следует обращать внимание на высоту платформы, которая может колебаться в диапазоне 30–100 см в зависимости от возраста спортсменов, массы их тела, техники освоения упражнений, опыта плиометрической тренировки, уровня развития силы и координационных способностей. Более высокие платформы не следует использовать даже при подготовке спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в легкоатлетических прыжках или гимнастике спортивной. Наиболее эффективной применительно к подготовке атлетов высокой квалификации является высота 60–80 см (Potach, Chu, 2016). Для спортсменов, масса тела которых превышает 100 кг, высота платформ не должна быть более 45–50 см (Gamble, 2013).

Профилактике травматизма во многом способствует и деятельность нервной системы на подсознательном уровне. Возможности нервной системы в отношении регулирования двигательных функций, не допускающих перехода за грань, за которой резко возрастает опасность травматизма, проявляются в замедлении периода перехода от эксцентрической работы к концентрической (Oliver, Smith, 2010), меньшей предварительной активации двигательных единиц (Chu, Myer, 2013), в увеличении активации мышц-антагонистов (Croce et al., 2004). Важно, что эти защитные реакции проявляются независимо от возраста и спортивной квалификации (Lloyd, Oliver, 2014).

Баллистический метод. Этот метод основан на движениях баллистического типа, выполняемых на основе начального импульса интенсивного мышечного сокращения с последующим рассла-

блением мышц. Этим баллистическое упражнение отличается от небаллистического, в которых напряжение мышц происходит в течение всего движения.

Уникальность баллистического движения обусловливается развитием максимальной скорости в его завершающей фазе в связи с отсутствием торможения, связанного с удержанием груза. Так происходит, например, при выполнении таких упражнений баллистического типа, как прыжок вверх, бросок медбола, толкание ядра, метание молота и т. п. (рис. 16.14; см. видео 2). Однако этого не происходит при выполнении скоростно-силовых упражнений с отягощениями, например, со штангой: накопленная в конце поступательного движения кинетическая энергия амортизируется с целью торможения штанги и её остановки, что подавляет скоростно-силовые проявления в заключительной, наиболее важной фазе движения. Освобождение от мышечного напряжения в конце движения выступает в качестве решающего фактора баллистической тренировки, обеспечивающей достижение высоких величин скоростной силы и развитие соответствующих адаптационных реакций (Newton et al., 2012).

Баллистические движения отличаются специфической нейромышечной регуляцией, проявляющейся в быстрой активации двигательных единиц мышц и в столь же быстром переходе от сокращения мышц к их расслаблению. Таким образом, происходящие адаптационные перестройки распространяются не только на завершающую фазу движения, но и на всю его амплитуду (Cormie et al., 2011). Следует также отметить, что большинству баллистических движений предшествует эксцентрическое движение, которое также приводит к специфической адаптации нервной, мышечной и сухожильной тканей, способствующей увеличению скоростной силы (Foure et al., 2010).

Все это предопределяет эффективность баллистических упражнений как мощного средства скорейшей активации двигательных единиц мышц, прежде всего состоящих из БС-волокон, а также средства совершенствования внутри- и межмышечной координации (Taube et al., 2008; Gamble, 2013). Особо следует отметить уникальную особенность баллистических упражнений, проявляющуюся практически в одновременном вовлечении двигательных единиц как с низким, так и высоким порогом возбуждения (Sale, 1986; Ratamess, 2008), и снижении порога активации БС-волокон (Gorassini et al., 2002). Более того показано, что силовая тренировка баллистического характера, как и плиометрического, способна обеспечить выборочную активацию БС-волокон (Hutton, Епока, 1986) при одновременном подавлении активации МС-волокон (Nardone et al., 1989; Ratamess, 2008), активность которых может ограничивать уровень скоростной силы (Fleck, Kraemer, 2004).

Интересно сравнение влияния тренировки с применением баллистических и концентрических упражнений для развития максимальной и скоростной силы (рис. 16.15). Концентрический метод оказывается более эффективным для развития максимальной силы. Однако для достижения наивысшего уровня требуется длительное время — не менее 500 мс. Тренировка баллистическим методом позволяет проявить высокий уровень силовых качеств уже через 200–250 мс, чего не удается достичь спортсменам, использовавшим упражнения, выполняемые с помощью концентрического метода.

Сравнительная эффективность методов силовой подготовки

Специальная литература содержит множество работ, в которых изучалась сравнительная эффективность разных методов силовой подготовки. Результаты проведенных исследований очень противоречивы, нередко содержат диаметрально противоположные данные. Обусловлено такое положение



РИСУНОК 16.14 – Примеры баллистических упражнений

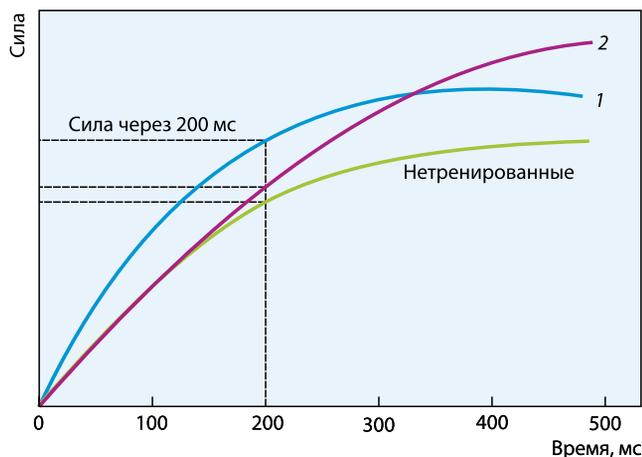


РИСУНОК 16.15 – Эффективность применения баллистических (1) и концентрических (2) упражнений для развития максимальной и скоростной силы (Häkkinen, Komi, 1985; Plisk, 2008; Haff, 2017)

множеством факторов, влияющих на эффективность силовой подготовки, крайнюю сложность, а во многих случаях и невозможность унифицировать условия при применении разных методов, позволяющих провести корректное сравнение.

Сложность сравнительной оценки эффективности разных методов связана и с тем, что фундаментальной закономерностью протекания адаптационных реакций в ответ на определённые средства и методы силовой подготовки является их строгая специфичность, обусловленная вовлечением в работу морфологических, биохимических и нейрорегуляторных составляющих (Kraemer et al., 2002; Newton et al., 2006; Harman, 2008). Например, М. Стоун с соавт. (Stone et al., 2007) обобщили результаты многочисленных исследований сравнительной эффективности разных ме-

тодов силовой подготовки (табл. 16.1, 16.2). При выполнении силовых упражнений изменением только двух характеристик методов силовой подготовки – величины сопротивлений (нагрузки) и скорости движений – можно управлять направленностью тренировочного эффекта (рис. 16.16). Приведенные данные убедительно демонстрируют специфичность воздействия разных средств и методов, чёткую зависимость тренировочного эффекта от особенностей тренировочных воздействий.

ТАБЛИЦА 16.1 – Влияние разных видов силовой нагрузки на тренировочный эффект (Stone et al., 2007)

Двигательные способности	Нагрузка			
	Изометрическая	Большие отягощения (стандартный темп)	Скоростно-силовая	Большие отягощения (искусственно замедленный темп)
Изометрическая пиковая сила	++++	+++	+	+++
Максимальная динамическая сила (1 ПМ)	+++	++++	++	++
Скорость достижения пикового показателя изометрической силы	++	++	+++	+
Скорость достижения пикового показателя динамической силы	+	++	++++	+
Максимальная скорость движения	+	++	+++	-

ТАБЛИЦА 16.2 – Влияние разных видов силовой нагрузки на тренировочный эффект (Stone et al., 2007)

Механизмы адаптации	Нагрузка			
	Изометрическая	Большие отягощения (стандартный темп)	Скоростно-силовая	Большие отягощения (искусственно замедленный темп)
Гипертрофия	+	++++	+	++
Нейрорегуляторный	+++	++	++++	++
Мобилизация БС-волокон	+	++	+++	+

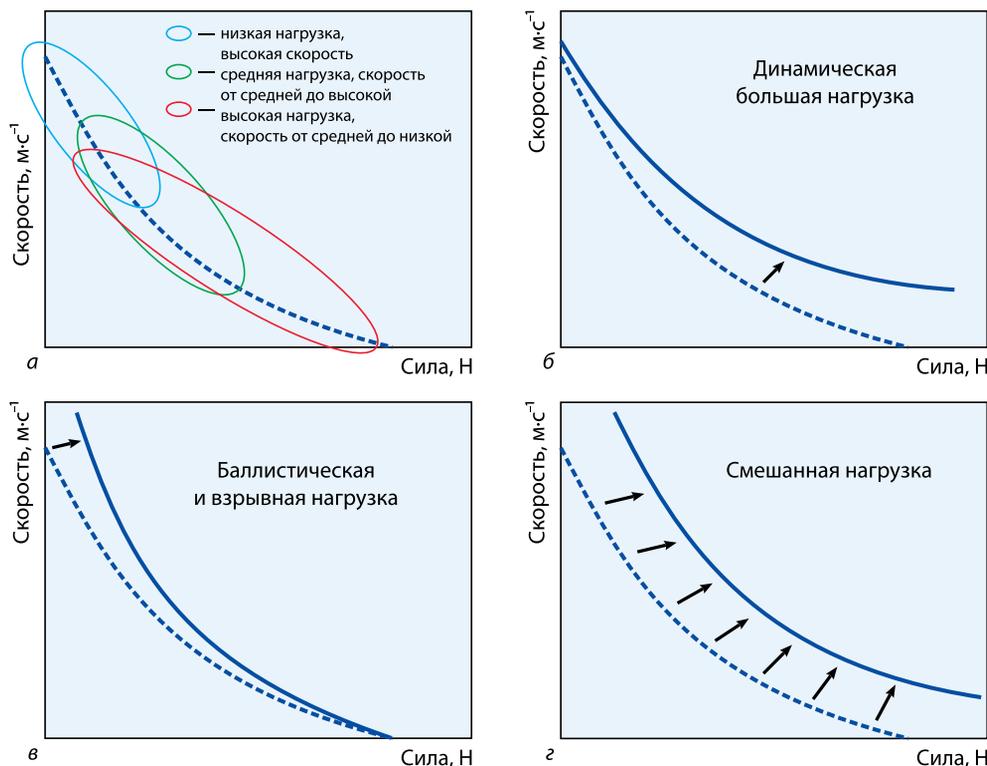


РИСУНОК 16.16 – Тренировочный эффект в зависимости от величины нагрузки и скорости движений в упражнениях силовой направленности (Haff, Nimphius, 2012)

Специфичность адаптации проявляется не только в отношении воздействия концентрической, эксцентрической, изокинетической, изометрической, плиометрической или баллистической тренировки, но и большого количества локальных составляющих, связанных с динамической и кинематической структурой применяемых упражнений при использовании каждого из методов (Earle, Baechle, 2008; Moir, 2012; Lloyd, Oliver, 2014). Велико влияние на особенности адаптации в ответ на силовые нагрузки уровня тренированности занимающихся (Sheppard, Young, 2006; Gamble, 2013), их возрастных особенностей (Бар-Ор, Роуланд, 2009; Moody et al., 2014), пола (Stone et al., 2007; Gamble, 2013), специфики вида спорта и взаимодействия с другими двигательными качествами и сторонами подготовленности (Peterson, 2012; Lloyd, Oliver, 2014) и ряда других факторов.

Разноречивость в оценке эффективности разных методов силовой подготовки нередко обусловлена и недооценкой факта, согласно которому прирост силовых качеств в результате тренировки с использованием одного из методов объективно может быть оценен, когда тестирование проводится с помощью этого же метода. Несоответствие метода тестирования методу тренировки привело многих исследователей к неточным результатам и выводам при изучении сравнительной эффективности разных методов силовой тренировки. Специалисты нередко констатировали преимущество одного метода над другим в результате применения односторонней процедуры тестирования. Например, выявленное преимущество статических упражнений по сравнению с динамическими преодолевающего характера часто являлось следствием того, что тестирование силы осуществлялось в изометрическом режиме. Если тестирование проводилось в динамическом режиме, то результаты носили противоположный характер. Такая же ситуация нередко складывалась и при сравнительном исследовании эффективности изотонического метода с преодолевающим или уступающим режимами работы, концентрического и изокинетического методов. Это привело к тому, что многие специ-

алисты при выявлении сравнительной эффективности разных методов часто приходили к противоположным выводам (Atha, 1981; Fox et al., 1993; Энока, 1998; Hoffman, 2002; LaStayo et al., 2003; Drury et al., 2006; Moir, 2012).

В предыдущем разделе были подвергнуты анализу особенности разных методов силовой подготовки, показано их влияние на развитие разных видов силовых качеств, протекание адапционных реакций морфофункционального и нейрорегуляторного характера. Была также продемонстрирована необходимость использования при подготовке спортсменов возможностей разных методов и широкого круга средств как в процессе базовой, так и специальной силовой подготовки, а также необходимость планирования силовой подготовки в строгом соответствии со спецификой вида спорта и вида соревнований. Вместе с тем следует отметить, что отдельные дополнительные соображения, касающиеся сравнительной эффективности методов силовой подготовки и вытекающие из ряда научных работ, могут расширить представления в этой области и оказаться полезными в практической деятельности.

При сравнении эффективности разных методов следует учитывать, что при выполнении упражнений, способствующих развитию силы, невозможно обеспечить работу мышц в одном режиме (Harre, 1994). Можно говорить лишь о преимущественном использовании того или иного режима. Кроме того, в различных фазах сложных двигательных действий одни мышцы могут выполнять динамическую работу преодолевающего характера, другие — уступающего, третьи — статическую работу (рис. 16.17). Анализ затрудняется ещё и невозможностью корректно унифицировать тренировочные программы, основанные на использовании разнообразных методов, по суммарной величине нагрузок, выраженных внешними (продолжительность работы, количество повторений, подходов и т.п.) или внутренними критериями (реакция нервно-мышечного аппарата, системы энергообеспечения и др.).

Некоторые специалисты в области спорта высказывали мнение о более высокой эффективности изометрического метода развития силы по сравнению с другими, обосновывая это тем, что развитие силы является функцией напряжения мышц, а статическая работа должна вызывать большую активацию двигательных единиц. Однако проведенное в специальных исследованиях сравнение уровня активации мышц при максимальном изометрическом сокращении и концентрическом усилии свидетельствует об определённом преимуществе изотонической работы в преодолевающем режиме (рис. 16.18). Отсутствие растягивания мышц и сухожилий, иная по сравнению с динамической работой внутри- и межмышечная координация существенно снижают эффективность изометрического метода.

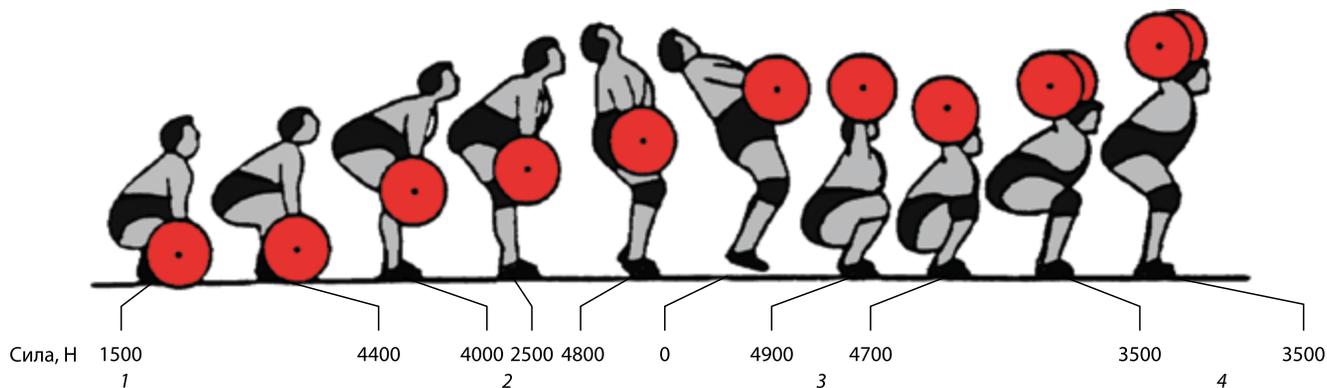


РИСУНОК 16.17 – Соотношение изометрического (1), концентрического (2, 4) и эксцентрического (3) режимов работы мышц при выполнении рывка в тяжелой атлетике (Baumann, 1989)

Использование изометрического метода развития силы в системе силовой подготовки определяется не только возможностью углубленного локального воздействия на отдельные мышечные группы, на что уже обращалось внимание, но и тем, что изометрический метод более эффективен для людей, имеющих высокий уровень развития силовых качеств (Noble, McGraw, 1973), и в силу этого может быть продуктивным для дальнейшего стимулирования адаптации нейромышечной системы к силовым нагрузкам. Следует подчеркнуть, что изометрический режим может использоваться и на начальных этапах подготовки, так как позволяет добиться существенных сдвигов, затрачивая меньше усилий по сравнению с тренировкой в других режимах (Atha, 1981).

Исследования ряда авторов достаточно убедительно свидетельствуют о том, что в целом методы, основанные на применении динамической работы, превосходят изометрический по эффективности воздействия на мышечную систему и в отношении развития разных видов силы, что, однако, не исключает применение последнего (Fleck, Kraemer, 2004; Stone et al., 2007; Gamble, 2013).

Например, 12-недельная напряжённая комплексная силовая тренировка (4 занятия в неделю) с использованием различных методов показала их различную эффективность как в отношении развития максимальной силы, так и силовой выносливости (рис. 16.19). Наиболее эффективным оказался изокINETический метод. Существенно менее эффективной оказалась концентрическая тренировка, а наименьший эффект был отмечен при применении изометрического метода.

В литературе широко обсуждается вопрос сравнительной эффективности концентрической и эксцентрической тренировки. Многие специалисты (Bonde-Petersen, 1960; Atha, 1981; Gibala et al., 2000; Nosaka, Newton, 2002; и др.) отмечают, что эксцентрические упражнения с максимальной или околоразмаксимальной интенсивностью более эффективны. Связывается это с большей мобилизацией БСб-волокон (Friden, Leiber, 1998; Lloyd, Cronin, 2014), увеличенной нагрузкой на соединительную ткань и её более интенсивной адаптацией (Foure et al., 2010; Chu, Myer, 2013), накоплением упругой энергии растянутых мышц и соединительной ткани (Ishikawa et al., 2005; Gamble, 2013), увеличением интенсивности стимуляции мотонейронов (Dintiman, Ward, 2003; Chu, Myer, 2013).

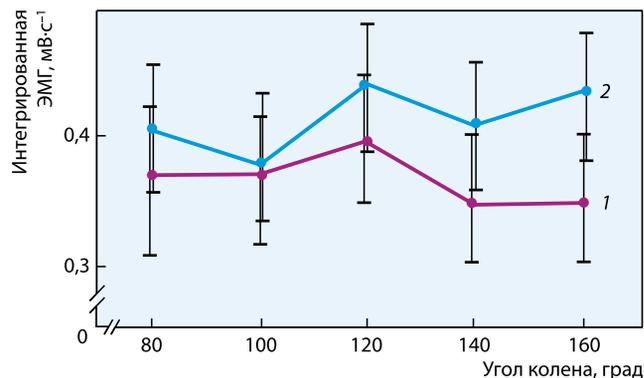


РИСУНОК 16.18 – Средняя максимальная интегрированная электрическая активность (интегрированная ЭМГ) трёх мышц-разгибателей колена у тяжелоатлетов при максимальном изометрическом (1) и максимальном концентрическом (2) сокращениях мышц (Häkkinen, Komi, 1985)

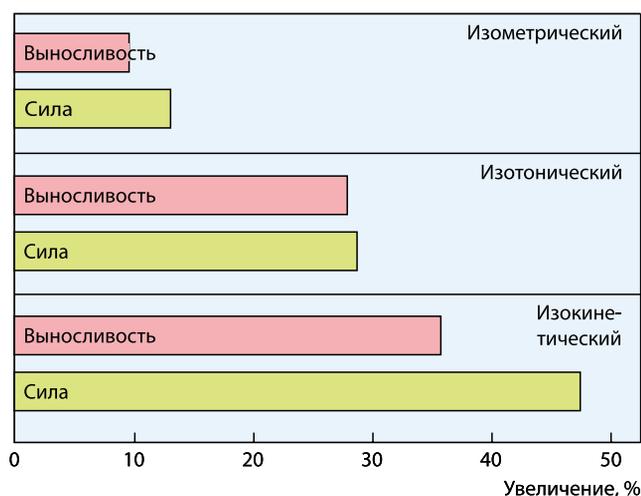


РИСУНОК 16.19 – Результативность 12-недельной силовой тренировки (максимальная сила и силовая выносливость) при использовании разных методов (Fox et al., 1993)

С не меньшими основаниями многие специалисты отмечают ведущее значение концентрических упражнений, которые не только позволя-

ют мобилизовать силовые возможности занимающихся и органически связаны с основными проявлениями двигательных действий в спортивной практике (Stone et al., 2007; Harman, 2008; Gamble, 2013), но и приводят к максимальным проявлениям мощности движений. Однако силовая тренировка является наиболее эффективной, когда упражнения выполняются как в концентрическом, так и эксцентрическом режимах, а не используется только один из них (Stone et al., 2008).

Изокинетический метод, по сравнению с другими, также имеет свои сильные и слабые стороны. Тренировка в изокинетическом режиме создает предпочтительные условия для высокой мышечной активности на протяжении всей амплитуды движений. Этого невозможно добиться при выполнении упражнений с отягощениями, в частности со штангой, что убедительно показано при исследовании электрической активности мышц—разгибателей колена во время выпрямления ног после приседания со штангой и при работе на изокинетическом тренажёре. Как свидетельствуют данные, представленные на рисунке 16.20, при выполнении упражнения на тренажёре отмечалась явно более выраженная активация мышц. Важно отметить, что ЭМГ-активность мышц при работе в изокинетическом режиме остается на максимальном уровне независимо от изменений проявляемой силы и суставного угла. Это свидетельствует о том, что нервные импульсы к мышцам во время этой работы были максимально интенсивными в течение всей амплитуды движений, что обусловлено преодолением максимального сопротивления при разных суставных углах. Поэтому изокинетические упражнения, выполняемые с большими отягощениями и невысокой скоростью, исключительно эффективны для увеличения объема мышц (Vompa et al., 2003; Fleck, Kraemer, 2004; Earle, Baechle, 2008).

Результаты сравнения эффективности концентрического и изокинетического методов зависят от скорости, с которой выполняются движения в изокинетическом режиме. А. Н. Дэвис (Davies, 1977) проводил 7-недельную тренировку двух групп испытуемых, по 16 человек в каждой, применяя разные варианты концентрического и изокинетического методов. Наибольший практический интерес представляют результаты, согласно которым тренировка в концентрическом режиме с отягощениями 90 % 1 ПМ по 5 повторений в подходе оказалась значительно эффективнее для развития максимальной силы, чем тренировка в изокинетическом режиме, проводимая в быстром (в течение 1 с) или умеренном темпе (2,5 с), однако несколько уступала по результативности варианту, когда движения выполнялись медленно (4 с).

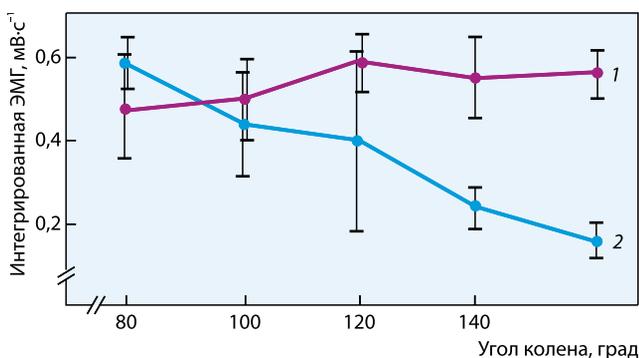


РИСУНОК 16.20 – Средняя максимальная электрическая активность (интегрированная ЭМГ) трёх мышц—разгибателей колена у тяжелоатлетов при концентрической работе (нагрузка 100%): 1 – на изокинетическом тренажёре; 2 – при приседаниях со штангой (нагрузка 100%) (Häkkinen et al., 1988)

Эти преимущества изокинетических упражнений вызвали интерес к разработке и производству соответствующих тренажёров, что потребовало научных исследований, относящихся как к конструктивным особенностям тренажёров, так и к эффективности их применения. В конце 1980-х—начале 1990-х годов было опубликовано значительное количество работ, в которых демонстрировалась исключительная эффективность изокинетических упражнений по сравнению с другими средствами силовой подготовки. В качестве примера сошлемся на работу известных спортивных физиологов, продемонстрировавших явные преимущества изокинетического метода по сравнению с дру-

гими (табл. 16.3). Как видим, изокинетическому методу приписано явное преимущество по всем важнейшим направлениям, касающимся адаптации к силовым нагрузкам. Однако серьёзных экспериментальных оснований для таких заключений в тех частях, которые касаются прироста силы в объёме движений, адаптации связок и сухожилий, прироста выносливости и, особенно, повышения мастерства, не существовало. Заключение во многих случаях опирались на теоретическое осмысление, к сожалению, далекое от серьёзного анализа связи изокинетической тренировки многочисленными составляющими тренировочного процесса, спецификой разных видов спорта.

В последующие годы было убедительно показано, что изокинетические упражнения имеют существенные ограничения в отношении развития разных видов силы (Carroll et al., 2001; Fleck, Kraemer, 2004; Stone et al., 2007), связи с другими важнейшими компонентами спортивного мастерства (Платонов, 2004; Potach, Chu, 2008), возможности реализации силовых качеств при выполнении двигательных действий, характерных для разных видов спорта (Earle, Baechle, 2008; Gamble, 2013). Это привело к существенному ограничению использования изокинетического метода в спортивной практике (Harman, 2008; Moir, 2012) и отрицанию его роли в качестве наиболее эффективного и разностороннего метода силовой подготовки (Stone et al., 2007; Gamble, 2013).

При сравнении эффективности концентрических и плиометрических упражнений следует учитывать различия в преимущественной направленности их воздействия. Плиометрическая тренировка, построенная на материале взрывных прыжковых упражнений, приводит к существенному приросту способности к быстрому достижению околопредельных показателей силы при умеренном увеличении максимальной силы. Тренировка с использованием концентрического метода с применением больших отягощений, напротив, вызывает большой прирост максимальной силы за счёт мышечной гипертрофии и оказывается малоэффективной в отношении скоростной силы (рис. 16.21). В основе прироста скоростной силы у испытуемых, применявших плиометрический метод, лежит резкое повышение интенсивности импульсации мышц, что находит отражение в показателях интегрированных ЭМГ (рис. 16.22).

Разные средства и методы силовой подготовки, их эффективность и место в тренировочном процессе должны быть рассмотрены в органическом единстве с закономерностями и принципами спортивной тренировки, лежащими в основе как многолетнего совершенствования, так и годичной подготовки, подготовки в каждом из макроциклов, когда речь идет о построении тренировочного процесса спортсменов высокой квалификации. Все представленные выше средства и методы силовой подготовки должны находить место в тренировочном процессе. Однако их использование необходимо органически связать с задачами, стоящими на каждом из этапов подготовки спортсменов,

ТАБЛИЦА 16.3 – Преимущества и недостатки трёх наиболее распространенных методов развития силы (Fox et al., 1993)

Критерий	Метод		
	изокинетический	изометрический	изотонический
Прирост мышечной ткани	Отлично	Слабо	Хорошо
Прирост выносливости	Отлично	Слабо	Хорошо
Прирост силы в объёме движений	Отлично	Слабо	Хорошо
Адаптация связок и сухожилий	Отлично	Слабо	Хорошо
Уменьшение вероятности болезненного перенапряжения мышц	Отлично	Хорошо	Слабо
Снижение риска получения травмы	Отлично	Хорошо	Слабо
Повышение мастерства	Отлично	Слабо	Хорошо

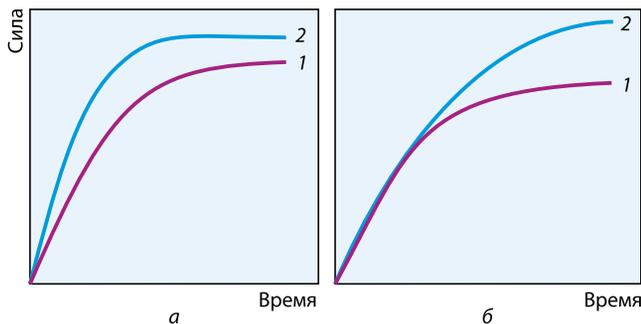


РИСУНОК 16.21 – Динамика прироста силы в результате тренировки с применением плиометрического (а) и концентрического (б) методов: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки (в первом случае прирост скоростной силы составил 24%, максимальной – 11%; во втором – прирост скоростной силы – 0,4%, максимальной – 27%) (Sale, 1991)

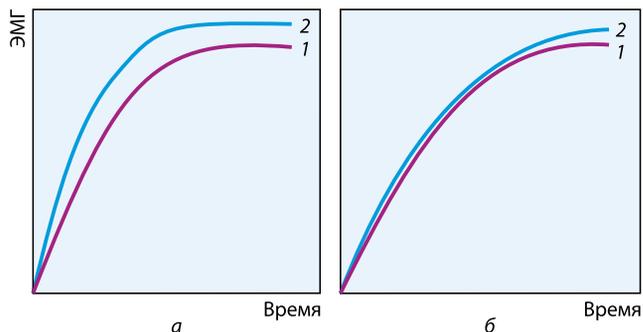


РИСУНОК 16.22 – Изменение интегрированной ЭМГ в результате тренировки с применением плиометрического (а) и концентрического (б) методов: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки (в первом случае интенсивность импульсации в начале работы увеличилась на 38%, а при достижении тетанического сокращения на 8%; во втором – незначительное увеличение активации (3%) отмечается лишь при достижении тетанического сокращения) (Sale, 1991)

их возрастными и половыми особенностями, специфическими требованиями вида спорта и вида соревнований, избранной моделью соревновательной деятельности. Например, на ранних этапах многолетнего совершенствования силовая подготовка строится исключительно на естественных двигательных действиях с использованием свободных отягощений (Бар-Ор, Роуланд, 2009; Lloyd, Oliver, 2014). При подготовке квалифицированных спортсменов на общеподготовительном этапе подготовительного периода макроцикла могут использоваться силовые тренажёры узконаправленного воздействия, наиболее эффективные для развития максимальной силы (Fox et al., 1993; Платонов, 2004). Силовая подготовка на специально-подготовительном этапе подготовительного периода строится преимущественно на движениях, естественных для двигательной деятельности человека и специфики вида спорта, упражнениях с использованием свободных отягощений, которые являются наиболее эффективными для развития специфической силы и реализации базовых компонентов силовой подготовленности в характерных для вида спорта двигательных действиях (Fleck, Kraemer, 2004; Stone et al., 2008; Gamble, 2013).

В этой связи следует с осторожностью относиться к результатам многочисленных исследований, в которых осуществлялось сравнение эффективности разных средств и методов силовой подготовки вне связи с задачами, которые должны решаться на каждом из этапов совершенствования спортсмена, а также индивидуальными особенностями спортсмена, спецификой вида спорта.

Сочетание средств и методов силовой подготовки

Процесс силовой подготовки оказывается наиболее эффективным при использовании разных методов. Об этом свидетельствует современная спортивная практика, а также результаты многочисленных исследований, в которых убедительно показано преимущество смешанной программы силовой подготовки по сравнению с односторонней, основанной на применении одного из методов развития силы, каким бы эффективным он ни казался.

При комплексном применении разных методов развития силовых качеств возникает проблема оптимального соотношения разных методов силовой подготовки, решение которой связано, во-первых, с анализом требований, предъявляемых к силовым качествам, обусловленным спецификой каждого из видов спорта, а, во-вторых, с уровнем и структурой силовой подготовленности конкретного спортсмена.

Специфика таких видов спорта, как вольная и греко-римская борьба, гимнастика спортивная, требует исключительно разносторонней силовой подготовки, базирующейся на пропорциональном использовании разных методов – от концентрического до баллистического. Именно такая разносторонняя силовая подготовка способна обеспечить готовность спортсмена к проявлению силовых качеств в различных двигательных действиях, характерных для этих видов спорта.

Силовая подготовка пловцов, гребцов-академистов, лыжников предполагает преимущественно использование концентрического и плиометрического методов и, в меньшей мере, – остальных. Метателям молота, толкателям ядра, прыгунам в длину, высоту и с шестом, прыгунам в воду в процессе специальной силовой подготовки преимущественно следует ориентироваться на баллистический и плиометрический методы, а горнолыжникам, а также спортсменам, специализирующимся в сноуборде, фристайле, прыжках на лыжах с трамплина – на плиометрический, концентрический, баллистический и, в меньшей мере, на все остальные, включая изометрический. Примерное соотношение объёмов специальной силовой подготовки с использованием разных методов представлено в таблице 16.4.

ТАБЛИЦА 16.4 – Соотношение силовых упражнений, выполняемых разными методами в процессе силовой подготовки спортсменов в разных видах спорта (в процентах от времени, затраченного на силовую подготовку)

Вид спорта, вид соревнования	Метод силовой подготовки					
	концентрический	эксцентрический	изометрический	изокинетический	плиометрический	баллистический
Плавание на короткие дистанции	45	10	5	10	25	5
Плавание на средние и длинные дистанции	55	10	5	5	20	5
Бег на короткие дистанции	30	10	5	10	25	20
Легкоатлетические прыжки, прыжки на лыжах с трамплина	25	10	5	10	30	20
Метание молота, толкание ядра, метание диска, метание копья	30	10	5	10	20	25
Прыжки в воду	35	10	10	5	25	15
Борьба вольная, борьба греко-римская	30	10	10	10	25	15
Бокс	50	10	–	10	15	15
Тяжелая атлетика	25	15	10	15	20	15
Гребля академическая	35	15	10	10	25	5
Гребля на байдарках	50	15	5	10	15	5
Лыжные гонки, биатлон	45	15	5	5	25	5
Фигурное катание	35	15	5	5	25	15
Конькобежный спорт	45	15	5	5	25	5
Горнолыжный спорт, сноуборд	30	15	5	5	30	15
Фристайл	25	15	5	5	30	20
Футбол, хоккей, гандбол, баскетбол, волейбол	40	10	5	5	25	15

Для атлетов, отличающихся высоким уровнем максимальной силы, развитой в результате длительного применения концентрической, эксцентрической и изокинетической тренировки, дальнейшие значительные объёмы такой работы противопоказаны, так как они оказываются неэффективными для развития максимальной силы и одновременно отрицательно сказываются на скоростной силе, разных видах выносливости (Stone et al., 2007). Например, установлено, что большой объём работы, направленной на увеличение объёма мышц, отрицательно сказывается на эффективности нервной регуляции (Moritani, De Vries, 1979). Изменение направленности силовой тренировки в сторону использования скоростно-силовых упражнений с отягощениями, находящимися в диапазоне 20–50 % максимально доступных, способствует сохранению ранее достигнутого уровня максимальной силы, развитию скоростно-силовых способностей, повышению способности к реализации силовых возможностей и увеличению мощности работы в соревновательной деятельности (Harris, 2000; Gamble, 2013). Эти факты, естественно, должны учитываться при планировании силовой подготовки в системе многолетнего совершенствования и годичной подготовки.

Для спортивной практики представляет большой интерес механизм взаимодействия эффектов силовой тренировки, достигнутых при использовании смешанных программ. Применение разных методов силовой подготовки приводит к разностороннему усредненному эффекту, т.е. параллельное использование, например, изометрического, концентрического и изокинетического методов способно привести к существенному приросту (от 0,5 до 2,0 % за одно занятие) силы, регистрируемой в любом из указанных режимов. Однако усреднённый уровень прироста силы оказывается несколько ниже по сравнению с тренировкой только, например, изокинетическим методом при условии, что тестирование силы проводится этим же методом. Если же тестирование проводить в изометрических условиях, то обычно регистрируются более высокие показатели у лиц, использовавших смешанную программу.

Не менее важным является и учет закономерностей прироста силы при использовании разных методов. Специальными исследованиями установлено, что наибольший прирост силы в начале периода силовой подготовки дает применение изометрического метода, в дальнейшем его эффективность снижается. Для эксцентрического метода, напротив, свойственна низкая эффективность на начальном этапе силовой подготовки и её повышение в дальнейшем. Изокинетический метод занимает промежуточное положение и характеризуется планомерным приростом силы (Atha, 1981).

Основы методики силовой подготовки

Процесс **силовой подготовки** в современном спорте направлен на развитие разных силовых качеств, увеличение активной мышечной массы, укрепление соединительной и костной тканей, улучшение телосложения. Параллельно с развитием силы создаются предпосылки повышения уровня скоростных качеств, гибкости, координационных способностей, оптимизации процессов энергообеспечения мышечной деятельности.

В процессе силовой подготовки важно учитывать следующее:

- возраст и пол спортсмена;
- требования к силовой подготовленности, диктуемые спецификой вида спорта;
- квалификацию спортсмена;

- индивидуальные особенности (особенности телосложения, уровень развития силовых качеств, гибкости, координационных способностей, перенесенные травмы и др.);
- опыт силовой подготовки;
- уровень освоения техники силовых упражнений;
- результаты тестирования силовых качеств;
- этап многолетней и годичной подготовки;
- уровень оснащения специальным оборудованием, тренажёрами.

Рациональная методика силовой подготовки должна обеспечивать:

- эффективный подбор и сочетание упражнений по направленности воздействия (общеподготовительные, вспомогательные, специально-подготовительные) и по вовлечённым в работу мышечным объёмам (глобальные, частичные, локальные);
- рациональный подбор и сочетание режимов работы мышц и методов силовой подготовки (концентрический, эксцентрический, изокINETический, изометрический, баллистический, плиометрический).

Основным направлением силовой подготовки спортсменов высокой квалификации является обеспечение её органической взаимосвязи с требованиями эффективной соревновательной деятельности, преимущественное развитие силы за счёт оптимизации нейромышечной регуляции, совершенствования внутри- и межмышечной координации, что предусматривает:

- органическое сочетание средств строго избирательного воздействия со средствами активации больших объёмов мышечной ткани;
- использование мультисуставных движений, приближенных по кинематической структуре к элементам соревновательной деятельности;
- максимальное разнообразие средств и методов силовой подготовки, режимов работы мышц, величины сопротивлений, скорости движений;
- использование упражнений, обеспечивающих стабильность пояснично-тазового комплекса;
- совмещенное развитие силовых качеств и статодинамической устойчивости;
- совмещенное развитие силовых качеств и подвижности в суставах.

Важным моментом в силовой подготовке является пропорциональное и сбалансированное повышение силовых возможностей различных групп мышц — агонистов, синергистов, антагонистов, стабилизаторов. Мнение, согласно которому силовая подготовка должна предусматривать преимущественное увеличение возможностей мышц, непосредственно определяющих эффективность основных двигательных действий, и пренебрегать развитием других мышц и мышечных групп, в частности антагонистов, — является неверным. Сбалансированное развитие различных мышечных групп существенно определяет технику движений, уровень скоростных качеств, является важным фактором в профилактике травм (Jagic, 1995).

Вместе с тем содержание силовой подготовки должно находиться в строгом соответствии со спецификой вида спорта, обеспечивать органичную взаимосвязь силовых качеств с техническим мастерством, другими двигательными качествами.

Стремление распространить представления о силовой подготовке, никак не связанные со спецификой вида спорта, приводит к странным и неприемлемым рекомендациям. Например, к основным средствам силовой подготовки баскетболистов относят серии 3×3 – 6 повторений с отягощениями 80–90 % максимально доступных в таких упражнениях как жим лежа, толчок штанги, приседания со штангой, жим штанги стоя и др. Даже для футболистов рекомендуются 3×3 – 6 повторений жима лёжа с отягощениями 85–90 % максимального (McGuigan, 2017). Понятно, что ничего кроме травм

и развития неспецифической силы, входящей в противоречие с техническими, координационными, скоростными возможностями и выносливостью спортсменов такая работа принести не может. К сожалению, подобные рекомендации узких специалистов по силовой подготовке, ориентированной на гипертрофию мышц, далёких от понимания требований современного спорта, достаточно широко представлены в специальной литературе.

Современные методы и средства силовой подготовки оказывают исключительно интенсивное воздействие на организм спортсмена, особенно на его опорно-двигательный аппарат и нервную систему. При рационально организованной тренировке отмечается очень высокий эффект в отношении развития различных силовых качеств и увеличения мышечной массы, её рельефности, изменения телосложения (Baechle, Earle, 2008; Gamble, 2013; Lloyd, Oliver, 2014). Однако если принципы рационального построения силовой подготовки нарушаются, то её эффективность оказывается невысокой, а вероятность серьёзных отклонений в состоянии здоровья — прежде всего травм мышц, связок, сухожилий, суставов — резко возрастает (Guy, Micheli, 2001; Barber-Westin et al., 2005). В особой мере это относится к молодым спортсменам, развитие опорно-двигательного аппарата у которых ещё не завершилось и они не имеют достаточно высокого уровня развития силовых качеств (Greene, Naughton, 2006; Lloyd et al., 2011), а также к спортсменкам, которые значительно более уязвимы по сравнению со спортсменами в отношении риска травматизма и негативного влияния адаптационных процессов, связанных с напряжённой силовой подготовкой в течение периода полового развития, на полноценное и разностороннее возрастное развитие (Hewett et al., 2006; Mendiguchia et al., 2011). С осторожностью необходимо относиться и к построению силовой подготовки спортсменов в начале тренировочного года или после длительного перерыва в занятиях.

Во всех подобных случаях интенсивной силовой подготовке должен предшествовать более или менее длительный период подготовительной работы — от двух-трех недель до нескольких месяцев. Так, спортсменам высокого класса для подготовки к интенсивной силовой работе в начале года, после переходного периода, завершившего предыдущий сезон, обычно достаточно 2–3 нед. подготовительной работы, в то время как юным спортсменам необходимо несколько месяцев для разносторонней подготовки опорно-двигательного аппарата и нервной системы к относительно напряжённой силовой работе. В этот период спортсмены должны хорошо освоить технику силовых движений, укрепить мышечную систему, создать базовый уровень выносливости (Платонов, 2004; Lloyd, Oliver, 2014).

Направления силовой подготовки

Силовая подготовка в современном спорте осуществляется в четырёх направлениях — тесно взаимосвязанных, но относительно самостоятельных и требующих существенных различий в методике реализации. **Первое** из них предполагает увеличение силы путём мышечной гипертрофии — увеличения площади поперечного сечения мышц. **Второе** направление связано с развитием мышечной силы путём увеличения способности к активации мышечных волокон, особенно быстросокращающихся, характеризующихся, в отличие от медленносокращающихся, высоким порогом возбуждения. **Третье** также связано с совершенствованием нейромышечной регуляции, в частности, с улучшением меж- и внутримышечной координации, синхронизацией активности агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов. И, наконец, **четвёртое** направление предусматривает повышение

способностей спортсмена к реализации в специальной тренировочной и соревновательной деятельности силовых возможностей, достигнутых в процессе силовой тренировки в первых трёх направлениях (Платонов, 2015). Развитие силовых качеств вне связи с технико-тактическим мастерством, уровнем развития скоростных и координационных способностей, гибкости, возможностей систем энергообеспечения может стать серьёзным ограничением роста спортивного мастерства (Bosch, 2014; Платонов, 2015). Однако следует учесть, что имитация в процессе силовой подготовки движений, характерных для соревновательной деятельности, может привести к излишне жёсткой взаимосвязи силовых возможностей со строго определённой структурой движения (Sheppard, 2014). Это может отрицательно сказаться на способности спортсмена к реализации силовых возможностей в реальной соревновательной деятельности, для которой достаточно высокая вариативность динамических и кинематических характеристик движения, особенностей нейрорегуляции, энергетического обеспечения и вовлечения в работу двигательных единиц и мышечных волокон. И это имеет место не только в единоборствах или спортивных играх, для которых характерно исключительное многообразие двигательных действий даже в относительно стандартных ситуациях, но и для видов спорта с достаточно строгой регламентацией движений — бега, плавания, гребли и др.

Принципиальной особенностью силовой подготовки в спорте является учёт того, что каждый из видов спорта или видов соревнований предъявляет специфические требования к силовым способностям спортсмена, что наглядно проявляется в отличиях в уровне максимальной силы у спортсменов разных специализаций (рис. 16.23). Естественно, что эти различия касаются не только гипертрофии мышц, но проявляются в направлениях развития силы, носящих нейрорегуляторный характер.

Последовательность реакций адаптации в процессе силовой подготовки. Принято считать, что в ответ на тренировочные программы вначале увеличение силы происходит за счёт нейрорегуляторной адаптации, более поздние адаптационные процессы принято связывать с гипертрофией мышц (Stone et al., 2008; Gamble, 2013), а заключительные — с развитием способностей к реализации силовых качеств в специальной тренировочной и соревновательной деятельности.

Однако такое положение имеет место при узконаправленной силовой подготовке, не связанной с принципами построения тренировочного процесса, характерного для современного спорта. Современная спортивная тренировка требует, чтобы гипертрофические, нейрорегуляторные и реализационные процессы находились в тесной взаимосвязи на любом из этапов или периодов подготовки с преимущественной ролью того или иного из них и в органичной взаимосвязи с развитием других двигательных качеств и сторон подготовленности.

Действительно, в начале подготовительного периода в процессе базовой силовой подготовки нейрорегуляторные механизмы адаптации опе-

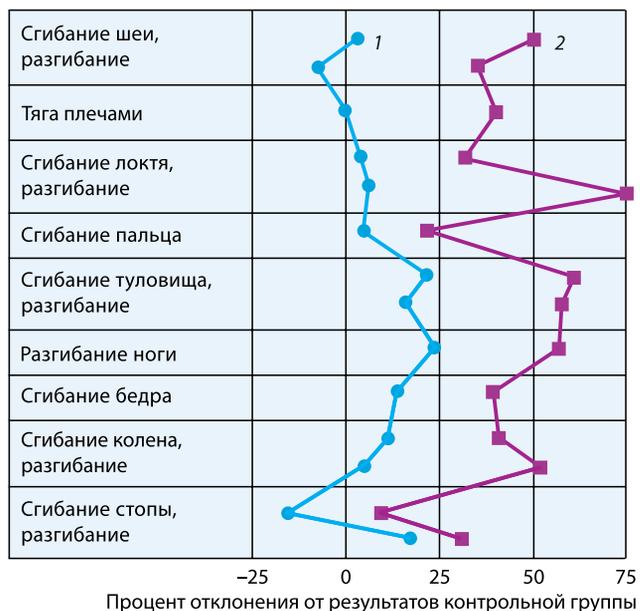


РИСУНОК 16.23 – Изометрическая сила у бегунов на средние дистанции (1) и тяжелоатлетов (2) (Сейл, 1998)

режают гипертрофические. В дальнейшем, после создания разностороннего силового фундамента, в основе которого нервная адаптация и мышечная гипертрофия, решаются задачи развития специальных видов силовых качеств. Развитие силовых качеств обеспечивается при взаимодействии с техническим мастерством, энергообеспечением, скоростными и координационными способностями, гибкостью, с ориентацией на избранную модель соревновательной деятельности. Естественно, что в этих случаях уже речь не может идти о дальнейшей гипертрофии мышц, а акцент в силовой тренировке вновь смещается в сторону совершенствования нейрорегуляторных составляющих силовой подготовленности.

Сложный характер взаимодействия между нейрорегуляторными и гипертрофическими процессами проявляется и в характерной для большинства видов спорта последовательности развития различных силовых качеств в течение макроцикла. В начале подготовительного периода создается силовой фундамент, во многом построенный на материале тренировки с большими отягощениями, вызывающей соответствующие адаптационные изменения. Продолжительность такой тренировки составляет от 4–5 до 6–7 нед. В дальнейшем направленность силовой подготовки меняется и основное место начинают занимать средства скоростно-силового характера при снижении величины отягощений (как правило, до 30–60 % максимально доступного уровня) и повышении значимости скоростного компонента (Stone et al., 2007; Gamble, 2013), что приводит к совершенствованию нейрорегуляторных составляющих силовой подготовленности. Такая последовательность обеспечивает становление как базового уровня силовой подготовленности, так и специального, лежащего в основе двигательных действий большой мощности (Harris, 2000; Stone et al., 2007).

Следует также отметить, что использование возможностей четвертого направления силовой подготовки, связанного с реализацией силовых качеств, осуществляется параллельно со средствами, относящимися к первым трём направлениям. Для подтверждения этого достаточно сослаться на устоявшиеся представления, согласно которым общая (базовая) подготовка должна строиться на материале, который не противоречит специфике вида спорта, а создает предпосылки для развития специальных силовых качеств в органическом единстве с другими двигательными качествами и технико-тактическими составляющими спортивного мастерства. Таким образом, общая силовая подготовка приобретает вспомогательный характер, соответствующий требованиям того или иного вида спорта (Матвеев, 1999, 2010; Платонов, 2015). Да и в течение всей последующей тренировки процессы развития разных видов силы протекают параллельно с процессами, направленными на её реализацию в специфических условиях тренировочной деятельности и в условиях соревнований. Естественно, что реализация накопленного силового потенциала в специфических для вида спорта двигательных действиях в решающей мере обуславливается нейрорегуляторными, а не гипертрофическими реакциями (Платонов, 2015).

Интенсивность силовых упражнений, режим работы и отдыха. Направленность и эффективность силовой подготовки определяются интенсивностью работы при выполнении упражнений (величина отягощений, скорость движений), количеством упражнений в каждом подходе, продолжительностью интервалов отдыха между подходами.

Данные, приведенные на рисунке 16.24, отражают зависимость направленности воздействия силовых упражнений от величины отягощений и количества повторений в подходе. Следует обратить внимание на то, что повышение мощности работы в однократных двигательных действиях (рывок штанги, толкание ядра, метание молота и т. п.) требует больших отягощений и меньшего количества повторений в подходе по сравнению с развитием мощности применительно к многократным двигательным действиям (спринт, волейбол, гандбол и др.).

РИСУНОК 16.24 – Влияние величины отягощений и количества повторений в подходе на направленность силовой тренировки (Earle, Baechle, 2008)

Направленность воздействия	≤ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥ 20	
	Сила					Сила					Сила					Сила				
	Мощность					Мощность					Мощность					Мощность				
	Мышечная гипертрофия					Мышечная гипертрофия					Мышечная гипертрофия					Мышечная гипертрофия				
	≤ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	≥ 20	
	Силовая выносливость					Силовая выносливость					Силовая выносливость									

Количество повторений в подходе

Величина отягощений, скорость движений и продолжительность работы при выполнении силовых упражнений зависят от заданной направленности тренировочного процесса и метода силовой подготовки. Мышечная гипертрофия развивается наиболее эффективно при величине отягощений, находящихся в пределах 70–85 % максимально доступной при количестве повторений в каждом подходе – 6–12 и невысокой скорости движений (Bompa et al., 2003; Stone et al., 2007; Earle, Baechle, 2008). Более того, искусственно замедленные движения концентрического, эксцентрического и изокинетического типа при использовании больших отягощений являются исключительно эффективными для мышечной гипертрофии (Keeler et al., 2001), особенно в отношении БС-волокон, подверженных значительно большей гипертрофии по сравнению с МС-волокнами (Häkkinen, 1994; Stone et al., 2008). Однако следует учитывать, что тренировка с большими отягощениями и низкой скоростью движений может оказывать сдерживающее влияние на развитие скоростной силы и скоростных возможностей (Stone et al., 2008).

Совсем иная ситуация с развитием видов скоростной силы – взрывной и стартовой. Экспериментально доказано (Haff et al., 1997; Gamble, 2013), что проявление максимальной и скоростной силы в двигательных действиях связано отрицательной корреляцией: проявление максимальной силы ограничивает проявление скоростной, а достижение высокого уровня скоростной силы не позволяет в полной мере проявиться максимальной. Устранение этого противоречия является исключительно важным моментом в силовой подготовке спортсменов и обеспечивается разнообразием тренировочных средств, широким диапазоном величины отягощений и скорости движений, использованием всех методов силовой подготовки – от изометрического до баллистического.

Величина отягощений должна соответствовать виду скоростной силы – взрывной или стартовой – и не ограничивать скорости движений. Стартовая сила, наиболее яркие проявления которой имеют место, например, в фехтовании или настольном теннисе, требует использования в тренировочном процессе относительно невысоких отягощений – 30–50 % максимально доступных. В этом случае обеспечивается развитие стартовой силы и повышение мощности работы при выполнении двигательных действий, характерных для вида спорта. Для спортсменов, специализирующихся, например, в тяжёлой атлетике, легкоатлетических метаниях или прыжках, гимнастике спортивной или прыжках в воду, требуется высокий уровень взрывной силы. Для этого в тренировочном процессе должны использоваться отягощения, обеспечивающие достижение максимального уровня выходной мощности. Для квалифицированных спортсменов это отягощения, составляющие от 50 до 70 % максимально доступных (Stone et al., 2007; Earle, Baechle, 2008; Lloyd, Oliver, 2014).

Тренировка с большими отягощениями, за исключением отдельных случаев, характерных для подготовки спортсменов высшего класса, нецелесообразна, так как приводит к проявлению комплекса негативных для развития скоростной силы защитных реакций в виде снижения активации мышц,

обеспечивающих выполнение двигательного действия, активации мышц-антагонистов, ограничения амплитуды движений, произвольных и непроизвольных нервных ограничений (Gamble, 2013).

Величина отягощений имеет решающее значение для эффективности плиометрических упражнений. При их рациональной величине, которая колеблется в диапазоне 40–60 % максимальной, происходит эффективное растягивание мышц, сухожилий, соединительной ткани, окружающей мышечные волокна, двигательные единицы мышц и сами мышцы, и увеличение силы в концентрической фазе за счёт накопленной энергии растяжения. Излишне большие отягощения приводят к уменьшению импульсации работающих мышц, активации мышц-антагонистов, что сдерживает растягивание мышц и соединительной ткани и накопление энергии растяжения. Слишком малые отягощения обеспечивают проявление скоростных качеств, однако ограничивают объём мышечной ткани, вовлекаемой в работу. И в том и в другом случаях снижается эффективность процесса повышения скоростной силы. Однако здесь важно учитывать существенные различия величины отягощений, эффективных для развития взрывной и стартовой силы.

При подборе средств и методов силовой подготовки, направленной на развитие взрывной или стартовой силы, следует учитывать, что в большинстве двигательных действий, характерных для разных видов спорта, решающее значение имеет временной интервал, необходимый для проявления силы. И здесь исключительно важна способность быстро вовлечь в работу двигательные единицы с высоким порогом возбуждения, состоящие из БС-волокон, чего можно добиться использованием плиометрических, баллистических и высокоскоростных концентрических упражнений (см. видео **2, 3, 6**) (Cormie et al., 2011). Чем ближе эти упражнения к основным компонентам соревновательной деятельности по динамическим и кинематическим характеристикам, тем выше их эффективность в отношении реализации силовых возможностей в соревнованиях (Gamble, 2013).

Как уже отмечалось, основное место в силовой подготовке спортсменов должны занимать изотонические (динамические) упражнения, которые используются при реализации возможностей концентрического, эксцентрического, изокинетического, плиометрического и баллистического методов. Однако и изометрические (статические) упражнения должны находить применение в процессе силовой подготовки в любом виде спорта, а в таких видах спорта, как стрельба пулевая, стрельба из лука, прыжки в воду, им должно уделяться особое внимание.

При использовании в тренировочном процессе изометрического метода следует планировать особый режим работы и отдыха, обусловленный особенностями развития утомления при статической работе мышц и протекания восстановительных реакций после её окончания. Статическая работа приводит к значительно более быстрому развитию утомления по сравнению с динамической (рис. 16.25). Однако восстановительные реакции после статической работы протекают так же, как и после динамической, что необходимо учитывать при определении продолжительности отдельных упражнений и пауз отдыха между ними.

При использовании любого из методов силовой подготовки существует большое количество способов интенсификации тренировочного процесса. Эти способы могут быть связаны с увеличением объёма мышц, вовлечённых в работу, увеличением величины отягощений, количества подхо-

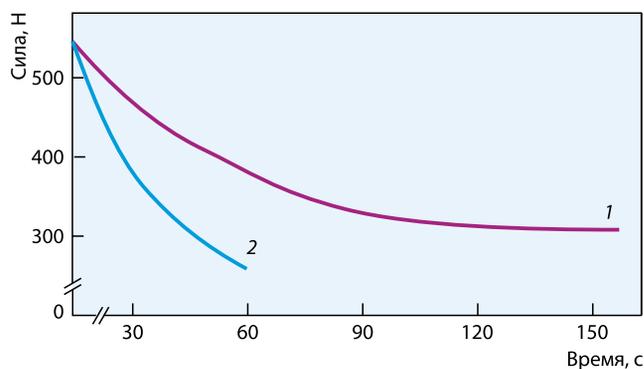


РИСУНОК 16.25 – Кривые утомления при выполнении динамической (1) и статической (2) работы (Хартманн, Тюннеманн, 1988)

дов при выполнении каждого из упражнений, уменьшением продолжительности пауз между подходами. Например, если стоит задача повышения интенсивности тренировки с использованием плиометрического метода применительно к мышцам нижней части тела, должно быть учтено следующее:

- упражнения, требующие нагрузки на одну ногу, оказывают большее воздействие на мышцы и соединительную ткань, суставы по сравнению с упражнениями, в которых нагрузка равномерно распределяется на две ноги;
- увеличение скорости движений увеличивает интенсивность воздействия;
- чем выше центр тяжести тела в применяемых упражнениях, тем выше интенсивность воздействия при приземлении;
- чем больше масса атлета, тем выше нагрузка на мышцы, соединительную ткань и суставы;
- использование дополнительных отягощений (отягощающие пояса, отягощения на запястьях, лодыжках и т. п.) повышает интенсивность работы (Potach, Chu, 2008).

По мере повышения силовой подготовленности следует постепенно увеличивать величину отягощений. Например, если ставится задача увеличения силы за счёт мышечной гипертрофии и спортсмену рекомендуется серия из трёх подходов с отягощениями, соответствующими 8 ПМ, т. е. в каждом подходе атлет может выполнить только 8 повторений, то по прошествии 2–3 нед. спортсмен может оказаться способным выполнить в каждом подходе уже на 2–3 повторения больше, т. е. 10–11. В этом случае величина отягощения увеличивается до уровня, соответствующего 8 ПМ. В зависимости от характера упражнений и индивидуальных возможностей спортсмена это, как правило, 2–4 кг (Sheppard, Triplett, 2016).

В случае, когда выполняются упражнения, направленные на развитие силовой выносливости, величина отягощений повышается пропорционально увеличению времени выполнения упражнения до отказа. Например, пловцу или гребцу предлагается работа на специальных тренажёрах с отягощениями, позволяющими выполнять упражнения в темпе, характерном для соревновательной деятельности. Нагрузка устанавливается таким образом, чтобы спортсмен был в состоянии выполнять движения в течение 1, 2 или 3 мин. Когда спортсмен оказывается способным выполнять движения в течение 1 мин 15 с, 2 мин 30 с, 3 мин 45 с, нагрузка увеличивается до возвращения к ранее заданному времени работы до отказа.

Вполне естественный в процессе силовой подготовки акцент на интенсивность работы, величину отягощений и мышечных напряжений не должен отвлекать внимания от того, что эффективность силовой подготовки, особенно в той части, которая относится к нейрорегуляторной составляющей, зависит от двух органически взаимосвязанных равнозначных процессов. Один из них связан с напряжением мышц, а второй — с их расслаблением, как только устраняется необходимость в их активности. Поэтому совершенствование способностей к расслаблению мышц должно занимать соответствующее место в тренировочном процессе. Одним из важнейших факторов обеспечения эффективного расслабления является отсутствие избыточной активации мышц, стремления проявить максимальную силу, так как это не повышает, а снижает эффективность двигательных действий.

Важным моментом в методике силовой подготовки, особенно при применении больших отягощений, является освоение рациональной техники выполнения упражнений и связанной с ней способностью к проявлению силовых качеств, что особенно важно в отношении эксцентрических упражнений, отличающихся повышенной травмоопасностью (Housh et al., 1992). Плохо освоенные упражнения не позволяют обеспечить достаточную нагрузку для стимуляции мышечной гипертрофии, что во многом объясняет низкую эффективность упражнений с максимальными отягощениями

у людей, не подготовленных в техническом отношении (Stone et al., 2008). Связано это с тем, что не освоенные в техническом отношении упражнения неизбежно сопровождаются нервным ограничением проявления силовых качеств, которое может носить произвольный и непроизвольный характер. Произвольное ограничение имеет место, когда спортсмен стоит перед необходимостью преодоления сопротивления, которое он воспринимает как недоступное, чреватое болевыми ощущениями, вероятностью травмы; непроизвольное опирается на информацию от механорецепторов, свидетельствующую о преодолении избыточного или непривычного сопротивления. Эта реакция защитного типа может проявляться двояко. Во-первых, снижением активации и импульсации мышц, несущих нагрузку при выполнении движения, а, во-вторых, активацией мышц-антагонистов, тормозящих движение и ограничивающих проявление силы (Stone et al., 2007; Gamble, 2013). Рациональная, построенная на хорошо освоенных движениях силовая тренировка уменьшает как произвольные, так и непроизвольные ограничения проявления силы (Aagaard et al., 2002).

Особенности планирования силовой подготовки в микроциклах и занятиях. При развитии разных видов силовых качеств соответствующие средства силовой подготовки могут составлять основное содержание программ тренировочных занятий или включаться достаточно объёмной и напряженной частью в программы комплексных занятий (Платонов, 2004). Количество однонаправленных силовых программ в течение недельного микроцикла должно превышать 2–3, а перемены между занятиями в зависимости от направленности и величины нагрузки в них могут колебаться в диапазоне 24–72 ч (Graves et al., 1988; DeRenne et al., 1996).

В тренировочных микроциклах, в которых преимущественно решаются задачи силовой подготовки, следует максимально разнообразить тренировочный процесс, чередуя занятия с большими нагрузками (желательно 2 раза в неделю) с занятиями, в которых нагрузки значительные (80–90%) или средние (70–80%) (Sheppard, Triplett, 2016). Разнообразие тренировочного процесса может быть обеспечено изменением программ занятий, в которых могут преимущественно планироваться средства, направленные на развитие максимальной силы, взрывной силы и мощности, силовой выносливости. Следует также чередовать программы, направленные на развитие силовых качеств мышц верхней или нижней части тела, преимущественно использовать тренировку со свободными весами или на тренажёрах, применять различные методы силовой подготовки — концентрический, эксцентрический, изометрический, плиометрический, баллистический (Платонов, 2013).

При чередовании программ занятий силовой направленности следует следить за протеканием восстановительных реакций с тем, чтобы очередное занятие проводилось в оптимальном состоянии для развития конкретного вида силовых качеств. Известно, что тренировочные программы, направленные на развитие максимальной силы с использованием больших и предельных отягощений, требуют большего времени для восстановления, чем занятия, в которых использовались меньшие отягощения (Stone, O'Bryant, 1987; Fleck, Kraemer, 2004). Для профилактики переутомления нервной и мышечной систем такие занятия следует применять не чаще одного раза в 7 дней. ещё два тренировочных занятия могут быть проведены с отягощениями 75–80% максимальных. Такой режим является оптимальным и для протекания процессов морфологического и гормонального характера, обеспечивающих синтез белка (McDougall et al., 1984; Phillips et al., 1996). Использование в программах занятий упражнений глобального характера, вовлекающих большие мышечные объёмы, требует большего времени для восстановления по сравнению с программами, построенными на упражнениях частичного и локального характера (Staron et al., 1989; Gamble, 2013).

Ежедневные занятия одной и той же направленности представляются нецелесообразными в связи с недостатком времени для восстановления и развития реакций адаптации (Earle, Baechle,

2008). Планирование ежедневных занятий возможно, когда чередуется их направленность: например, понедельник и четверг — развитие скоростной силы, вторник и пятница — максимальной силы, среда и суббота — силовой выносливости. Возможно и иное чередование: понедельник, четверг — мышцы верхнего плечевого пояса; вторник, пятница — мышцы ног и таза; среда, суббота — мышцы туловища.

С особой осторожностью следует относиться к построению силовых программ, базирующихся на материале плиометрических и баллистических упражнений, что обусловлено большой нагрузкой на мышцы, соединительную ткань и суставы (Newton et al., 2012). Планировать очередные комплексы таких упражнений следует после восстановления после предыдущих, которое завершается обычно через двое-трое суток (Chu, 1998).

В силовых занятиях комплексной направленности важно рационально распределить упражнения как по направленности воздействия, так и по объёмам вовлечённых мышц. В начале занятий, после полноценной разминки, следует использовать упражнения, направленные на развитие скоростной силы, затем переходить к упражнениям, способствующим развитию максимальной силы, а завершать программу занятия упражнениями, требующими проявления силовой выносливости.

Интенсификации программ силовой подготовки может помочь чередование упражнений, вовлекающих в работу мышцы разных частей тела (Baechle, Earle, 2011). В этом случае паузы между подходами будут короче, а интенсивность работы выше по сравнению со случаем, когда различные группы мышц в работу вовлекаются последовательно. Однако и суммарная нагрузка на различные мышечные группы несколько снизится.

Упражнения, вовлекающие в работу большие мышечные объёмы, мультисуставные упражнения, а также упражнения, выполняемые с использованием плиометрического и баллистического методов, следует планировать в первой части занятия, до наступления утомления. После этого можно применять упражнения с участием небольших объёмов мышц (Tan, 1999; Baechle, Earle, 2008), способствующие гипертрофии мышц, а также упражнения, направленные на развитие силовой выносливости.

Продолжительность отдыха между отдельными упражнениями или подходами зависит от направленности силовой подготовки, объёма мышц, вовлекаемых в работу в конкретном упражнении, количества повторений в подходе. Развитие скоростной и максимальной силы за счёт совершенствования нейрорегуляторных возможностей требует продолжительных периодов отдыха между подходами — от 2 до 5 мин в зависимости от объёма мышц, вовлечённых в работу (Weiss, 1991; Baechle, Earle, 2008). Непродолжительный отдых (30–60 с) смещает направленность тренировочного процесса в сторону развития гипертрофии мышц и силовой выносливости, а для развития максимальной и скоростной силы является менее эффективным (Robinson et al., 1995). Однако многие специалисты вполне обоснованно считают, что использование отдыха разной продолжительности между подходами (от 30–60 с до 3–5 мин) с одними и теми же отягощениями и количеством повторений (например, отягощение — 85 %, количество повторений в подходе — 6–10) в большей мере стимулирует адаптационные реакции, чем использование отдыха стандартной продолжительности (Kraemer et al., 1987; Larson et al., 1997; Baechle, Earle, 2008).

Паузы отдыха между отдельными плиометрическими и баллистическими упражнениями или их сериями должны быть продолжительными и обеспечивать восстановление работоспособности и концентрацию внимания к очередному упражнению или подходу. В зависимости от объёма мышц, вовлечённых в работу при выполнении конкретных упражнений, интенсивности работы, соотношение времени на работу и отдых следует планировать в диапазоне от 1:5 к 1:10 (Potach, Chu, 2008).

Такая продолжительность пауз целесообразна в случаях, когда продолжительность работы в подходе (например, серия прыжков или броски медбола) составляет от 15–20 до 50–60 с. Если же выполняются кратковременные (несколько секунд) упражнения взрывного характера с большими отягощениями и максимальной интенсивностью (например, однократное метание молота, прыжок в высоту или с шестом, рывок или толчок штанги), то паузы между такими упражнениями могут составлять 2–3 мин.

Оптимизации процесса силовой подготовки в тренировочных занятиях способствует применение контрастного метода, в основе которого чередование упражнений, направленных на развитие максимальной силы и выполняемых в концентрическом, эксцентрическом и изометрическом режимах, с баллистическими и плиометрическими упражнениями, способствующими развитию скоростной силы. Этот метод помогает сбалансировать адаптационные реакции, связанные с различными процессами, лежащими в основе развития силовых качеств — гипертрофией мышц и нейромышечной активизацией (Kilduff et al., 2007; Paasuke et al., 2007).

Силовая подготовка в видах соревнований, требующих выносливости к длительной работе

В последние годы американская Национальная ассоциация силы и подготовленности (NSCA) активно пропагандирует значимость силовой подготовки для увеличения результативности в видах соревнований, требующих высокого уровня аэробных возможностей — марафонском беге и беге на длинные дистанции, шоссейных велогонках, триатлоне и др. (Haff, Burgess, 2012). На этапе базовой подготовки рекомендуется снизить объём работы, направленной на повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения и выносливости на 25–37 %, а на этапе специальной подготовки — на 19–25 %. Освободившееся время рекомендуется заполнить средствами силовой подготовки, способствующими повышению максимальной силы, взрывной силы и силовой выносливости. Оценить эту новацию трудно, так как в работе отсутствуют какие-либо сведения об объёмах работы, связанных с развитием выносливости, которые необходимо уменьшать, а утверждение, согласно которому в указанных видах спорта «классические планы развития выносливости сосредотачиваются только на развитии аэробных возможностей», противоречит как научным данным, так и мировой практике, в которой должное внимание уже давно уделяется силовой подготовке, адекватной специфике вида спорта. Для этого достаточно обратиться к опыту подготовки пловцов-стайеров и велосипедистов-шоссейников в ГДР и СССР периода 1970–1980-х годов, сильнейших пловцов-стайеров США, Австралии и других стран, добившихся выдающихся результатов в последние десятилетия.

Поэтому сама идея дополнения работы, связанной с проявлением выносливости, специальной силовой подготовкой, кстати, как и скоростной и координационной, не несет какой-либо новизны. Принципиальной новизной отличаются рекомендации Г. Хэффа и С. Барджесс в отношении содержания силовой подготовки. Они, действительно, можно сказать, сенсационного характера. В частности, как велосипедистам, так и пловцам предлагается последовательно включать в тренировочный процесс четырехнедельные циклы с двумя занятиями силовой направленности. Первый цикл включает тренировочные упражнения, направленные на развитие максимальной силы, а второй — взрывной. Программы как для пловцов, так и для велосипедистов абсолютно идентичны, различия касаются лишь упражнений, воздействующих на те или иные мышечные группы (табл. 16.5–16.8).

Для восприятия информации, представленной в этих таблицах, приводятся сведения, касающиеся принятых условных обозначений (табл. 13.9) и связи между величиной нагрузки, выраженной в процентах от доступной в одном повторении (1ПМ), и в возможном количестве повторений (табл. 16.10).

При анализе содержания этих таблиц обнаруживаются труднообъяснимые факты. Большая часть упражнений должна выполняться с интенсивностью 85–100%, т.е. в том диапазоне, при котором спортсмен способен выполнить от 1 до 5 повторений в каждом подходе. И лишь незначительная часть упражнений должна выполняться с интенсивностью, позволяющей выполнить в подходе

ТАБЛИЦА 16.5 – Развитие максимальной силы у пловцов-стайеров в четырехнедельном мезоцикле (Haff, Burgess, 2012)

День	Упражнения	Подходы		Величина (интенсивность) нагрузки			
		количество	повторения	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя
Вторник	Подъём штанги на грудь в стойку	3	5	М	МН	Н	ML
	Приседания со штангой на плечах	3	5	М	МН	Н	ML
	«Швунг» жимовой	3	5	М	МН	Н	ML
	Наклоны стоя со штангой на плечах	3	5	М	МН	Н	ML
	Подъём гантелей перед собой + разводка стоя + разводка в наклоне	3	5	М	МН	Н	ML
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				
Четверг	Шраги рывковым хватом	3	5	ML	М	МН	L
	Рывок в стойку	3	5	ML	М	МН	L
	Приседания со штангой над головой	3	5	ML	М	МН	L
	Подтягивание на перекладине обратным хватом с отягощением	3	5	ML	М	МН	L
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				

Примечание. Между подходами планируются 2-минутные интервалы отдыха.

ТАБЛИЦА 16.6 – Развитие взрывной силы у пловцов в четырехнедельном мезоцикле (Haff, Burgess, 2012)

День	Упражнения	Подходы		Величина (интенсивность) нагрузки			
		количество	повторения	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя
Вторник	Подъём штанги на грудь в стойку	3	3	МН	Н	VH	М
	Приседания со штангой на плечах в ¼ амплитуды+запрыгивание на тумбу	3	3+3	МН	Н	VH	М
	Лёжа на скамье, пуловер с отягощением, руки ровные	3	3	МН	Н	VH	М
	Подъём гантелей перед собой + разводка стоя + +разводка в наклоне	3	3	МН	Н	VH	М
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				
Четверг	Рывок в стойку	3	3	М	МН	Н	ML
	Жим штанги лёжа с последующим броском медбола	3	3	М	МН	Н	ML
	Румынская тяга рывковым хватом	3	3	М	МН	Н	ML
	Сгибание плеча с гантелей	3	3	М	МН	Н	ML
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				

Примечание. Между подходами планируются 3-минутные интервалы отдыха.

ТАБЛИЦА 16.7 – Развитие максимальной силы у велосипедистов в четырехнедельном мезоцикле (Haff, Burgess, 2012)

День	Упражнения	Подходы		Величина (интенсивность) нагрузки			
		количество	повторения	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя
Вторник	Подъём штанги на грудь в стойку с вися	3	5	М	МН	Н	М
	Приседания со штангой на плечах	3	5	М	МН	Н	М
	Зашагивание на возвышение поочередно	3	5	М	МН	Н	М
	«Швунг» жимовый	3	5	М	МН	Н	М
	Румынская тяга толковым хватом	3	5	М	МН	Н	М
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				
Четверг	Рывок штанги в стойку с вися	3	5	ML	М	МН	ML
	Приседания со штангой на груди		5	ML	М	МН	ML
	Болгарские сплит-приседания	3	5	ML	М	МН	ML
	Рывковая тяга в вися от уровня колен	3	5	ML	М	МН	ML
	Подтягивание обратным хватом	3	5	Масса тела			
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				

Примечание. Между подходами планируются 2-минутные интервалы отдыха.

ТАБЛИЦА 16.8 – Развитие взрывной силы у велосипедистов в четырехнедельном мезоцикле (Haff, Burgess, 2012)

День	Упражнения	Подходы		Величина (интенсивность) нагрузки			
		количество	повторения	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя
Вторник	Подъём штанги на грудь	3	3	МН	Н	VH	М
	Приседания со штангой на плечах	3	3+3	МН	Н	VH	М
	Подъём на возвышение с поднятием бедра	3	3	МН	Н	VH	М
	Швунг толчковый	3	3	МН	Н	VH	М
	Отжимание в упоре на брусьях с отягощением	3	3	МН	Н	VH	М
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				
Четверг	Рывок штанги в стойку	3	3	М	МН	Н	ML
	Скоростные приседания	3	3	М	МН	Н	ML
	Румынская тяга рывковым хватом	3	3	М	МН	Н	ML
	Шраги рывковым хватом	3	3	М	МН	Н	ML
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				

Примечание. Между подходами планируются 3-минутные интервалы отдыха.

до 10–12 повторений. То есть спортсменам-стайерам, выступающим в видах соревнований, предъявляющих максимальные требования к возможностям кислородтранспортной системы и аэробной производительности, рекомендуется программа силовой подготовки, практически идентичная применяемой в тяжелой атлетике, легкоатлетических метаниях, а также весьма близкая к характерной для бодибилдинга. Такая программа является мощным стимулом для гипертрофии мышечной ткани, увеличения мощности алактатной и лактатной систем энергообеспечения, подавления способностей к доставке кислорода к мышцам и его утилизации, т. е. тех, которые определяют достижения спортсменов на стайерских дистанциях.

ТАБЛИЦА 16.9 – Величина нагрузок, рекомендуемых в процессе силовой подготовки (Haff, Burgess, 2012)

Нагрузка		
виды	условные обозначения	% максимальной
Очень тяжелая	VH	95–100
Тяжелая	H	90–95
Умеренно тяжелая	MH	85–90
Умеренная	M	80–85
Умеренно легкая	ML	75–80
Легкая	L	70–75
Очень легкая	VL	<70

ТАБЛИЦА 16.10 – Зависимость между величиной нагрузки и возможным количеством повторений (Haff, Burgess, 2012)

Процент от доступной нагрузки в одном повторении (ТПМ)	Количество повторений
100	1
95	2
90	3
85	5
80	8
75	10
70	12
65	15

Хэфф и Барджесс не ограничиваются рекомендациями по развитию максимальной и взрывной силы и предлагают также 4-недельную программу по развитию силовой выносливости (табл. 16.11). Как видим, в каждом упражнении рекомендуется по три подхода с отягощениями от 70–75 до 85–90%, за исключением двух тренировочных занятий четвертого микроцикла, в которых нагрузка несколько снижается. Такой режим характерен для работы, связанной с увеличением мышечной массы и развитием силовой выносливости применительно исключительно к работе анаэробного гликолитического характера, что опять же негативно сказывается на профильных для спортсменов этой специализации качествах.

ТАБЛИЦА 16.11 – Развитие силовой выносливости у пловцов в четырехнедельном мезоцикле (Haff, Burgess, 2012)

День	Упражнения	Подходы		Величина (интенсивность) нагрузки			
		количество	повторения	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя
Понедельник	Приседания со штангой на плечах	3	12	ML	M	MH	L
	Жим штанги из-за головы рывковым хватом	3	12	ML	M	MH	L
	Лёжа на скамье, пуловер с отягощением, руки ровные	3	12	ML	M	MH	L
	Подъём гантелей перед собой + разводка стоя + разводка в наклоне	3	12	ML	M	MH	L
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				
Среда	Тяга толчковая	3	12	L	ML	M	VL
	Шраги толчковым хватом	3	12	L	ML	M	VL
	Румынская тяга толчковым хватом	3	12	L	ML	M	VL
	Тяга в наклоне гантели	3	12	L	ML	M	VL
	Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25				
Пятница	Приседания со штангой над головой	3	12	VL	L	ML	VL
	Жим лёжа гантели	3	12	VL	L	ML	VL
	Разгибание ног в голеностопных суставах	3	12	VL	L	ML	VL
	Вертикальная тяга в тренажёре широким хватом к груди	3	12	VL	L	ML	VL
	Сгибание плеча с гантелью	3	12	VL	L	ML	VL
Упражнения для мышц брюшного пресса	5	25					

Примечание. Между подходами планируются 1-минутные интервалы отдыха.

Важно отметить, что приведенные рекомендации представлены без какого-либо научного подтверждения, ссылок на специальную литературу и данные опыта практики. Однако если обратиться к рекомендациям известных американских тренеров и опыту подготовки их выдающихся учеников, широко освещенных в специальной литературе, изданной в США, то нетрудно убедиться в их принципиальном несоответствии рекомендациям авторов этого труда.

Несоответствие рекомендуемых упражнений динамической и кинематической структуре двигательных действий, как и странные рекомендации по исключению силовых упражнений, выполняемых стоя или лёжа на подвижных поверхностях, в пользу упражнений со стабильной структурой на силовых тренажёрах и со свободными весами, на этом фоне выглядит уже не столь удивительно.

Относительно упражнений, выполняемых стоя или лёжа на всякого рода нестабильных поверхностях, Г. Хэфф и С. Барджесс безапелляционно утверждают, не утруждая себя обоснованиями и ссылками, что упражнения с комбинациями свободных весов, силовых тренажёров, с использованием массы тела и плиометрики, выполняемые на стабильных поверхностях, являются самыми эффективными для атлетов, специализирующихся в видах, связанных с выносливостью к продолжительной работе. Напротив, тренировка на нестабильных поверхностях никак не связана с увеличением выносливости, а только снижает способность к быстрому развитию силы. И, опять же, эти рекомендации находятся в противоречии с данными науки, так как упражнения, выполняемые на нестабильных поверхностях, являются важнейшей частью силовой подготовки, соответствующей специфике проявления силовых качеств в соревновательной деятельности, в которой проявления силы должны органически увязываться с постоянно изменяющейся кинематической и динамической структурой двигательных действий. Именно упражнения, направленные на развитие силы с параллельными высокими требованиями к сохранению равновесия, являются эффективными для силовой подготовки спортсменов-стайеров. А тот факт, что нестабильные поверхности неизбежно приводят к снижению величины возможных отягощений до 70–75% относительно доступных на жестких поверхностях, оборачивается не слабостью, а силой таких упражнений, создавая условия для силовой подготовки, отвечающей специфике видов спорта, а не противоречащей ей.

Критическому анализу работы Хэффа и Барджесс (Haff, Burgess, 2012) можно было бы не уделять особого внимания, тем более, что она является одной из множества околонуточных работ, противоречащих реальным потребностям спорта высших достижений и построенных на односторонних представлениях узких специалистов, склонных к продвижению собственных взглядов, не утруждая себя серьёзным анализом. Однако есть одно обстоятельство, которое не позволяет обойти вниманием эту публикацию. Дело в том, что она является одной из основных глав фундаментального труда «Developing Endurance», изданного крупнейшим и авторитетным американским издательством Human Kinetics по программе деятельности NSCA – организации, которую в настоящее время возглавляет один из авторов главы Г. Хэфф, и которая претендует на роль лидера в мировой спортивной науке, что, например, было ярко отражено её руководителем на проведенном в конце 2016 г. крупнейшем всемирном форуме, состоявшемся в Пекине (Haff, 2016).

Справедливости ради следует отметить, что в этой же книге имеются главы, посвященные подготовке бегунов-стайеров (Snyder, 2012), велосипедистов (Henderson, 2012), пловцов на длинные дистанции (Kirousis, Gootman, 2012) и триатлонистов (DePriest, 2012), написанные крупными специалистами, в которых среди всей совокупности тренировочных программ нет даже намёка на использование рекомендуемых Хэффом и Барджесс программ силовой подготовки.

Если же говорить о реальной силовой подготовке спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости к длительной работе, то она должна быть адекватной специфике вида соревнований и ориентирована не на развитие силы в неспецифических двигатель-

ных действиях, а на достижение необходимого уровня силы для обеспечения оптимальной мощности и экономичности двигательных действий. При этом внимание должно обращаться как на соответствующее повышение силовых качеств, так и на уменьшение необходимости в их чрезмерном развитии за счёт эффективности двигательных действий, минимизации действия внешних сил, требующих дополнительных усилий для преодоления их действия (обтягивающие спортивные костюмы, конструкции велосипедов и гребных судов, обтекаемое положение тела и стабильность пояснично-тазового комплекса и др.) (Ranson, Jouse, 2014).

Снижение, поддержание и восстановление уровня силовой подготовленности

После полного прекращения силовой подготовки поддержание достигнутого уровня адаптационных реакций обеспечивается в течение 7–10 дней, затем развивается процесс деадаптации (Allerheiligen, Rogers, 1995; DeRenne et al., 1996). Поддержание достигнутого уровня развития силовых качеств может быть обеспечено при снижении объёма силовой подготовки до 50–60%. В реальных условиях спортивной тренировки прекращение или резкое снижение объёма силовой подготовки не означает отсутствия проявления разных видов силы во многих тренировочных программах иной преимущественной направленности, выполнение которых способствует не только развитию способностей к реализации достигнутого уровня силовых возможностей, но и поддержанию ранее достигнутого уровня силовых качеств. В этих условиях препятствие к их снижению может быть обеспечено включением в программы тренировочных занятий комплексов силовых упражнений с объёмом 15–20% характерного для периода напряженной силовой подготовки.

Однако напряженная специальная подготовка на специально-подготовительном этапе во многих видах спорта, особенно циклического характера, может приводить к некоторому снижению уровня силовых качеств ниже оптимального (Вайцеховский, 1985; Платонов, 1997). В этих случаях в программу годичной подготовки могут включаться микроциклы базовой направленности общей продолжительностью 12–15 дней с акцентом на развитие силовых качеств по программе, характерной для общеподготовительного этапа подготовительного периода. В этом случае удастся восстановить уровень силовой подготовленности, необходимый для последующей полноценной тренировочной деятельности. Однако вводятся такие микроциклы могут не позднее чем за 7–8 нед. до главных соревнований года (Платонов, 2013).

Положение тела, дыхание и страховка при выполнении силовых упражнений

Рациональное и устойчивое положение тела и конечностей определяет качество и эффективность выполнения упражнений, обеспечивает стабильность пояснично-тазового комплекса, резко снижает риск травматизма (Willardson, 2007; Haff et al., 2016). Этому же способствуют ширина и способы хвата штанги или гирь, ручек тренажёра, использование кистевых лямок, защитных поясов и др., диапазона движения, особенности дыхания (Caulfield, Berninger, 2016).

Упражнения, выполняемые лёжа на скамье, требуют положения тела, соответствующего следующему: голова размещена твердо на скамье или специальной подушке; плечи и верхняя часть спины устойчи-

во помещены на скамью или специальную подушку; ягодичы равномерно и устойчиво расположены на скамье; стопы устойчиво расположены на полу. Такое же устойчивое положение необходимо занимать и при выполнении упражнений сидя. Следует отметить, что в большинстве современных спортивных тренажеров положение и стабильность тела обеспечиваются конструктивными особенностями тренажеров — конструкцией сидений и подушек для спины, регулицией высоты сидений и амплитуды движений.

Максимальная эффективность упражнений отмечается при широкой амплитуде движений. В этом случае стимулирующая нагрузка обеспечивается во всех фазах движения, а развитие силовых качеств — применительно ко всему диапазону движения; создаются условия для параллельного проявления силы и гибкости, использования упругой энергии мышц и сухожилий, накопленных в эксцентрической фазе движения при его переходе в концентрическую (De Vries, Houch, 1995; Платонов, 2004, 2015; McBride, 2016).

При определении режима дыхания следует следить за органической связью дыхания с фазами выполняемых силовых упражнений. В любом из упражнений есть критические фазы, требующие наибольших усилий. Дыхание должно находиться в органической взаимосвязи с динамической структурой движения: вдох должен производиться во время менее напряженной фазы, выдох — во время более напряженной, а в критической фазе возможна задержка дыхания (Hackett, Crow, 2013).

При выполнении большинства упражнений выдох и задержка дыхания осуществляются во время концентрической фазы, а вход — эксцентрической. При выполнении упражнений плиометрического характера критической является фаза, переходная от эксцентрической к концентрической. Задержка дыхания в этой фазе, как и в других критических фазах, способствует обеспечению стабильности пояснично-тазового комплекса, что исключительно важно для эффективной техники двигательного действия. Однако следует следить за тем, чтобы задержка дыхания была непродолжительной — 1–2 с. Более продолжительная задержка чревата негативными явлениями — повышением кровяного давления, головокружением, дезориентацией (Caulfield, Berningen, 2016).

Упражнения, выполняемые стоя с большими отягощениями и предъявляющие высокие требования к стабильности пояснично-тазового комплекса, мышцам спины и живота, требуют использования так называемых атлетических поясов (поясов штангиста). Эти пояса страхуют поясничную область (мышцы спины и живота, позвоночник) от излишнего напряжения и травмирования во время упражнений со штангой и тяжелыми гирями, способствуют сохранению оптимальной кинематической и динамической структуры движений за счёт повышения устойчивости тела и обеспечения таким образом рационального направления приложения силы в различных звеньях кинематической цепи.

Особой проблемой силовой подготовки, когда используются большие отягощения, является страховка спортсменов от травм. Если при выполнении упражнений с использованием силовых тренажеров эти проблемы почти снимаются конструктивными особенностями тренажеров, то при выполнении упражнений со штангой они стоят исключительно остро. Действительно, когда используются штанги 150–200 кг и более, отсутствие должной страховки может привести к тяжёлым травмам.

Когда речь идет об эффективной страховке, то здесь должны быть использованы возможности трёх направлений. Первое обеспечивается организационно-технической безопасностью — конструктивные особенности тренажеров, страхующие механические устройства (стойки, ограничители и т. п.), свободное пространство без скупченности и разного рода помех и посторонних предметов. Второе — использование упражнений, по отношению к которым у спортсмена имеется достаточный уровень подготовленности и технического мастерства. И, наконец, третье связано с помощью партнёров или специально обученных инструкторов, которые должны владеть умениями и навыками страховки и иметь высокий уровень физической подготовленности (рис. 16.26), а также с отработкой способов общения — рекомендаций, команд и указаний между спортсменом и его помощником.



РИСУНОК 16.26 – Страховка при выполнении упражнений со штангой

Развитие максимальной силы

Максимальная сила обусловлена совокупностью адаптационных реакций, которые условно могут быть разделены на две относительно самостоятельные группы. К первой относятся нейрорегуляторные возможности, проявляющиеся в способности к активизации и внутримышечной координации деятельности двигательных единиц мышц, их интенсивной импульсации, межмышечной координации — синхронизации деятельности агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов. Вторая группа связана с повышением потенциала двигательной системы за счёт гипертрофии и укрепления мышечной, костной, хрящевой и соединительной тканей — сухожилий, связок, фасций, а также с увеличением мощности и ёмкости алактатной системы энергообеспечения, скоростью анаэробного ресинтеза АТФ.

В соответствии с этим в процессе развития максимальной силы могут быть выделены два направления, первое из которых предусматривает повышение нейрорегуляторных возможностей, а второе — гипертрофию мышц.

Следует отметить, что для современного спорта актуальным является развитие максимальной силы путём реализации возможностей первого направления, которое предполагает воздействие на совокупность факторов, определяющих развитие максимальной силы без значительного увеличения объёма мышечной ткани. Развитие силы за счёт мышечной гипертрофии может использоваться в незначительном объёме как дополнение и в сочетании со средствами и методами, относящимися к первому направлению.

В результате реализации возможностей первого направления у спортсменов существенно повышаются способность к рекрутированию двигательных единиц мышц, вовлечённых в выполнение движений и двигательных действий (Häkkinen et al., 1988; Gamble, 2013), интенсивность их импульсации (Сили и др., 2007), синхронизация деятельности мышц агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов (Sheppard, Triplett, 2016), а также оптимизируется деятельность механорецепторов, сдерживающих мышечное напряжение, растягивание мышечной и соединительной тканей. В процессе реализации возможностей этого направления у спортсменов увеличиваются запасы АТФ и КрФ в мышцах (Верхошанский, 1988; Goldspink, 1992; Kenney et al., 2019), повышается активность АТФазы (фермента, расщепляющего АТФ и ускоряющего процесс обогащения миозина энергией), возрастают возможности анаэробного ресинтеза АТФ, т. е. быстрого восстановления богатых энергией фосфатных групп, что также важно для повышения сократительных возможностей мышц без увеличения их поперечника (Мохан и др., 2001; Dintiman, Ward, 2003; Macintosh et al., 2006).

Следует учитывать, что нейромышечные составляющие, обеспечивающие уровень максимальной силы, не приводят к значительной гипертрофии мышц, не ограничивают амплитуды движений, связаны устойчивой положительной связью с координационными и скоростными способностями (Mikkola et al., 2007; Buchheit et al., 2010).

Потенциал второго направления развития максимальной силы обусловлен увеличением анатомического поперечника мышц за счёт интенсивного расщепления белков работающих мышц. Продукты расщепления белков стимулируют белковый синтез в восстановительном периоде с последующей суперкомпенсацией сократительных белков и соответствующим приростом их массы (Grimby, 1992; Hartmann, 2004; Booth, Neuffer, 2009). Мышечная гипертрофия как результат силовой тренировки с большими отягощениями развивается, когда синтез мышечного белка превышает интенсивность его распада. Гипертрофия преимущественно связана с синтезом миофибриллярных сократительных белков и в значительной мере обусловлена питанием. Сочетание силовых упражнений и

диет с повышенным содержанием белка, обеспечивающее положительный баланс между его синтезом и распадом, поддерживает анаболизм мышечной ткани (Tipton, Wolfe, 2004; Kenney et al., 2012). Повышенное потребление белка как фактора стимуляции гипертрофии мышц особенно отчетливо проявляется по отношению к БС-волоконкам (Andersen, 2005).

Важно учитывать и роль гормонального ответа, и силовые нагрузки. Такие нагрузки стимулируют выделение в сыворотку крови тестостерона, производящегося в яичках мужчин или надпочечниках женщин. При достижении мышц тестостерон проникает через мембрану мышечных волокон и связывается с андрогенным рецептором в мышечной клетке, после чего посылает сигнал в ядро клетки, стимулирующий синтез белка (Kraemer, 2017).

Силовые упражнения приводят и к активизации деятельности гипофиза, обеспечивающей поступление в кровь различных видов соматотропина, который, проникая в скелетную мышцу, также может стимулировать синтез мышечного белка. Попадая в кровоток соматотропин стимулирует производство в мышцах и печени инсулиноподобного фактора роста (IGF-1), который, попадая в кровоток и обладая мощными анаболическими возможностями, связывается с рецепторами мышечного волокна и посылает сигналы в его ядро, производящие к увеличению синтеза белка. Суммарный гормональный ответ на тренировочные программы является мощным стимулом для синтеза белка, мышечной гипертрофии и производства силы. Величина гормонального ответа зависит от объёма вовлечённых в работу мышц, величины отягощений, количества скорости движений, количества повторений в каждом подходе и общего количества подходов (Kraemer, 2017). Показано, что когда силовые упражнения, направленные на развитие отдельной мышечной группы, сопровождаются отдельными упражнениями для других мышц, то это приводит к увеличению в крови гормонов и повышению эффективности силовой тренировки (Rønnestad et al., 2011).

Под влиянием гормонов синтез белка в ответ на силовые нагрузки возрастает как во время тренировочного занятия, так и, особенно, после его окончания, в первые часы восстановительного периода. Наиболее интенсивно процесс синтеза белка происходит в БСб-волоконках (Damas et al., 2015). Интенсивность синтеза белка существенно возрастает, когда перед занятием, во время занятия и в течение 3 ч после его окончания потребляется смесь аминокислот с углеводами (Kraemer, 2017).

Однако следует следить за тем, чтобы силовые программы не были излишне напряженными и не приводили бы к тяжелому утомлению. В таком случае активируется процесс выделения кортизола — гормона стероидной природы, секретируемого корой надпочечников под воздействием адrenокортикотропного гормона гипофиза. Этот гормон, наиболее активный из глюкокортикоидных гормонов, участвует в регуляции углеводного и жирового обмена, но одновременно обладает катаболическим действием (Kraemer, 2017).

Увеличение поперечника мышц сопровождается ростом и увеличением плотности костной ткани, укреплением сухожилий и связок, мест крепления сухожилий к кости, ростом костного хряща (Carter et al., 1996; Cussler et al., 2003; Ratamess, 2008).

Важно отметить, что величина мышечной гипертрофии как у мужчин, так и у женщин в значительной мере обусловлена количеством в мышцах волокон разного типа. Несмотря на то что гипертрофии подвергнуты все типы мышечных волокон, однако наибольшие изменения отмечаются в БСб-волоконках. Гипертрофия БСа-волокон выражена на 20–25 % меньше, а МС-волокон — меньше в 3–4 раза (Staron, Pette, 1990). Поэтому лица, в структуре мышечной ткани которых преобладают БСб-волокна, имеют преимущественные возможности для увеличения мышечной массы и взрывной силы (Hather et al., 1991). Мышечная гипертрофия может не сопровождаться значительным увеличением обхватов, особенно если в мышцах спортсмена содержится большое количество МС-волокон,

что обуславливается снижением количества жира и незначительной гипертрофией МС-волокон в результате тренировки.

Каждое из направлений развития максимальной силы находит применение в спортивной практике. Специфика конкретного вида спорта, индивидуальные особенности спортсменов, исходный уровень развития силы, этап многолетнего совершенствования и годичной подготовки диктуют необходимость преимущественного использования одного из них или их комплексного применения в тренировочном процессе. Например, борцы или тяжелоатлеты лёгких весовых категорий, перед которыми остро стоит проблема сохранения или даже уменьшения массы тела, в процессе силовой подготовки при развитии максимальной силы вынуждены в основном ориентироваться на использование первого пути. В то же время в тренировке супертяжеловесов, метателей молота, толкателей ядра в равной мере используются оба пути. Бегуны-спринтеры, гребцы, хоккеисты в процессе развития максимальной силы обычно ориентируются на пропорциональное увеличение силы за счёт прироста мышечной массы, частоты импульсации, совершенствования внутри- и межмышечной координации, повышения мощности и ёмкости алактатных процессов энергообеспечения.

При развитии максимальной силы используются все методы силовой подготовки, кроме плиометрического и баллистического. Обобщение специальной литературы и опыта силовой подготовки сильнейших спортсменов позволяет определить примерное соотношение упражнений, выполняемых с помощью разных методов: концентрический — 45–50 %, эксцентрический — 10–15 %, изометрический — 5–10 %, изокинетический — 30–35 %. Когда ставится задача увеличения поперечника мышц, возрастает объём упражнений, выполняемых с использованием изокинетического и концентрического методов. При стремлении повысить уровень максимальной силы за счёт совершенствования внутри- и межмышечной координации может быть несколько увеличен объём эксцентрической и изометрической работы при пропорциональном уменьшении упражнений, выполняемых с помощью других методов.

Охарактеризуем основные особенности методики развития максимальной силы в каждом из указанных направлений.

Первое направление развития максимальной силы характеризуется разнообразием и вариативностью использования различных средств силовой подготовки. Считается, что наиболее эффективно улучшение нейрорегуляторных способностей может быть обеспечено силовой тренировкой с большими отягощениями (Sale, 2003). Предпочтительными считаются отягощения, соответствующие 2–6 ПМ, как стимулирующие максимальную активацию двигательных единиц мышц (Herrick, Stone, 1996; Fleck, Kraemer, 2014).

Величина отягощений при выполнении силовых упражнений, доступная для одного повторения (1 ПМ), оценивается как 100-процентная. Отягощение, которое позволяет спортсмену выполнить пять повторений, обозначается как 5 ПМ, десять — 10 ПМ. Между величиной отягощений, выраженной в количестве повторений и в процентах от максимально доступной, существует сложная зависимость, обусловленная особенностями энергообеспечения и развития утомления при мышечной деятельности различной продолжительности, нейрорегуляторными и психическими возможностями спортсмена.

Количество подходов, рекомендуемое при выполнении каждого из упражнений спортсменами высокой квалификации, составляет от 2 до 6 (Sheppard, Triplett, 2016) и зависит от подготовленности спортсмена, задач, поставленных в тренировочном занятии. Оптимальный темп движений — высокий и умеренный — 1,5–2,5 с на каждое повторение. При использовании изометрического метода оптимальными являются напряжения продолжительностью от 4 до 8–10 с. Паузы между подходами

продолжительны (3–5 мин) и должны обеспечивать восстановление работоспособности и запасов АТФ и КрФ в мышечной ткани (Peterson et al., 2005). Такой режим работы и отдыха, особенно если количество подходов составляет 5–6, стимулирует не только нейрорегуляторную составляющую, но и приводит к умеренной мышечной гипертрофии (Fleck, Kraemer, 2014).

Особенностью такой методики развития максимальной силы, принципиально отличающей её от применяемой в бодибилдинге, является достаточно высокая скорость движений и, главное, продолжительные паузы между подходами. Это является стимулом для совершенствования нейрорегуляторных факторов, определяющих уровень максимальной силы, увеличения скоростно-силового потенциала БСб-волокон, а также важным моментом в профилактике переутомления и травмирования мышечной ткани.

Ниже приводим несколько эффективных комплексов упражнений, направленных на увеличение максимальной силы без существенного прироста мышечной массы, рекомендованных Ю. В. Верхошанским (1988):

1. Выполняется 2–3 движения с отягощениями массой 90–95 % максимальной. В тренировочном сеансе 2–4 подхода с паузами отдыха 4–6 мин.

2. Выполняется 4 подхода при массе снаряда: 1) 90 % – 3 раза; 2) 95 % – 1 раз; 3) 97 % – 1 раз; 4) 100 % – 1 раз. Между подходами пауза отдыха 3–4 мин с упражнениями на расслабление мышц.

3. После интенсивной разминки – 4–5 подходов при массе снаряда 90–100 %, с произвольным отдыхом между ними.

4. Работа в уступающем режиме, масса отягощения 120 % максимального в данном упражнении; 4–5 повторений в 3 подходах с отдыхом между ними 3–4 мин. Отягощение поднимается в исходное положение при помощи партнёров.

В дополнение к представленной методике в тренировочный процесс следует включать средства, обеспечивающие широкий спектр нейрорегуляторных проявлений двигательной активности. Для этого необходимо разнообразить тренировочные упражнения, расширить спектр отягощений (от 20–30 до 100 %), изменить темп движений (от медленных до максимально быстрых). Рекомендуются также различные методы силовой подготовки – концентрический, эксцентрический, изометрический, плиометрический и баллистический (Newton et al., 2012). При эксцентрической работе рекомендуются отягощения от 60–70 до 120–130 % максимально доступных.

Следует отметить, что величина отягощений является средством избирательного воздействия на нейрорегуляцию мышечной активности. Предельные и околопредельные отягощения предпочтительны для интенсификации импульсации мышц и совершенствования внутримышечной координации, но малоэффективны для улучшения межмышечной координации. При относительно небольших проявлениях силы основным механизмом является рекрутирование двигательных единиц, а достижение максимальных показателей силы связано с резким увеличением частоты посылки импульсов (Мак-Комас, 2001; Gamble, 2013).

Количество повторений в каждом подходе определяется величиной отягощений. Когда отягощения составляют 90–100 % максимального уровня силы, количество повторений в подходе – от 1 до 3; уменьшение отягощений позволяет увеличить количество повторений. Например, если отягощения составляют 75–85 %, количество повторений в подходе увеличивается до 6–8.

Паузы между подходами велики – до 3–6 мин – и в каждом конкретном случае должны обеспечивать восстановление алактатных анаэробных резервов и работоспособности спортсменов. Паузы желательно заполнять малоинтенсивной работой, упражнениями на расслабление и растягивание, массажем.

При использовании изометрического метода следует учитывать, что у квалифицированных спортсменов тренирующий эффект отмечается после порога напряжения, равного 70 % уровня максимальной силы, а наивысший — при напряжениях, составляющих 90–100 % уровня максимальной силы.

Продолжительность каждого напряжения мышц при выполнении упражнений в изометрическом режиме определяется временем достижения максимальных величин силы и способности к сохранению этих величин в течение определённого времени. В специальной литературе часто рекомендуются кратковременные напряжения (1–2 с). Однако исследования показывают, что этого времени недостаточно, чтобы достичь предельных показателей максимальной силы. Максимальные величины силы при сгибании локтевого сустава достигались через 1,61 с, при разгибании нижних конечностей — 4,22 с, при сгибании тазобедренного сустава — 4,42 с (Atha, 1981). Квалифицированные спортсмены способны достичь максимальных величин силы в два и более раза быстрее, однако во всех случаях продолжительность упражнений должна обеспечивать стимуляцию адаптационных процессов и устанавливаться с учётом объёма мышц, вовлечённых в работу, и характера упражнений: при вовлечении в работу небольших мышечных групп продолжительность каждого напряжения должна составлять 3–5 с, а крупных — 7–8 с (Платонов, 2015).

Второе направление развития максимальной силы, в основном ориентированное на мышечную гипертрофию, отличается использованием больших, однако не достигающих максимума, отягощений, значительным количеством повторений в каждом подходе и относительно непродолжительными паузами между подходами. Обусловлено это тем, что прирост мышечной массы в основном стимулируется интенсивным расходом АТФ, КрФ, структурных (составные части миофибрилл) и функциональных (ферменты, гормоны) белков. Это происходит в том случае, если количество повторений в отдельном подходе обеспечивает интенсивную работу в течение 30–45 с. За этот период исчерпываются запасы фосфагенов и отмечается значительное расходование белков. Если работа менее продолжительна (5–10 с), оставшиеся запасы КрФ быстро восстанавливают дефицит АТФ, не отмечается и существенного расходования структурных и функциональных белков. При продолжительной работе (более 50 с) сопротивления относительно невелики, восстановление эффективно происходит за счёт гликогена мышц, процессы разложения белков происходят менее интенсивно.

Уже один подход в занятии для той или иной группы мышц является определённым стимулом для мышечной адаптации и увеличения силы (Ebben, Jensen, 2002; McGill et al., 2009). Исследования и опыт практики показали, что оптимальным является 10–12 повторений в каждом подходе (Kraemer et al., 1997; Sheppard, Triplett, 2016). Однако здесь возможны и вариации: например, 2–3 подхода по 10 повторений в каждом с отягощениями, позволяющими выполнить 15–20 повторений, оказываются более эффективными для мышечной гипертрофии и увеличения максимальной силы, чем один подход с 8–12 повторениями и работой до отказа (Kraemer et al., 1995, 1997; Earle, Baechle, 2008); шесть подходов по 2 повторения, три — по 6 повторений и три — по 10 повторений с работой до отказа в каждом случае привели к примерно одинаковым результатам (Berger, 1963; Staron et al., 1989; Dudley et al., 1991). Однако ориентироваться следует на определённый оптимум сочетания величины отягощения и количества повторений при развитии максимальной силы за счёт увеличения поперечника мышц. Обобщение многочисленных литературных данных позволяет установить зависимость между количеством повторений (до отказа) и эффективностью тренировки (рис. 16.27).

При развитии максимальной силы следует ориентироваться на невысокую скорость движений независимо от того, какой метод применяется. Медленный темп позволяет выполнять движения с большой амплитудой, так как снижает вероятность её уменьшения из-за защитной нервной стиму-

ляции растягиваемых мышц и активации мышц-антагонистов (Earle, Baechle, 2008). Кроме того, увеличение скорости движения связано с повышением скоростно-силового компонента в тренировке и постепенно смещает эффект тренировки в сторону развития скоростной силы. Высокий темп движений малоэффективен при использовании концентрического метода, так как в этом случае максимальное или близкое к нему проявление силовых качеств отмечается лишь в начале движения, в других фазах мышцы не получают должной нагрузки в силу инерции, созданной в начале движения (Платонов, 2004). Оптимальным является темп, при котором на каждое движение затрачивается от 3,5 до 5 с. При этом концентрическая часть движений выполняется быстрее эксцентрической. Например, на поднятие штанги следует затрачивать 1,2–1,5 с, на опускание – 2–3 с. Таким образом, на выполнение одного движения затрачивается 3,2–4,5 с, а на подход из 10 повторений – 32–45 с.

При подготовке квалифицированных спортсменов в каждом упражнении рекомендуется выполнять от 3 до 6 подходов. Паузы между подходами относительно непродолжительны – 30–60 с (Sheppard, Triplett, 2016).

Следует отметить, что в спортивной практике иногда применяются программы занятий, способствующие одновременному повышению как объёма мышечной массы, так и совершенствованию нейромышечной регуляции. В этом случае происходит чередование подходов с различной преимущественной направленностью воздействия: первые два подхода – упражнения направлены на совершенствование нейромышечной регуляции, последующие три – на увеличение поперечника мышц. Выполнив упражнения, направленные на повышение силовых качеств одной группы мышц, спортсмен переходит к проработке мышц другой группы.

Выполнению упражнений с большими и максимальными отягощениями должно предшествовать их освоение (положение рук, ног, туловища, амплитуда движений) при использовании небольших отягощений. Это не только способствует эффективности силовой подготовки, но и обеспечивает профилактику травм. При выполнении упражнений с предельными отягощениями большое значение имеют помощь партнёра и правильная страховка. Качество и безопасность при выполнении упражнений возрастают при использовании различных тренажёров, выпускаемых фирмами, уделяющими большое внимание разработке конструкций тренажёров на основе результатов биомеханических и медицинских исследований («Technogym», «Sybex» и др.).

Эффективность применения силовых упражнений зависит и от правильного дыхания при их выполнении. Следует следить за тем, чтобы движения в фазах, требующих наибольшего напряжения, выполнялись на выдохе, а вдох осуществлялся в менее напряженных фазах. В этом случае отмечается как большее проявление силы, так и более эффективное дыхание. В наиболее напряженной фазе движения допустимы задержки дыхания, что также способствует проявлению силы. Однако такие задержки должны быть очень непродолжительными, не более 1–2 с (Earle, Baechle, 2008).

Важно знать, что на первом этапе реализации силовой программы, направленной на прирост мышечной массы, имеет место сохранение или незначительное увеличение массы тела, так как активный прирост мышечной массы при рациональном питании сопровождается уменьшением количества жира в организме. Это убедительно продемонстрировано результатами изменений,

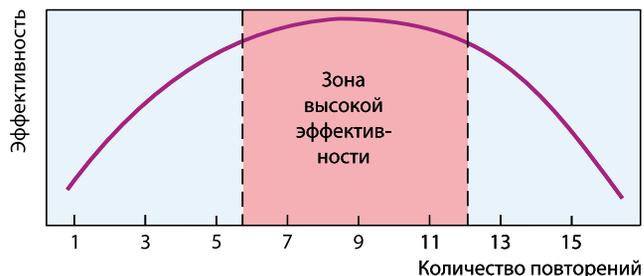


РИСУНОК 16.27 – Зависимость между количеством повторений в подходе и приростом силы

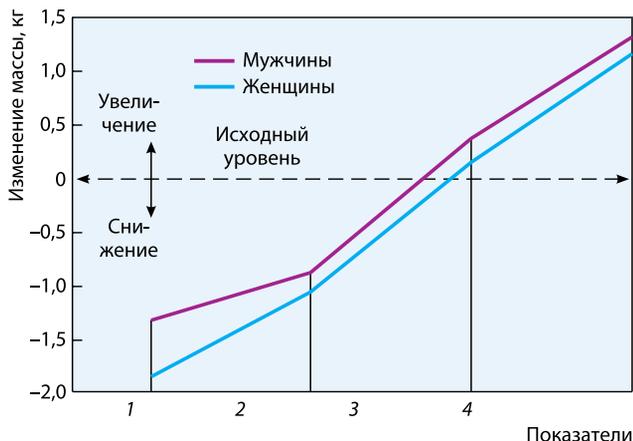


РИСУНОК 16.28 – Изменение количества жира, общей массы тела и активной мышечной массы в результате 10-недельной силовой тренировки мужчин и женщин: 1 – относительный жир, 2 – абсолютный жир, 3 – общая масса тела, 4 – активная мышечная масса (Fox et al., 1993)

произшедших в организме мужчин и женщин в результате 10-недельной напряженной силовой тренировки (рис. 16.28). В то же время прирост мышечной массы у мужчин достоверно больше, чем у женщин, что обусловлено большим исходным уровнем мышечной массы у мужчин и действием тестостерона, стимулирующего мышечную гипертрофию (рис. 16.29).

Специалисты (van Wessel et al., 2010) отмечают несовместимость мышечной гипертрофии с окислительными возможностями мышечной ткани. У нетренированных лиц мышечная гипертрофия может быть поддержана небольшим повышением аэробных функций (Hickson, 1980), а увеличение мощности аэробной системы энергообеспечения может сопровождаться незначительной мышечной гипертрофией саркоплазматического характера (Harber et al., 2009). Что же касается квалифицированных спортсменов, тренирующихся с большими силовыми нагрузками, то у них гипертрофия мышц несовместима с повышением аэробных возможностей и выносливости (Van Wessel et al., 2010).

В последние годы в разных странах западного мира активно проводятся исследования в области параллельного развития двигательных качеств, а конкретно, силы, обусловленной мышечной гипертрофией, и выносливости, обеспечиваемой мощностью и ёмкостью аэробных процессов энергообеспечения (Bell et al., 2000; Häkkinen et al., 2003; Putman et al., 2004; Fyfe et al., 2016, 2019; и др.). В этих исследованиях отражен поиск путей оптимизации сочетания тренировочных программ разной направленности в программах тренировочных занятий, микроциклов и более крупных образований в процессе подготовки. Однако проблема ограничена поиском путей параллельного использования средств, способствующих развитию силы путём мышечной гипертрофии, и средств, направленных на повышение выносливости при работе аэробного характера. Показано, что увеличение силы обусловлено молекулярными факторами, определяющими синтез белка (Marcotte et al., 2015), развитие выносливости – митохондриальной биоэнергетикой (Hood et al., 2016), а активация этих процессов в тренировке находится в противоречии (Fyfe et al., 2019).

Однако когда речь идет о реальной подготовке в спорте высших достижений, то вопросы параллельного развития не могут ограничиваться поиском путей повышения эффективности сочетания тренировки аэробной направленности и тренировки, направленной на увеличение мышечного объёма, как это, например, сделано в обзоре по этой проблеме (Fyfe et al., 2019).

У нетренированных лиц мышечная гипертрофия может быть поддержана небольшим повышением аэробных функций (Hickson, 1980), а увеличение мощности аэробной системы энергообеспечения может сопровождаться незначительной мышечной гипертрофией саркоплазматического характера (Harber et al., 2009). Что же касается квалифицированных спортсменов, тренирующихся с большими силовыми нагрузками, то у них гипертрофия мышц несовместима с повышением аэробных возможностей и выносливости (Van Wessel et al., 2010).

В последние годы в разных странах западного мира активно проводятся исследования в области параллельного развития двигательных качеств, а конкретно, силы, обусловленной мышечной гипертрофией, и выносливости, обеспечиваемой мощностью и ёмкостью аэробных процессов энергообеспечения (Bell et al., 2000; Häkkinen et al., 2003; Putman et al., 2004; Fyfe et al., 2016, 2019; и др.). В этих исследованиях отражен поиск путей оптимизации сочетания тренировочных программ разной направленности в программах тренировочных занятий, микроциклов и более крупных образований в процессе подготовки. Однако проблема ограничена поиском путей параллельного использования средств, способствующих развитию силы путём мышечной гипертрофии, и средств, направленных на повышение выносливости при работе аэробного характера. Показано, что увеличение силы обусловлено молекулярными факторами, определяющими синтез белка (Marcotte et al., 2015), развитие выносливости – митохондриальной биоэнергетикой (Hood et al., 2016), а активация этих процессов в тренировке находится в противоречии (Fyfe et al., 2019).

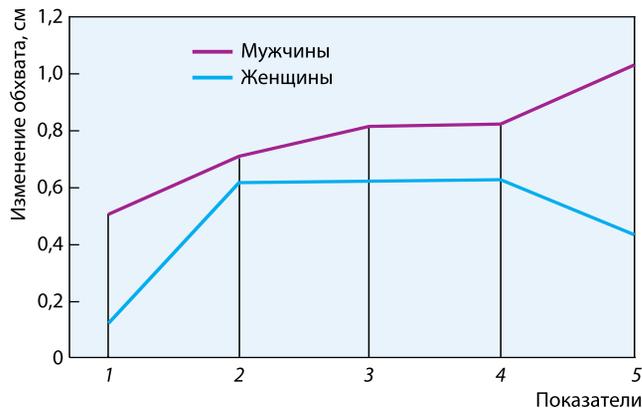


РИСУНОК 16.29 – Увеличение обхвата у мужчин и женщин в результате 10-недельной силовой тренировки: 1 – предплечье, 2 – бицепс (рука опущена), 3 – бицепс (рука согнута), 4 – грудная клетка, 5 – дельтовидные мышцы (Fox et al., 1993)

Современная спортивная подготовка представляет собой сложнейший процесс параллельно-последовательного развития не двух, а десятков составляющих физического, технического, тактического, психологического характера с конкретными средствами и методами развития (Платонов, 2015). Только применительно к силовой подготовке необходимо выделять несколько видов силовых качеств и более десятка факторов, определяющих их уровень, лишь одним из которых является мышечная гипертрофия. При этом мышечная гипертрофия применительно к большинству видов спорта не только не является основным фактором, но и отрицательно связана с подавляющим большинством качеств и способностей, влияющих на эффективность соревновательной деятельности в большинстве видов спорта (Платонов, 2019). Поэтому сама постановка вопроса о поиске путей параллельной силовой и аэробной тренировки, ориентированной на максимальное сохранение мышечной гипертрофии, является односторонней и ошибочной. А именно так стоит вопрос о сочетании силовой подготовки с другими качествами в многочисленных работах, вышедших в последние годы по этой проблеме (Lemos et al., 2009; Ratames et al., 2016; Tan et al., 2014). Более того, достаточно оснований утверждать, что наиболее эффективные средства и методы, приводящие к развитию силы путём гипертрофии мышц, вообще должны быть исключены из процесса силовой подготовки в олимпийских видах спорта (Платонов, 2019; Манолаки, 2021). Гипертрофия мышц, даже в видах спорта силового и скоростно-силового характера, спортивных единоборств, должна являться побочным эффектом применения средств силового и скоростно-силового характера, органично связанных со спецификой вида спорта и важнейшими принципами спортивной подготовки. Постепенно такая позиция находит понимание и в среде западных специалистов, реально оценивающих роль, место, средства и методы силовой подготовки в современном спорте (Cormie et al., 2011; Buckher et al., 2016; Brewer, 2017). К сожалению, это единичные источники, в которых делается попытка реально оценить роль силы, опирающейся на мышечную гипертрофию, в подготовке и соревновательной деятельности спортсменов.

Развитие силы и мышечной массы в бодибилдинге

В последние годы многие специалисты, входящие в Американскую ассоциацию силы и тренировки, опубликовали большое количество работ, в которых активно пропагандируется методика развития силы путём мышечной гипертрофии, характерная для бодибилдинга (Haff, 2016, 2017; Kraemer, 2017; McGuigan, 2017), и доказываемая целесообразность её широкого использования в процессе силовой подготовки спортсменов различных возрастных групп (включая детей), специализирующихся в разных видах олимпийского спорта (Baker, 2007, 2014; Costa, Fucuda, 2017).

Для того, чтобы рассмотреть насколько целесообразны такие рекомендации и к чему может привести их использование в тренировке спортсменов, кратко изложим особенности тренировки в бодибилдинге.

В основе бодибилдинга — направленное развитие различных частей тела за счёт увеличения объёма и совершенствования рельефа мышц и формирование таким путём атлетического телосложения, соответствующего идеалам, сложившимся в этом виде спорта.

Для достижения высоких показателей в бодибилдинге сегодня недостаточно большой мышечной массы, гипертрофированного развития бицепсов, трицепсов, мышц груди и спины. Наряду с большими мышечными объёмами спортсмен должен иметь гармонично развитую мускулатуру, четкий рельеф мышц, способность к совершенному владению мышечными группами и отдельными мышцами, уметь выгодно представлять сильные стороны своего телосложения и сглаживать недостатки.

Ориентация методики бодибилдинга на «построение тела» отодвигает на второй план задачу развития силовых качеств. Однако наличие прямой тесной взаимосвязи между объёмом мышечной массы и уровнем максимальной силы предопределяет исключительно высокие силовые возможности культуристов. Достаточно сказать, что в тренировке спортсмены высокого класса работают с огромными отягощениями: это, например, приседания со штангой — до 320–350 кг, жим лежа — до 200–240 кг, поднятие тела за счёт разгибания в голеностопных суставах — до 300–400 кг и т. д. Результаты в отдельных упражнениях поражают воображение. Например, абсолютное достижение в жиме лёжа превышает 320 кг.

Развитие мышечной системы у спортсменов, специализирующихся в бодибилдинге, является яркой и наглядной демонстрацией удивительных адаптационных ресурсов организма человека и возможностей современной методики тренировки (рис. 16.30). Достижения спортсменов, специализирующихся в бодибилдинге, являются и ярким отражением того, к чему приводит односторонняя и исключительно напряжённая тренировка. История мирового спорта знает немало случаев, когда известные атлеты пытались использовать свои возможности в разных видах олимпийского спорта — тяжелой атлетике, видах борьбы, легкоатлетических метаниях, т. е. видах спорта, в которых уровень силовых возможностей играет важную роль. Однако все эти попытки оказались безуспешными и ярко продемонстрировали негативное влияние избыточной мышечной массы и максимальной силы, обеспеченной односторонней тренировкой, на большую часть других составляющих спортивного мастерства — технико-тактических и функциональных. А выдающиеся достижения в видах спорта с явно выраженной силовой направленностью оказались подвластными спортсменам совсем иного телосложения.

Эффективность подготовки в бодибилдинге определяется величиной преодолеваемых сопротивлений, темпом работы (скоростью движений), количеством повторений в каждом подходе, количеством подходов в серии, последовательностью выполнения отдельных упражнений. Все эти ха-



РИСУНОК 16.30 – Спортсмены, добившиеся выдающихся результатов в бодибилдинге (1 – М. Элсбиай («Мистер Олимпия» 2020 г.; 2 – Ф. Хит – четырехкратный обладатель титула «Мистер Олимпия»; 3 – Д. Катлер – четырехкратный обладатель титула «Мистер Олимпия»); **скоростно-силовых видах** (4 – С. Бубка – олимпийский чемпион по прыжкам с шестом; 5 – Ю. Седых – двукратный олимпийский чемпион по метанию молота); **спринтерских видах** (6 – У. Болт – шестикратный олимпийский чемпион в спринтерском беге); **борьбе вольной** (7 – Абдулрашид Садулаев – двукратный олимпийский чемпион, пятикратный чемпион мира); **циклических видах** (8 – М. Фелпс – 23-кратный олимпийский чемпион по плаванию)

рактические характеристики в значительной мере зависят от этапа подготовки в течение года (подготовительный или предсоревновательный период) и от специфических особенностей адаптации мышц различных мышечных групп — груди, спины, голени, брюшного пресса и др.

При подборе упражнений для занятий в подготовительном периоде преимущественно ориентируются на базовые упражнения, вовлекающие в работу большие мышечные объёмы. Упражнения должны быть разнообразными и обеспечивать равномерное развитие всех частей тела, а сопротивления — достаточно большими, темп движений — медленным, количество повторений в каждом подходе — относительно невелико. Паузы между подходами достаточно продолжительны. При планировании программ занятий широко используются различные методические приёмы, повышающие эффективность упражнений в отношении прироста мышечной массы (Sheppard, Triplett, 2016).

Величина отягощений в подготовительном периоде — 70–90 % максимально доступной. Количество повторений колеблется в диапазоне от 6 до 12, наиболее часто планируется от 8–10 повторений в подходе. В разных подходах конкретного упражнения может применяться стандартное количество повторений при одном и том же отягощении. Возможно изменение этих параметров: например, 4 подхода с уменьшающимся количеством повторений (12, 10, 7, 5) и возрастающей величиной отягощения (70, 80, 85, 90 % максимальной). Величина отягощения в каждом подходе планируется таким образом, чтобы спортсмен был в состоянии выполнить на одно повторение больше заданного. Серия обычно состоит из 2–5 подходов, в которых выполняют одно и то же упражнение или очень близкие по воздействию упражнения. В первом подходе каждой серии с целью лучшего вработывания отягощения обычно уменьшаются, а количество повторений несколько возрастает — до 15–20 в подходе. В отдельном занятии может планироваться от 3–4 до 8–12 серий, общее количество подходов может достигать 40–50 и более (Kraemer et al., 1997; Earle, Baechle, 2008).

Особенности развития отдельных групп мышц могут привести к существенным отклонениям от этих величин. К примеру, при работе над трудноразвиваемыми мышечными группами (брюшной пресс, голень, предплечье) количество повторений в отдельном подходе резко возрастает и часто достигает 20–30.

Вместе с тем важнейшим фактором, определяющим гипертрофию мышц, является величина отягощения, которая даже при тренировке начинающих спортсменов не должна позволять выполнить в отдельном подходе более 10–12 повторений. У спортсменов высокого класса наибольшая гипертрофическая реакция отмечается при меньшем количестве повторений — 6–8 и, даже, — 5–6 (Dudley et al., 1991). Уменьшение величины отягощений не может быть компенсировано увеличением объёма работы.

Предсоревновательный период характерен увеличением количества повторений, что связано со смещением акцента работы с прироста мышечной массы на повышение рельефности мышц, уменьшение жировой ткани. Количество повторений в подходе может увеличиваться до 15–20, соответственно уменьшается величина сопротивлений. Если в подготовительном периоде планируется, в основном, невысокая скорость движений (30–60 град в 1 с), то в предсоревновательном скорости может возрастать в 2–2,5 раза.

Следует также учитывать, что в предсоревновательном периоде обычно выполняется определённый объём работы (20–30 % общего объёма), способствующий поддержанию ранее достигнутого объёма мышечной массы: базовые упражнения, небольшое количество повторений в подходе, большие отягощения, медленный темп.

Основные упражнения. В бодибилдинге все тренировочные упражнения подразделяются по направленности воздействия на развитие разных частей тела: 1) плечо (дельтовидная мышца), 2) ру-

ка (бицепс, трицепс, предплечье), 3) грудь, 4) спина, 5) бедро, 6) голень, 7) брюшной пресс. При этом упражнения могут быть ориентированы как на развитие отдельных мышц или их частей (бицепсы, трицепсы, передняя часть дельтовидной мышцы и т. п.), так и тех или иных частей тела (нижняя часть груди, бедро, брюшной пресс и т. п.).

Упражнения подразделяются также на базовые и изолированные (избирательные).

В базовых упражнениях, как правило, мобилизуются достаточно большие мышечные объёмы. Эти упражнения одновременно воздействуют на смежные части тела или обеспечивают формирование особо важных для полноценного развития тела мышц и мышечных групп. На материале базовых упражнений осуществляется основной объём подготовки в подготовительном периоде.

Изолированные упражнения, оказывающие более локальное воздействие, применяются для углубленной проработки отдельных мышц и частей тела и составляют основное содержание предсоревновательной подготовки.

Хотя подразделение упражнений как по их воздействию на те или иные части тела, так и на базовые и изолированные является в определённой мере условным, оно в значительной мере способствует упорядочению процесса подготовки спортсмена.

Эффективные методические приёмы. В первые 2–3 года подготовки спортсмены прогрессируют достаточно быстро, если соблюдают основные принципы рационального построения подготовки: равномерное воздействие на все мышечные группы, постепенное увеличение нагрузок, рациональное чередование направленности занятий, подбор оптимальных сопротивлений, количества повторений в подходах, общего количества подходов в занятии и т. д. Однако по мере гипертрофии мышц и увеличения силы этих основополагающих принципов уже недостаточно для дальнейшей стимуляции приспособительных процессов. Поэтому спортсмены высокого класса применяют разнообразнейшие методические приёмы, резко интенсифицирующие процесс воздействия упражнений на мышечную систему и стимулирующие её к дальнейшей эффективной адаптации (Шварценеггер, 2000; Мак-Комас, 2001; Эверсон, 2003; Шетт, 2003; Sheppard, 2014; Haff et al., 2016; Santana, 2016).

Читинг. Суть приёма сводится к подключению к работе дополнительных мышц, когда спортсмен уже не в состоянии продолжать повторения в подходе. Например, при правильном выполнении упражнения для тренировки бицепса — сгибание рук в локтевых суставах в положении стоя — спортсмен в подходе может выполнить 8 повторений. Однако он способен выполнить ещё 3–4 повторения, если подключит к работе мышцы спины и плеча, что нарушит правильную технику выполнения упражнения, однако обеспечит дополнительную нагрузку бицепса.

Дополнительные повторения. Этот приём, как и читинг, позволяет дополнительно выполнить в каждом подходе несколько повторений. Например, приседая со штангой, спортсмен может сделать 5 повторений в подходе. Два-три дополнительных повторения он выполняет при помощи партнёра, стоящего сзади и помогающего поднять штангу. При выполнении упражнений одной рукой можно для увеличения количества повторений использовать помощь другой руки.

Короткие паузы в подходе. В основе приёма — интенсивное восстановление работоспособности мышц сразу после выполнения упражнения «до отказа». Например, спортсмен в подходе оказался в состоянии выполнить 10 повторений. После короткого отдыха (8–10 с) он может выполнить ещё 1–2 повторения. Особенно удобно использовать этот приём, когда упражнения выполняются на блочных или изокинетических тренажёрах.

Уменьшение отягощений. Суть приёма — в постепенном уменьшении отягощений по мере развития утомления в каждом подходе и увеличении за счёт этого количества повторений. Напри-

мер, спортсмен выполняет приседания со штангой. После максимального количества повторений с данным отягощением (например, 10 повторений) партнёры быстро снимают с грифа два диска по 5–10 кг, что позволяет спортсмену выполнить ещё два повторения. Когда работа направлена на увеличение мышечного объёма, масса отягощения может снижаться несколько раз для обеспечения достижения 10–12 повторений в каждом подходе. При работе над рельефом мышц масса снаряда может снижаться 5–6 раз, а количество повторений в каждом подходе доводится до 20–25. При работе с гантелями спортсмен заранее подбирает несколько пар гантелей разной массы. Выполнив 8–10 повторений с гантелями наибольшей массы, он берет гантели меньшей массы и выполняет с ними 8–10 повторений, затем снова меняет гантели и т. д.

Укороченные повторения. В основе приёма — продолжение повторений с укороченной амплитудой движений при невозможности выполнять упражнения с полной амплитудой. Например, спортсмен, выполняя жим лежа, чувствует, что восьмое повторение для него является предельно допустимым. Однако он не прекращает работу, а выполняет ещё 2–3 движения с укороченной амплитудой (примерно $\frac{1}{3}$ заключительной части движения). Укороченные повторения следует повторять только тогда, когда утомление не дает возможности продолжить выполнение движений с полной амплитудой.

Эксцентрические повторения. В основе приёма — повышение эффективности уступающей работы при выполнении каждого повторения. С этой целью уступающая часть движения выполняется очень медленно (примерно в 2 раза продолжительнее, чем преодолевающая). Для увеличения нагрузки в эксцентрических повторениях преодолевающую часть можно выполнять с использованием облегченной штанги или при помощи партнёра, а уступающую — медленно, с увеличенной нагрузкой.

В некоторых упражнениях преодолевающую часть движения можно выполнять при помощи двух рук или ног, а уступающую — при помощи одной руки или ноги. Например, при разгибании ног в коленных суставах с использованием тренажёра блочного типа преодолевающую часть выполняют при помощи двух ног, а уступающую — поочередно одной ногой (рис. 16.31).

Широко используется также приём, при котором преодолевающая часть работы выполняется самостоятельно, а при уступающей работе партнёр увеличивает нагрузку. Например, спортсмен выполняет жим штанги широким хватом из положения сидя на наклонной скамье. Преодолевающую

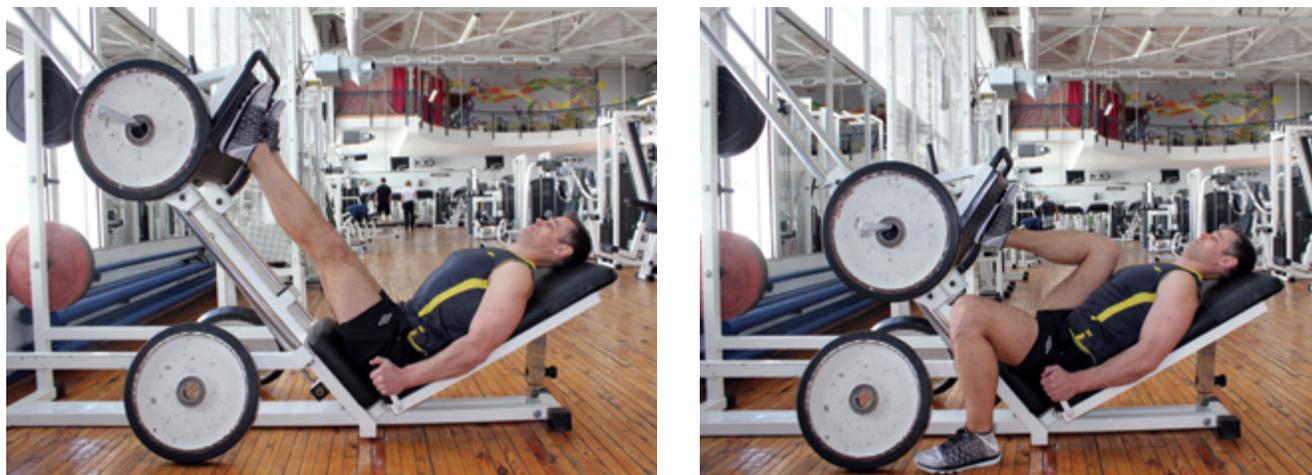


РИСУНОК 16.31 – Увеличение нагрузки при сгибании ног в коленном суставе



РИСУНОК 16.32 – Увеличение нагрузки в уступающей части движения при помощи партнёра

часть движения спортсмен выполняет самостоятельно, а во время медленного опускания штанги партнёр давит на гриф, увеличивая сопротивление (рис. 16.32).

Изометрические напряжения. Приём предполагает в паузах между отдельными подходами 8–10-секундные изометрические напряжения тренируемых мышц. Это позволяет поддерживать необходимый уровень активности нервной системы, что положительно сказывается на качестве последующих подходов и дает дополнительную нагрузку на мышцы.

Уменьшение пауз. Эффективным методическим приёмом повышения интенсивности тренировочного воздействия в предсоревновательном периоде являются короткие паузы отдыха между подходами. Если в подготовительном периоде планируются, в основном, относительно длительные интервалы отдыха между подходами — 30–90 с, то в предсоревновательном периоде такие паузы могут быть сокращены до 10–15 с.

Хотя применение коротких пауз неизбежно приводит к уменьшению отягощений, тренировка оказывается в высшей степени эффективной для улучшения рельефа мышц и устранения подкожной жировой ткани. Этот приём эффективен только в сочетании со строгой диетой.

Продление пика нагрузки на мышцы. При использовании изокINETических тренажёров в определённых фазах движения в работу вовлекается большое количество двигательных единиц, мышцы находятся в сокращённом состоянии и развивают наибольшее усилие. Когда спортсмен достигает этой фазы, он должен приостановить движение на 3–4 с. Такой приём способствует интенсификации нервной импульсации работающих мышц, позволяет активировать дополнительное количество двигательных единиц.

Предельное растягивание мышц. Суть приёма сводится к тому, что спортсмен стремится к максимальному растягиванию работающих мышц в заключительной фазе уступающей части движения. Этот приём способствует «проработке» мышц по всей амплитуде движения и обеспечивает более высокий уровень проявления силы в последующей преодолевающей части движения. Особенно эффективен этот приём, когда он сочетается с приёмом «продление пика нагрузки на мышцы».

Однонаправленные суперсерии. В основе этого приёма — объединение в серию двух подходов однонаправленных упражнений без интервалов отдыха между ними. Например, работая над развитием грудной мышцы, спортсмен делает один подход в упражнении «жим штанги лежа» и без паузы переходит к упражнению «разведение рук с гантелями лежа».

Разнонаправленные суперсерии. Отличие этого приёма от предыдущего в том, что в суперсерии объединяются не однонаправленные, а разнонаправленные упражнения. Наиболее эффективным является вариант, при котором в суперсерию объединяются упражнения, воздействующие на мышцы-антагонисты: бицепс — трицепс, сгибатели бедра — разгибатели бедра, брюшной пресс — спина и др. (рис. 16.33).

Трисет. В основе приёма — тот же принцип, что и при использовании однонаправленных и разнонаправленных суперсерий. Однако здесь вместо двух подходов выполняются три. В качестве примера трисета для разгибателей ног можно привести комплекс: 1) жим ногами лёжа в специальном станке; 2) разгибание ног в коленном суставе с использованием блочного тренажёра; 3) приседания со штангой (рис. 16.34). Для развития дельтовидных мышц эффективен следующий трисет: 1) жим сидя; 2) разведение рук в стороны стоя; 3) разведение рук в наклоне.

Гигантский подход. В основе приёма — объединение в одном подходе нескольких подходов различных упражнений, как это делается в суперсериях или трисете. Однако в гигантском подходе объединяются 4–6 упражнений, в совокупности оказывающих разностороннее воздействие на определённую мышечную группу. Например, гигантский подход для мышц спины может иметь следующий вид: 1) подтягивание к перекладине; 2) тяга сидя к груди с использованием блочного или изокинетического тренажёра; 3) вращение плеч с гантелями в руках; 4) тяга сидя за голову с использованием блочного тренажёра (рис. 16.35).

В гигантском подходе могут также чередоваться упражнения, поочередно вовлекающие мышцы-антагонисты: 1) жим лёжа на наклонной скамейке; 2) подтягивание штанги к груди в наклоне; 3) разведение гантелей лёжа на скамейке; 4) тяга сидя за голову; 5) отжимания на брусьях с грузом; б) наклоны со штангой на плечах.

Однонаправленные разнообразные серии. Обычно в занятиях серия состоит из нескольких подходов, в каждом из которых спортсмен выполняет одно и то же упражнение. В основе же этого приёма — выполнение серии, когда в каждом подходе выполняется новое упражнение для одной и той же группы мышц. Например, при развитии бицепса могут быть применены следующие упражнения: 1) сгибание рук со штангой стоя; 2) попеременное сгибание рук с гантелями сидя на наклонной скамейке; 3) сгибание рук с гантелями в наклоне; 4) сгибание рук со штангой сидя на скамье Скотта; 5) попеременное сгибание рук с гантелями стоя, плотно прижавшись спиной к стене для фиксации тела. Между упражнениями планируются такие же паузы, как и при выполнении подходов в обычной серии (рис. 16.36).

Применение этого приёма несколько снижает избирательную нагрузку на мышцы, однако обеспечивает более разностороннее воздействие на тренируемую мышечную группу и разнообразит тренировочные программы.

Объединение родственных упражнений в подходе. Суть принципа в том, что в одном подходе спортсмен выполняет два упражнения на одну группу мышц. Первое упражнение всегда является более сложным, а второе — более простым для выполнения. Например, тренируя мышцы груди, спортсмен выполняет до отказа разведение рук с гантелями лёжа на скамье, после чего сразу переходит к попеременному жиму гантелей лёжа. Во втором упражнении к работе, кроме грудной мышцы, подключаются трицепс и дельтовидная мышца, что позволяет спортсмену выполнить ещё несколько повторений.



РИСУНОК 16.33 – Разнонаправленная суперсерия для развития силы мышц-антагонистов: 1 – бицепс; 2 – трицепс; 3 – сгибатели бедра; 4 – разгибатели бедра; 5 – брюшной пресс; 6 – мышцы спины

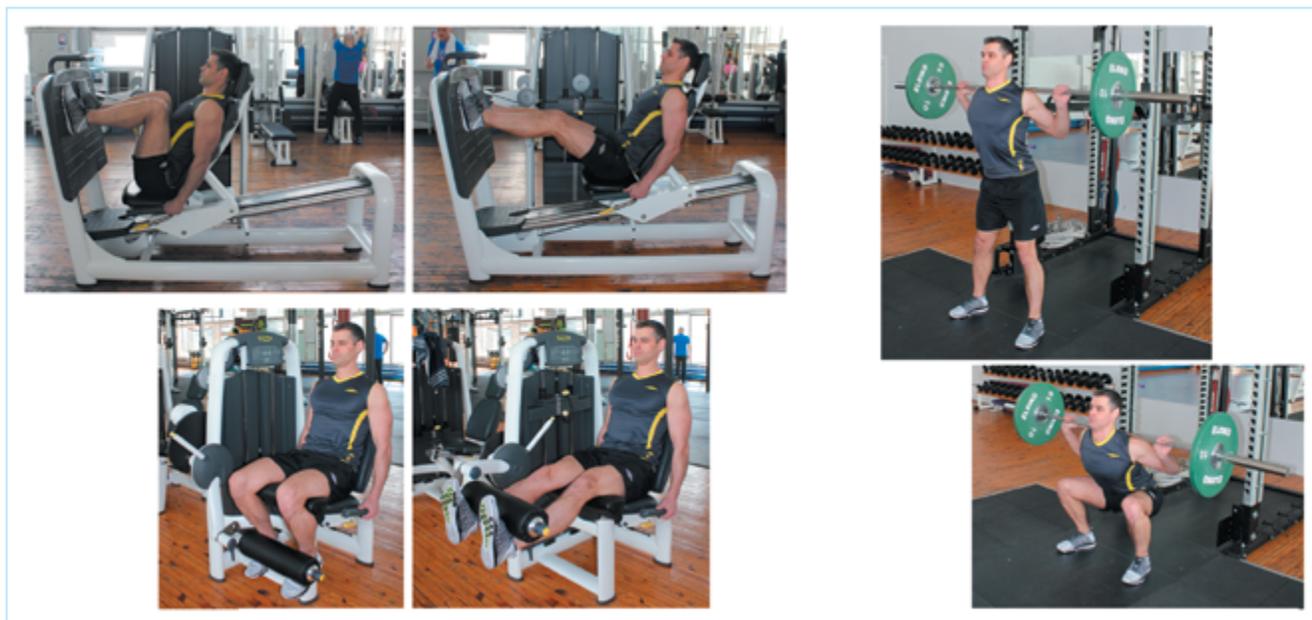


РИСУНОК 16.34 – Трисет для развития силы разгибателей ног



РИСУНОК 16.35 – Гигантский подход для мышц спины



РИСУНОК 16.36 – Однонаправленная серия для бицепса

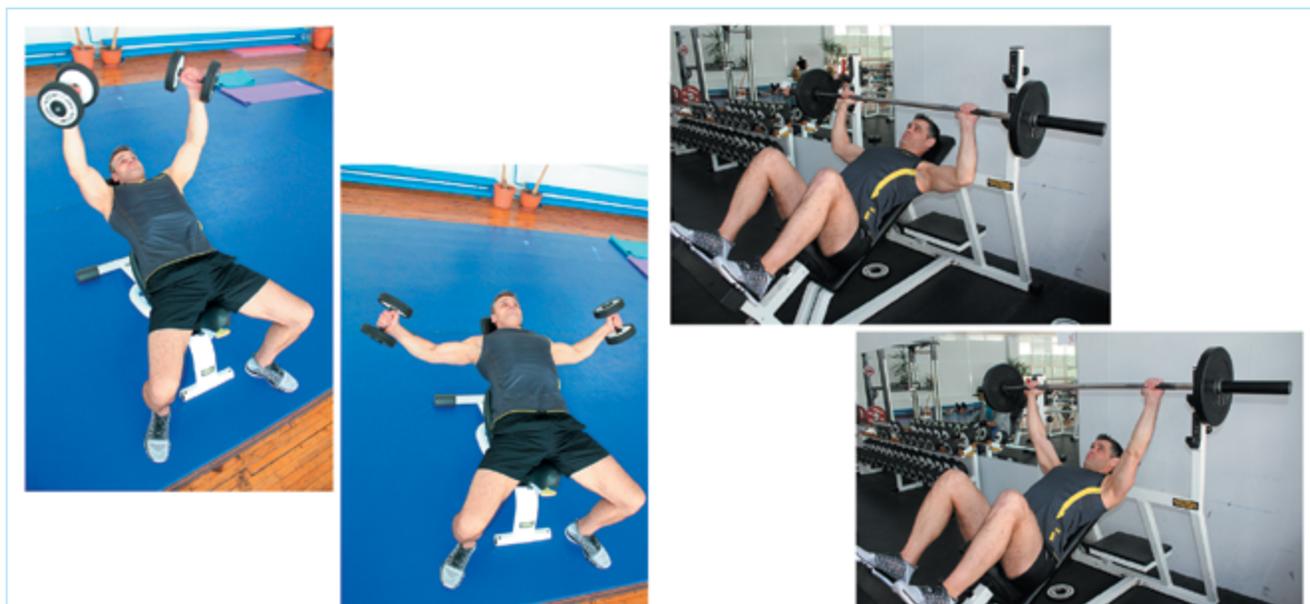


РИСУНОК 16.37 – Предварительная активация мышц перед базовым упражнением



РИСУНОК 16.37 – (окончание)

Предварительная активация мышц. Приём используется для повышения эффективности базовых упражнений. С этой целью перед исполнением базового упражнения применяется соответствующее изолированное упражнение. Например, перед упражнением «жим штанги с груди лёжа» выполняется упражнение «разведение рук с гантелями лёжа», перед упражнением «сгибание рук со штангой стоя» осуществляется «поочередное сгибание рук с гантелями сидя на скамье Скотта» (рис. 16.37).

Варьирование амплитудой движений. В основе приёма — чередование в одном подходе движений с различной амплитудой. Например, спортсмен выполняет приседания со штангой. Первое движение подхода осуществляется с полной амплитудой, второе — до угла сгибания в коленях $100\text{--}110^\circ$, третье — спортсмен полностью выпрямляет ноги, затем опускается до угла сгибания в коленях $100\text{--}110^\circ$ с последующим выпрямлением ног и т. д. Таким образом, разнообразная работа обеспечивает концентрированное воздействие на мышцы в заданных фазах движения.

Эффективным вариантом этого приёма является такое чередование движений с различной амплитудой в подходе, при котором сначала выполняется несколько повторений с половиной амплитуды движения в его нижней части, затем — несколько движений с половиной амплитуды в его верхней части и наконец — несколько движений с полной амплитудой. В каждом из половинчатых или полных движений спортсмены обычно выполняют от 4 до 10 повторений, т. е. общая сумма повторений в подходе колеблется от 12 до 30. Эффективным элементом этого приёма является остановка движения в середине амплитуды, что увеличивает нагрузку на мышцы.

Мышечный стресс. В основе приёма — постоянное обновление комплекса упражнений, воздействующих на конкретную мышечную группу.

Когда спортсмен замечает, что организм приспосабливается к используемому комплексу, он резко меняет программу упражнений по их общей структуре, методике применения, используемым тренажёрам и отягощениям. Такой резкий переход на новый комплекс играет роль своеобразного стресса для мышечной группы, стимулируя её дальнейшую адаптацию.

Дополнительные подходы. Этот приём применяется для направленного совершенствования отстающих мышечных групп. Серия основных подходов упражнений, воздействующих на отстающую группу мышц, планируется в начале занятия, после чего спортсмен переходит к работе над другими мышечными группами. Однако на протяжении всего занятия после каждых 4–6 подходов выполняется подход из первой серии, что позволяет поддерживать нагрузку на отстающую в развитии мышечную группу в течение всего занятия.

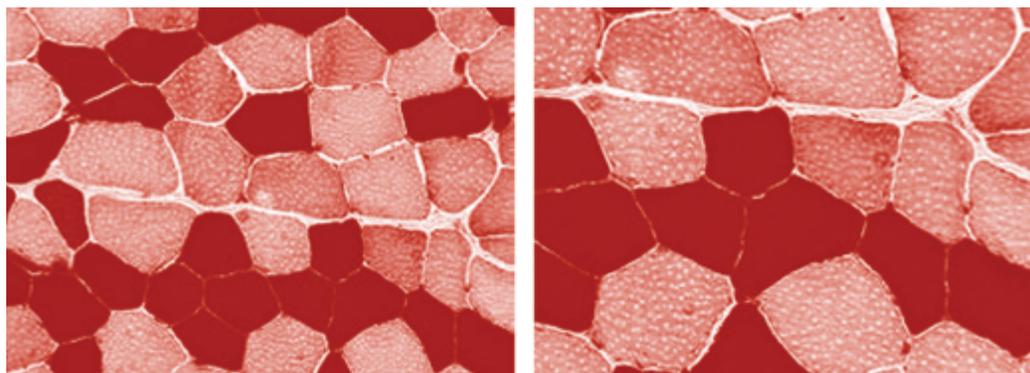
Разнообразие нагрузок занятий. В основе приёма — разнообразие планирования нагрузок в однотипных занятиях за счёт изменения отягощений и количества повторений в подходе. Например, при трехразовых занятиях в неделю, в первом занятии планируется относительно большое количество повторений (12—14) при умеренных отягощениях. Во втором занятии отягощения возрастают, а количество повторений в каждом подходе уменьшается (8—10). В третьем занятии используются околопредельные отягощения при небольшом количестве повторений в подходе — 4—6. Таким образом, каждое занятие характеризуется специфической нагрузкой, что обеспечивает наличие постоянных стимулов к адаптации мышц.

Каждый из представленных методических приёмов вполне логичен и имеет под собой достаточные научные основания. Однако основным их достоинством является охватывающий уже многие десятилетия опыт подготовки выдающихся атлетов. Рекомендуемые в каждом из приёмов тренировочные упражнения и их серии, величина отягощений, продолжительность и количество подходов в отдельных упражнениях, чередование упражнений, продолжительность пауз между упражнениями и сериями соответствуют задачам, стоящим в бодибилдинге, прежде всего построению атлетического тела. Многие из этих приёмов могут быть модифицированы путём варьирования различными компонентами нагрузки и с успехом использоваться в подготовке спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта.

Однако абсолютно неприемлемой для спорта является общая методология подготовки, принятая в бодибилдинге. Во-первых, в олимпийских видах спорта, в отличие от бодибилдинга, средства и методы силовой подготовки направлены не на увеличение объёма мышечной массы и развитие телосложения спортсмена в соответствии с определёнными критериями, а на развитие силовых качеств в органичной взаимосвязи с другими сторонами подготовленности с целью достижения спортивной результативности. Во-вторых, в бодибилдинге вся система применения силовых упражнений направлена на увеличение мышечной массы и её рельефности. В олимпийских видах спорта силовые упражнения направлены на решение абсолютно другой задачи — развитие необходимого уровня специфической силы при минимально возможной мышечной гипертрофии. В-третьих, для спорта абсолютно неприемлемой является направленность методики тренировки в бодибилдинге, ориентированной на мышечную гипертрофию. Стимулом для интенсивной гипертрофии мышечной ткани, как было показано выше, являются тренировочные программы, в основе которых большие объёмы упражнений с околомаксимальными отягощениями, выполняемые в условиях утомления, часто исключительно тяжёлого (Kraemer et al., 2017). Серийное выполнение стандартных силовых упражнений — 3—6 серий на одну группу мышц по 6—12 повторений в каждой с отягощениями 70—85 % 1 ПМ с невысокой скоростью и небольшими паузами отдыха — 30—90 с (Kraemer, Ratamess, 2005; Dunnick et al., 2017) — максимально стимулирует синтез белка, приводит к повреждению мышечных волокон и вовлечению в их регенерацию миосателлитов с соответствующей дополнительной гипертрофией (Kraemer, 2017). Такая тренировка, как свидетельствуют научные исследования, является мощным стимулом для мышечной гипертрофии и повышения так называемой медленной силы.

Гипертрофия мышц протекает в двух направлениях. Одно из них, которое можно считать физиологическим, связано с интенсификацией синтеза белков, стимулируемого большим объёмом работы силового характера, что обеспечивает строительным материалом процесс восстановления и увеличения белка, восстанавливает белки ферментов, катализирующих метаболические реакции и способствующих гипертрофии.

Второе, с явно выраженным патологическим акцентом, связано с травмированием мышечной, соединительной и нервной тканей как реакций на чрезмерные нагрузки: повреждаются



а

б

РИСУНОК 16.38 – Гипертрофия мышечных волокон четырёхглавой мышцы бедра в результате 8-недельной напряженной тренировки: а – до тренировки, б – после тренировки (Kraemer, 2017)

мембраны мышечного волокна и саркомеры, разрушаются миофибриллы, повреждается саркоплазматический ретикулум, интенсифицируется распад поврежденных белков, нарушается целостность нервов, травмируются фасции, сухожилия и связки (Harmon et al., 2017). Повреждения сопровождаются воспалительными процессами, отёчностью, болевыми ощущениями. Все эти реакции, если они не доходят до тяжелых и хронических проявлений и устраняются в течение нескольких дней, в бодибилдинге воспринимаются как естественные и стимулирующие эффективную адаптацию (Fragala et al., 2011; Kraemer et al., 2017), несмотря на то что они отражают не метаболические изменения, а серьезные механические повреждения мышечной и соединительной ткани (Lewis et al., 2012).

Даже 8-недельная напряженная силовая подготовка, сопровождаемая повреждением мышечных волокон, скоординированным ответом эндокринной и иммунной систем, приводит к впечатляющей гипертрофии мышечных волокон (рис. 16.38).

В процесс регенерации поврежденной мышечной ткани вовлекаются миосателлиты — одноядерные стволовые клетки мышечной ткани, расположенные между базальной ламиной и клеточной мембраной (сарколеммой) мышечного волокна. Эти мышечные клетки не участвуют в процессе сокращения мышц, а используются в качестве материала для восстановления структуры и функции поврежденных сократительных волокон (Schoenfeld, 2012).

В обычных условиях миосателлиты инертны. Они активируются только под влиянием избыточных физических нагрузок, приводящих к травмированию мышечной ткани. Они начинают делиться и проникать в поврежденные мышечные волокна, передавая им свои ядра и увеличивая количество белка. Этот процесс сопровождается гипертрофией регенерирующихся мышечных волокон и гипертрофией, обусловленной увеличением количества миосателлитов (Harmon et al., 2017).

К сожалению, методика силовой подготовки, приводящая к такому виду мышечной адаптации, в настоящее время активно пропагандируется и рекомендуется для олимпийских видов спорта, что является абсолютно неприемлемым. Обусловлено это не только нецелесообразностью для любого из видов спорта избыточной мышечной гипертрофии, но и неизбежным при такой адаптации разрушением множества налаженных и сбалансированных процессов управления движениями, отраженных в динамической и кинематической двигательной памяти, взаимодействии силовых качеств с другими двигательными качествами, особенностях технико-тактического мастерства и энергообеспечения мышечной деятельности (Платонов, 2019).

Развитие скоростной силы

Скоростную силу следует рассматривать как способность нервной и двигательной систем к достижению высоких показателей силы в минимальное время. С учётом требований рациональной методики развития скоростной силы применительно к специфике видов спорта это определение следовало бы конкретизировать и определять скоростную силу как способность нервной и двигательной систем к достижению в минимальное время показателей силы, необходимых для высокоэффективных двигательных действий, определённых требованиями конкретного вида спорта. Такое определение получает развитие в дифференциации скоростной силы на взрывную, проявляемую в условиях больших сопротивлений, и стартовую, демонстрируемую в условиях небольших и умеренных сопротивлений.

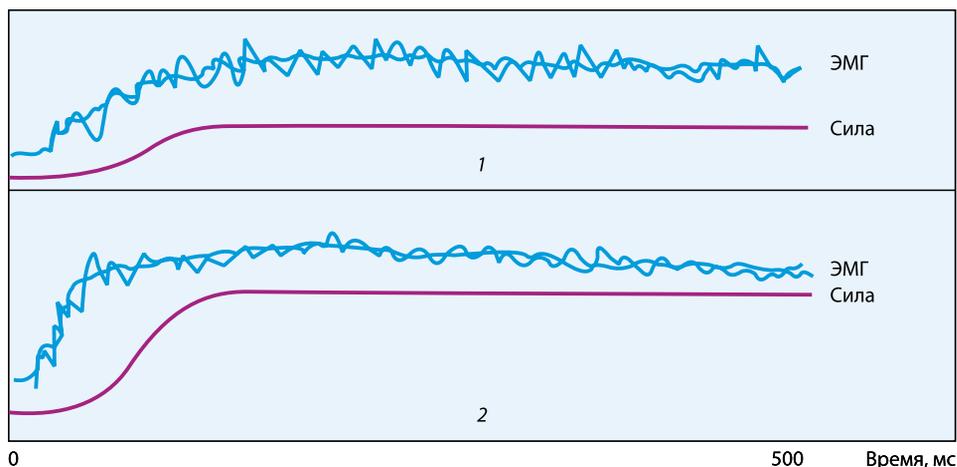
В процессе развития скоростной силы применяются средства и методы, способствующие как её целостному развитию, так и направленные на повышение потенциала отдельных компонентов, определяющих уровень развития этого качества. В числе этих компонентов — нейрорегуляторные способности к активации и интенсивной импульсации двигательных единиц мышц, синхронизация деятельности различных мышечных групп (агонистов, синергистов, стабилизаторов, антагонистов), снижение нервных ограничений напряжения мышц, объём мышечной ткани и площадь в её поперечном срезе БСа- и БСб-волокон, объём, прочность и эластичность хряща и разных видов соединительной ткани.

В процессе развития взрывной силы уделяется примерно равное внимание совершенствованию нейрорегуляторных возможностей и умеренному увеличению мышечных объёмов, укреплению костной, хрящевой и соединительной тканей. При развитии стартовой силы преимущественное внимание уделяется совершенствованию нейрорегуляторных факторов. Виды спорта, достижения в которых связаны с преодолением больших сопротивлений (масса собственного тела — бегуны-спринтеры, прыгуны в длину, высоту, с шестом и др.; масса собственного тела и спортивного снаряжения — тяжелоатлеты, толкатели ядра, метатели молота и копья, бобслеисты и др.; масса собственного тела и сопротивление соперника — борцы, специализирующиеся в разных видах), требуют проявления скоростной (взрывной) силы в условиях больших сопротивлений. Естественно, что здесь существенна роль поперечника мышц. Однако в видах спорта, в которых требуется многократное проявление скоростно-силовых усилий (стартовой силы) для преодоления массы руки, ноги или легкого спортивного снаряжения (фехтование, настольный теннис и др.), роль объёма мышц невелика.

Специальная тренировка резко увеличивает нейрорегуляторные способности спортсмена, способствует повышению максимального уровня скоростной силы и укорочению периода, необходимого для его достижения (рис. 16.39). Эти изменения во многом обусловлены повышением способности нервной системы к активации БС-волокон с высоким порогом возбуждения (Andersen, 2005) и усилением частоты их импульсации (Chu, Myer, 2013).

Для результативности двигательных действий, требующих проявления скоростной силы, важен не столько максимально доступный уровень, сколько способность к быстрому достижению необходимых для успешных действий показателей силы. Для достижения максимальных показателей демонстрации силы необходимо не менее 300 мс. В то же время высокая результативность двигательных действий в реальных условиях спортивного противоборства в основном отмечается во временных промежутках от 0 до 200 мс (Aagaard et al., 2002). Поэтому темп развития силы во многих случаях оказывается более важным, чем абсолютный уровень скоростной силы (Angelozzi et al., 2012).

РИСУНОК 16.39 – Влияние на развитие силы повышения интенсивности активации и частоты импульсации двигательных единиц мышц: умеренная (1) и интенсивная (2) активация и импульсация (Komi, Vitasalo, 1976)



В этой связи методика силовой подготовки предполагает необходимость пропорционального развития скоростной силы и способности к её быстрому проявлению. Развитие последней в основном связано с использованием плиометрического метода как наиболее эффективного для повышения возбудимости моторных нейронов (DeWeese, Nimphius, 2016).

Техника движений и двигательных действий в значительной мере определяет способность спортсмена к проявлению разных видов скоростной силы. Чем совершеннее техника, тем эффективнее регуляция движений, синхронизация активности разных мышечных групп, шире амплитуда движений, эффективнее взаимосвязь процессов активации двигательных единиц мышц, их напряжения и расслабления и др. Естественно, что все это предопределяет теснейшую взаимосвязь и взаимозависимость технического мастерства и скоростной силы, придавая ей преимущественно специальный характер.

Средства развития скоростной силы

При развитии скоростной силы следует стремиться к максимальному разнообразию упражнений, преемственности их направленности — от базовой (общеподготовительной) к специальной, органической взаимосвязи применяемых специальных и вспомогательных (полуспециальных) упражнений с требованиями эффективного выполнения соответствующих двигательных действий в спортивной деятельности. В частности, необходимо выполнять упражнения с участием одной руки или ноги, обеих рук или ног, при различном положении тела — вертикальном, горизонтальном, наклонном в разные стороны и т. п. Такой подбор средств является гарантией проявления скоростной силы в различных действиях, характерных для соревновательной деятельности.

Не менее важно обеспечить преемственность использования тренировочных средств, различного рода специального оборудования, инвентаря и тренажёров с позиций обеспечения безопасности профилактики травм.

Специфика основных двигательных действий в разных видах спорта определяет состав средств, используемых для развития скоростной силы. Например, в легкоатлетических метаниях, теннисе, гольфе, бейсболе важнейшую роль играют большая амплитуда движения и скорость перемещения руки в плечевом суставе. Это обуславливает необходимость использования различного рода бросков медбола, упражнений на тренажёрах, обеспечивающих принудительное растягивание мышц

и возможность быстрого перехода от эксцентрической работы к концентрической. В спортивных играх плиометрическая тренировка преимущественно направлена на повышение эффективности прыжков, ускорений, остановок, быстроты изменения направления движений. Это порождает необходимость тренировки с использованием разнообразных прыжков с перемещением в разных направлениях. В плавании развитие скоростной силы связано с техникой стартового прыжка, отталкивания при выполнении поворотов, мощностью гребковых движений.

Разнообразие прыжков (вертикальные, горизонтальные в различных направлениях — вперед, назад, в разные стороны) и сочетаний при их выполнении эксцентрической, изометрической и концентрической работы предоставляет уникальные возможности для нейромышечной адаптации и создания предпосылок для достижения высоких показателей мощности движений (Horita et al., 2002; Toumi et al., 2004; Sheppard et al., 2008). Особое место должно отводиться плиометрическому и баллистическому методам (Newton et al., 2012), что исключительно важно для подавляющего большинства видов спорта, начиная от волейбола, баскетбола, легкоатлетических прыжков и заканчивая бейсболом, лыжными видами, конькобежным спортом и шорт-треком (см. видео **2, 30**).

В упражнениях прыжкового характера исключительное значение имеет техника приземления как основа для формирования эффективных срочных адаптационных реакций в эксцентрической, изометрической и концентрической фазах движения, так и профилактики травм суставов, мышц и соединительной ткани (Barber-Westin et al., 2010; Sheppard, 2014).

При развитии скоростной силы следует избегать упражнений с разного рода упругими средствами — резиновыми жгутами, пружинами. Проблема сводится к тому, что каждое движение начинается при низком сопротивлении, а заканчивается при высоком, что противоречит особенностям проявления силы в различных двигательных действиях, характерных для спорта, где имеет место противоположная динамика усилий. Кроме того, использование, например, резиновых жгутов при вертикальных прыжках искажает естественную технику, сдерживает проявление скоростных качеств в конце движения и повышает вероятность травматизма при приземлении из-за увеличенной нагрузки (McBride, 2016).

В процессе отбора базовых, вспомогательных (полуспециальных) и специальных упражнений следует стремиться к наличию между ними определённой пространственно-временной и динамической преемственности, которая обеспечивается как структурой движений, так и применяемыми методами, режимом работы и отдыха при планомерном перемещении направленности средств от базового уровня к специальному. В качестве примеров такой последовательности можно привести следующие упражнения. Для подготовки волейболистов: приседания со штангой, приседания на одной ноге — прыжок вверх из приседа, спрыгивания с тумбы с последующим выпрыгиванием вверх, прыжок на максимальную высоту с короткого разбега, прыжок вверх на максимальную высоту с имитацией удара по мячу. Для подготовки баскетболистов: взятие штанги на грудь с последующим прыжком в положение выпада, приседания со штангой — прыжок вверх на двух ногах с подтягиванием коленей к груди, запрыгивание на тумбу и спрыгивание с неё с последующим выпрыгиванием вверх, забрасывание мяча в кольцо с нескольких шагов, прыжки на батуте (Sheppard, 2014).

Аналогичным образом следует планировать тренировочные средства с использованием различных методов. На ранних этапах подготовки развитие скоростной силы строится преимущественно на упражнениях концентрического, эксцентрического, изометрического и изокинетического характера. Затем, по мере увеличения силы и укрепления мышечной и соединительной тканей, возрастает объём упражнений плиометрического и баллистического характера (Potach, Chu, 2016).

Величина отягощений

При выборе величины отягощений необходимо учитывать, что двигательные единицы мышц вовлекаются в работу в зависимости от порога возбуждения мышечных волокон. Наиболее низким порогом возбуждения отличаются МС-волокна, наиболее высоким — БСб. В соответствии с этим упражнения с небольшими отягощениями вовлекают в работу МС-волокна, а упражнения, выполняемые с предельными или околопредельными отягощениями — все типы мышечных волокон (Staron et al., 1994). Однако при выполнении высокоскоростных упражнений с использованием плиометрического и баллистического методов двигательные единицы с высоким порогом возбуждения могут быть вовлечены в работу и со средними отягощениями (French, 2016). Более того, производство силы в процессе выполнения высокоскоростных движений связано не только с активацией двигательных единиц мышц с высоким порогом возбуждения, но и с подавлением активности мелких двигательных единиц с низким порогом возбуждения (Nardone et al., 1989).

По сравнению с силовыми упражнениями, выполняемыми в медленном темпе, силовые упражнения взрывного характера могут обеспечивать большую нагрузку в первой фазе движения и меньшую в конце его амплитуды. Однако в силу инерции в заключительной фазе движения спортсмен может использовать более тяжёлые веса, недоступные при медленных движениях. Упражнения взрывного характера являются исключительно важными, так как они соответствуют специфике основных двигательных действий, характерных для спорта, и активно вовлекают в работу нейрорегуляторные процессы регуляции мышечной активности (McBride, 2016).

При развитии скоростной силы используются величины отягощений, лежащие в диапазоне от 20–30 до 90–100 % максимально допустимого уровня в конкретном движении. Различия зависят от специфики вида спорта, направленности на развитие взрывной или скоростной силы, специфики проявления силы в двигательном действии. В видах спорта, предъявляющих высокие требования к уровню взрывной силы (тяжелая атлетика, легкоатлетические метания, борьба вольная и греко-римская), велик объём отягощений, составляющих 70–90 % максимально доступного уровня, а в небольшом объёме используются и более высокие отягощения — 90–100 %. Развитие скоростной силы у пловцов, гребцов, теннисистов, гандболистов, хоккеистов в основном осуществляется с использованием меньших отягощений — 50–70 % максимально доступных.

Упражнения, направленные на развитие скоростной силы у специализирующихся в настольном теннисе, бадминтоне и фехтовании выполняются с небольшими и умеренными отягощениями — от 10 до 50 % максимально доступных. Следует учитывать, что в таких видах спорта, как плавание, теннис, бокс, имеются элементы соревновательной деятельности, требующие преодоления с высокой скоростью больших сопротивлений (например, старт в плавании). Это предопределяет необходимость развития скоростной силы с применением больших сопротивлений, естественно, в ограниченном объёме (Cormie et al., 2007; Sheppard, Triplett, 2016). Величины сопротивлений достигают верхних границ, если спортсмену необходимо акцентировать внимание на развитии взрывной силы, и нижних — если требуется повышение уровня стартовой силы.

Важно учитывать, что показатели максимальной силы отмечаются при движениях с низкой скоростью и медленном сокращении мышц (Garhammer, 1993; Fleck, Kraemer, 2014). Однако в таких движениях мощность оказывается существенно ниже, чем в движениях, выполняемых с меньшей силой, но высокой скоростью (McBride et al., 2011; Nuzzo, McBride, 2013). Эффективность подавляющего большинства спортивных движений обуславливается выходной мощностью, определяемой максимальной и взрывной силой, координационными и скоростными способностями спортсменов, мощностью систем энергообеспечения.

ТАБЛИЦА 16.12 – Факторы, влияющие на величину нагрузки при использовании плиометрического метода (Potach, Chu, 2016)

Фактор	Эффект
Приземление	Сила реакции опоры с приземлением на одну ногу значительно выше для мышц нижних конечностей, соединительных тканей и суставов, чем с приземлением на две ноги
Скорость	Большая скорость увеличивает величину нагрузки
Высота прыжка	Чем выше центр массы тела, тем больше нагрузка на мышцы, соединительные ткани, суставы
Масса тела	Чем больше масса тела спортсмена, тем больше нагрузка на мышцы, соединительные ткани и суставы. Дополнительное отягощение (на бедра, колени и голени) может использоваться с целью увеличения интенсивности нагрузки

При развитии скоростной силы особое внимание должно обращаться на скоростную составляющую двигательного действия, вне зависимости от величины отягощений. Однако следует учитывать, что небольшие отягощения (10–30%) способствуют развитию стартовой силы, большие (80–95%) – взрывной, а наивысшая выходная мощность обеспечивается умеренными отягощениями (60–80%) (Newton et al., 2006; Sheppard, 2014).

Естественно, эти данные должны найти отражение во многих видах спорта. Например, для повышения выходной мощности в плавании, гребле, велосипедном, конькобежном и горнолыжном спорте действительно для развития мощности целесообразны умеренные отягощения, в основном 40–70% максимально доступных. Совсем иная ситуация в тяжелой атлетике или метаниях в легкой атлетике. Здесь при однократных усилиях целесообразны околопредельные или предельные отягощения, а при многократных (4–5 раз) – 90% максимально доступных (Sheppard, Triplett, 2016).

При выполнении упражнений с использованием плиометрического метода следует учитывать факторы, которые влияют на величину нагрузки (табл. 16.12).

Скорость движений

В большинстве видов спорта, требующих высокого уровня силовых возможностей, скоростная сила является значительно важнее максимальной. Двигательные действия, характерные для эффективной соревновательной деятельности, требуют проявления высокого уровня силы в кратчайшее время, обычно не превышающее 100–200 мс, в то время как достижение максимального уровня произвольной силы требует не менее 300 мс (DeWeese, Nimphins, 2016). Например, спринтеры высокого класса, метатели молота, копья, толкатели ядра, а также спортсмены, специализирующиеся в других видах спорта, способны достигать высокого уровня силы менее чем за 0,1 с, что, естественно, определяет быстроту и мощность кратковременных двигательных действий, эффективность ускорения, быстроту выполнения действий, требующих остановки и изменения направления движения и др. (Fleck, Kraemer, 2004; Chu, Myer, 2013). Поэтому вполне естественным является стремление к высокой скорости выполнения движений во время упражнений, направленных на развитие скоростной силы. В то же время необходимо учитывать, что излишне высокая скорость движений неизбежно приводит к реакциям, существенно снижающим эффективность тренировочного процесса в отношении развития скоростной силы. В частности, при высокой скорости сокращения мышцы уменьшается время взаимодействия актиновых и миозиновых миофиламентов и поперечных мостиков, что снижает развиваемую мышцей силу и, в конечном счете, мощность мышечного сокращения. Высокая скорость сокращения мышц также активизирует нервно-сухожильный рефлекс, ограничива-

ющий напряжение мышц и уровень проявляемой силы (Сили и др., 2007). В заключительных фазах движений, выполняемых с высокой скоростью, не только снижается активность мышц-агонистов и синергистов, но и возрастает активность антагонистов, что ограничивает проявление силы, однако способствует стабилизации и торможению конечности, защищая мышцы, сухожилия, связки, хрящевую ткань от травмирования.

В случае рационально построенной и планомерной тренировки, направленной на развитие скоростной силы, притупляются реакции, снижающие активность агонистов и синергистов и стимулирующие активность антагонистов, что приводит к увеличению уровня скоростной силы. Однако снижение роли нейрорегуляторных ограничений проявления скоростной силы, происходящее параллельно с её увеличением, повышает риск травматизма, которому особо подвержены межпозвоночные диски поясничной зоны (Almond et al., 2007), плечевые и коленные суставы (McBride, 2016).

В связи с изложенным, скорость выполнения упражнений должна планироваться с учётом величины применяемых отягощений, уровня подготовленности спортсменов и вида развиваемой скоростной силы — взрывной или стартовой. При выполнении упражнений с большими отягощениями, направленных на развитие взрывной силы, скорость движений колеблется в диапазоне 80–95 % максимальной. Спортсмены высокой квалификации, хорошо адаптированные к скоростно-силовой работе, могут включать в небольшом объёме упражнения, выполняемые с максимально доступной скоростью. При развитии стартовой силы, предполагающей работу со значительно меньшими отягощениями, скорость движений повышается и колеблется в диапазоне 90–100 %.

Важным моментом в методике развития скоростной силы является обеспечение максимально быстрых переключений от напряжения мышц к их расслаблению и наоборот. Для создания полноценного расслабления между отдельными движениями в подходе используются 1–2-секундные фазы с акцентом на возможно более полное расслабление мышц. С этой же целью используются специальные методические приёмы. Так, Ю. В. Верхошанский (1988) при выполнении упражнений с отягощениями рекомендует следующий приём: отягощение (60–80 % максимального) поднимается примерно на $\frac{1}{3}$ амплитуды основного движения, затем быстро опускается с последующим мгновенным переключением на преодолевающую работу с максимальной скоростью; в подходе — 3–5 повторений с расслаблением (отягощение ставится на упор), в серии — 3–4 подхода с паузами 4–5 мин.

Не менее эффективный приём связан с созданием условий для преобразования максимальной силы в скоростную (Хартманн, Тюннеманн, 1988). Движение начинается с большим отягощением, что способствует включению в работу большого количества двигательных единиц. В момент достижения заданного усилия сопротивление резко снижается, что создает особые условия для проявления скоростной силы. После внезапного уменьшения сопротивления происходит мобилизация скрытых скоростных резервов, и последующая динамическая фаза может быть выполнена чрезвычайно быстро. Наиболее эффективна реализация этого приёма при использовании специальных тренажёров. Однако действенным является и применение общепринятых тренировочных средств. Начинается упражнение с большим отягощением, при достижении соответствующего угла в суставах спортсмен полностью или частично освобождается от отягощения и завершает упражнение в облегченных условиях. Такие же условия могут быть созданы, когда выполняющему упражнение помогает партнёр. В этом случае выполняющий упражнение преодолевает сопротивление, соответствующее 50–60 % его максимальной силы. В заранее определённой фазе движения партнёр препятствует движению, вынуждая выполняющего упражнение резко увеличивать усилие. Через 1–2 с партнёр внезапно перестает оказывать сопротивление, а выполняющий упражнение получает до-

полнительные условия для реализации скоростной силы (рис. 16.40). Подобные условия создаются также, когда чередуются упражнения, способствующие развитию максимальной и скоростной силы. В этом случае спортсмен чередует подходы, в которых выполняется одно и то же упражнение, но с различными сопротивлениями. В первом подходе спортсмен 2–3 раза выполняет приседание со штангой большой массы (80–90 % максимальной силы), а во втором подходе – то же упражнение с высокой скоростью и сопротивлением 40–50 % максимального уровня.

Определённое место в процессе развития скоростной силы должны найти упражнения, выполняемые с ускорением. Хотя ускорение изменяет динамику нагрузки и делает процесс силовой тренировки менее управляемым, упражнения с ускорением имеют несомненные сильные стороны. Такие упражнения соответствуют специфике двигательных действий в спорте, а также являются эффективными для повышения нейрорегуляторных способностей, обеспечивающих быструю активацию двигательных единиц мышц (McBride, 2016).



РИСУНОК 16.40 – Повышение эффективности упражнений при развитии скоростной силы: 1, 2 – за счёт устранения дополнительного сопротивления; 3, 4 – за счёт освобождения от отягощения (Хартманн, Тюннеманн, 1988)

Продолжительность и количество упражнений

При развитии скоростной силы продолжительность упражнений невелика и должна обеспечивать возможность их выполнения без снижения величины проявляемых усилий и скорости движений. Использование больших отягощений, характерное для упражнений, способствующих развитию взрывной силы, требует кратковременных упражнений — от 1–2 до 10–15 с. К таким упражнениям можно отнести рывок и толчок штанги, старт в плавании и спринтерском беге, легкоатлетические прыжки и метания. Эти упражнения носят однократный характер, сопровождаются соответствующей психоэмоциональной настройкой, специальной разминкой, полным восстановлением после предшествовавшей работы. Упражнениями, достигающими 10–15 с, мобилизуются не только скоростно-силовые возможности двигательной системы, но и возможности алактатной системы энергообеспечения — её мощность и ёмкость. В качестве примеров, можно привести различного рода прыжки с отягощениями и без них, толчки штанги, бег, плавание или греблю с различными отягощениями и т. п.

При развитии стартовой силы и использовании скоростно-силовых упражнений с небольшими отягощениями продолжительность упражнений может колебаться в более широком диапазоне и достигать 20–30 с. Отдельные акцентированные движения могут выполняться в течение от нескольких десятых долей секунды до 1–2 с, другие (например, удары по мячу в теннисе или бейсболе с использованием пушки-тренажёра) до 20–30 с.

Продолжительность упражнений и их количество зависят и от применяемых методов развития скоростной силы. Например, скоростно-силовой потенциал при использовании плиометрического и баллистического методов в наибольшей мере проявляется при выполнении упражнений с максимальной или близкой к ней интенсивностью, продолжительными паузами и небольшим количеством повторений (de Villarreal et al., 2009). Увеличение количества повторений, уменьшение интервалов отдыха чревато риском выполнения упражнений в условиях прогрессирующего утомления, что снижает эффективность работы, связанной с развитием взрывной силы (Sheppard, 2014).

Продолжительность пауз между упражнениями

Продолжительность пауз отдыха должна обеспечивать восстановление работоспособности спортсменов и устранение алактатного кислородного долга. Она зависит от объёма мышц, вовлечённых в работу, и продолжительности отдельного упражнения. Паузы между кратковременными упражнениями (2–3 с), не требующими вовлечения в работу больших мышечных групп, могут быть непродолжительными — 30–60 с. Увеличение объёма мышц, вовлечённых в работу, или продолжительности выполнения отдельного упражнения приводит к увеличению длительности отдыха до 4–6 мин.

Если паузы непродолжительны, то отдых обычно носит пассивный характер, иногда дополняется массажем мышц. Заполнение продолжительных пауз малоинтенсивной работой способствует ускорению процессов восстановления, позволяет обеспечить оптимальные условия для выполнения последующего задания и сократить (на 10–15 %) продолжительность интервалов отдыха между отдельными упражнениями или подходами.

Особенности использования различных методов

При использовании изометрического метода выполняются кратковременные (2–3 с) усилия взрывного характера со стремлением к максимально быстрому развитию мышечного напряжения до 80–90% максимального уровня. В одном подходе — до 5–6 повторений, паузы между подходами — до полного восстановления работоспособности (обычно 2–3 мин). Как и при использовании эксцентрического метода, напряжение мышц должно сменяться возможно более полным их расслаблением. Паузы между подходами следует заполнять массажем и упражнениями на расслабление.

Применяя изокинетический метод, следует ориентироваться на выполнение упражнений с высокой угловой скоростью — 250 град·с⁻¹ и более. Основное внимание должно быть сконцентрировано на возможно более полном растягивании работающих мышц в уступающей фазе движения и на необходимости быстрого перехода от эксцентрической работы к концентрической. В отношении других компонентов нагрузки (продолжительность упражнений, продолжительность пауз и др.) в случае применения изокинетического метода следует ориентироваться на те же требования, которые предъявляются к эксцентрическому методу.

Ориентируясь на плиометрический метод как на такой, который играет исключительно важную роль для развития скоростной силы, следует отметить, что эластичные возможности мышц, как и эффективность перехода от растягивания мышц к их укорачиванию, хорошо подвержены специальной тренировке (Bosko, 1982; Newton et al., 2012).

При использовании предварительного растягивания мышц в качестве фактора, стимулирующего проявление скоростной силы, необходимо, чтобы после завершения фазы растягивания сразу следовала фаза активного сокращения. Лишь в этом случае суммируется потенциальная энергия эластичных элементов растянутых мышц и сухожилий с энергией мышечного сокращения, обеспечивая максимальное проявление скоростной силы. Если не отмечается быстрого перехода от растягивания мышц к их сокращению, накопленная в течение эксцентрической фазы энергия рассеивается и не способствует увеличению производства силы. Таким образом, амортизационная фаза является исключительно важным элементом в структуре двигательных действий плиометрического характера (Newton et al., 2012). Важным является и быстрое эксцентрическое растягивание мышц, которое стимулирует накопление и сохранение упругой энергии, способной увеличить проявление силы в концентрической фазе (Potach, Chu, 2016).

Прежде чем выполнять большой объем работы с использованием плиометрического метода, спортсмен должен достичь значительного уровня максимальной силы, в противном случае возрастает вероятность травм и снижения эффективности тренировки. К уровню развития силы предъявляются конкретные требования. Например, прежде чем приступить к выполнению прыжков вниз с высоты с последующим выпрыгиванием вверх, следует убедиться, что спортсмен может выполнять приседание со штангой, масса которой вдвое больше собственной массы спортсмена; прежде чем выполнять выпрыгивания на одной ноге, спортсмен должен научиться приседать на одной ноге не менее 5 раз (Gambetta, 1987).

Практические указания по использованию предварительного растягивания мышц как эффективного фактора стимуляции их скоростно-силовых возможностей приводят Ю. Хартманн и Х. Тюннеманн (1988). В качестве эффективного упражнения, способствующего развитию скоростной силы мышц — разгибателей ног, рекомендуется прыжок в глубину (рис. 16.41). Во время приземления толчок в землю амортизируется сгибанием ног, приземление производится на носки. Уже во время соскока мышцы, задействованные в движении, приводятся в состояние наивысшей готовности нервными раздражителя-

ми, повышающими их напряжение и эластичность. Торможение движения мышцами ног способствует накоплению энергии в эластичных элементах мышц и сухожилий и проявлению рефлекса, благодаря которому в последующее активное движение включаются дополнительные двигательные единицы. Это стимулирует эффективность последующего взрывного прыжка вперед-вверх. Глубина прыжка определяется физической подготовленностью и массой спортсмена и может колебаться от 40 до 100 см. Приземление и отталкивание оптимально под углом в коленном суставе 120–140 град. В самой нижней точке фазы торможения угол составляет 90–100 град.

Этот методический приём может использоваться и для развития скоростной силы других мышечных групп – например, разгибателей рук. Здесь эффективными оказываются различные варианты падений в упор лёжа (рис. 16.42). Полезными могут оказаться и другие упражнения:

- 1) прыжки вверх без отягощения и с отягощением, равным 20–30 % массы тела спортсмена;
- 2) прыжки в глубину на одну или обе ноги с последующим выпрыгиванием вверх;
- 3) подскоки, скачки на одной ноге, прыжки с ноги на ногу, прыжки со скакалкой.

При выполнении плиометрических упражнений прыжкового характера следует использовать покрытия с высокими амортизирующими свойствами – травяной газон, тонкие резиновые маты и эластичные покрытия пола. Не следует выполнять упражнения на деревянных или бетонных покрытиях, асфальте. Толстые маты использовать не следует, так как они недопустимо расширяют амортизационную фазу, увеличивают время перехода от эксцентрической фазы к концентрической, что делает тренировку неэффективной (Chu, Myer, 2013; Gamble, 2013).

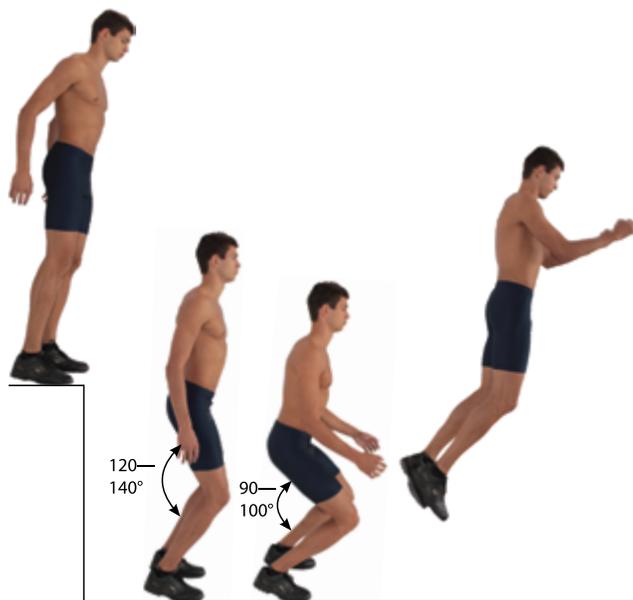


РИСУНОК 16.41 – Техника выполнения прыжка в глубину при развитии скоростной силы (Хартманн, Тюннеманн, 1988)



РИСУНОК 16.42 – Техника выполнения падения в упор лёжа при развитии скоростной силы (Хартманн, Тюннеманн, 1988)

Однако отдавая должное упражнениям с использованием собственной массы тела, необходимо учитывать, что при их выполнении очень трудно регулировать нагрузку, поэтому предпочтение следует отдавать упражнениям с отягощениями. Например, при выполнении жима лёжа спортсмен снимает штангу со специальных держателей и держит на вытянутых руках. Из этого положения он сгибает руки и, не давая штанге опуститься на грудь, притормаживает движение и взрывным движением выжимает штангу в исходное положение. И здесь важно следить за тем, чтобы продолжительность амортизационной фазы была минимальной, обеспечивался предельно быстрый переход от эксцентрической работы к концентрической.

Для развития скоростной силы действенным является комплексное использование разных методов при широкой вариативности тренировочных средств. Приведем ряд комплексов, апробированных при подготовке спортсменов высокого класса и рекомендованных Ю. В. Верхошанским (1988).

1. Используются отягощения 90 и 30 % максимального. Выполняется 2 подхода по 2–3 медленных движения при массе снаряда 90 %, затем 3 подхода по 6–8 движений при массе 30 % с максимально быстрым усилием и обязательным расслаблением мышц между движениями. Отдых между подходами – 3–4 мин, перед переменной отягощения – 4–6 мин. В тренировочном сеансе 2–3 серии с отдыхом 8–10 мин.

2. Сочетание двух разных изометрических режимов в упражнениях локальной направленности (на определённую группу мышц). Вначале выполняется 2–3 предельных изометрических напряжения (6 с) с перерывами 2–3 мин. Затем отдых 3–4 мин с упражнениями на расслабление мышц и 5–6 повторений того же упражнения, но с быстрым развитием напряжения (до 80 % максимального). Между повторениями должен быть перерыв 2–3 мин, во время которого следует выполнять динамические и маховые упражнения, а также упражнения на расслабление. В тренировочном сеансе можно давать упражнения на 2–3 мышечные группы. Если тренируют одну группу мышц, то указанное сочетание повторяют 2 раза с отдыхом 8–10 мин.

3. Сочетание изометрического и динамического режимов при глобальном характере работы мышц. Предельное изометрическое напряжение с плавным развитием усилия (6 с) в позе, в которой проявляется максимальное усилие в соревновательных условиях – 2–3 раза с перерывом 2 мин, и с обязательным расслаблением мышц между повторениями. Затем движение с отягощением 40–60 % максимального с предельной интенсивностью усилия – 4–6 раз, 2 подхода с отдыхом 3–4 мин. Весь комплекс повторяется 2 раза с перерывом 4–6 мин.

4. Выпрыгивания с гирей, 2 подхода по 6–8 раз. Затем, после 3–4 мин отдыха, прыжковые упражнения с субмаксимальным усилием, например 8-кратный прыжок с места с ноги на ногу, 2 подхода по 5–6 раз. Комплекс повторяется 2–3 раза с перерывом 6–8 мин.

5. Приседания со штангой на плечах массой 70–80 % максимальной, 2 подхода по 5–6 раз. После 4–6 мин отдыха – прыжковые упражнения с места, 2–3 подхода по 6–8 раз с перерывом 6–8 мин.

6. Приседания со штангой массой 80–85 % максимальной, 2 подхода по 2–3 раза. Затем, после паузы 3–4 мин, – выпрыгивания с гирей, 2–3 подхода по 4–6 раз. Комплекс повторяется 2–3 раза с отдыхом 6–8 мин.

7. Два подхода по 2 приседания со штангой на плечах массой 90–95 % максимальной. Затем 2 серии по 6–8 отталкиваний после прыжка в глубину. Отдых между приседаниями и прыжками – 2–4 мин, между сериями прыжков – 4–6 мин. В тренировочном сеансе такое сочетание повторяется 2 раза с отдыхом 8–10 мин.

Принцип, заложенный в разработку каждого из комплексов, может быть использован тренерами для подготовки специальных комплексов для развития взрывной силы с применением других методов, а также различных специально-подготовительных упражнений, используемых в разных видах спорта.

Особое место при работе над развитием скоростной силы следует отводить баллистическим упражнениям (см. видео 2). Обусловлено это несколькими причинами. Во-первых, эффективностью для проявления высокого уровня взрывной и стартовой силы в кратчайшее время. Во-вторых, естественным характером и исключительным разнообразием средств баллистической тренировки. И, наконец, в-третьих, соответствием проявления силовых качеств тем, которые имеют место в большинстве двигательных действий, характерных для соревновательной деятельности в разных видах спорта.

Скорость движения при выполнении баллистических упражнений должна быть максимальной или близкой к ней. Величина отягощений колеблется в широком диапазоне — от 10–15 до 70–80% максимально доступной (Newton et al., 2012). Меньшая величина отягощений используется, когда ставится задача повышения стартовой силы, большая — взрывной. Могут использоваться однократные упражнения или их серии, продолжительность которых не должна превышать 10–15 с. Паузы отдыха между отдельными упражнениями или их сериями должны быть достаточно продолжительными и обеспечивать восстановление работоспособности — обычно от 1 до 3 мин.

Баллистический метод травмоопасен, поэтому при его использовании должны применяться только хорошо освоенные в техническом отношении упражнения. Баллистический метод, как и плиометрический, предъявляет повышенные требования к разминке, в которой должны использоваться динамические упражнения, способствующие проявлению гибкости, а также плиометрические упражнения с постепенно возрастающей интенсивностью. Хорошо освоенные упражнения, полноценная разминка смягчают действие и такого негативного момента, связанного с баллистическими упражнениями, как избыточная активация мышц-антагонистов во второй части движения, являющаяся своего рода защитной реакцией (Stone et al., 2007; Chu, Myer, 2013).

При применении плиометрического и баллистического методов особое внимание должно быть обращено на соответствие применяемых упражнений специфике вида спорта и конкретным элементам кинематической структуры двигательных действий. Не менее важны знания и опыт спортсменов об использовании плиометрических упражнений: особенностях их применения, основных акцентах в технике, факторах риска травм и др. От всего этого зависят эффективность и безопасность тренировочного процесса (Newton et al., 2012; Potach, Chu, 2016).

Тренировочные программы, построенные на материале плиометрического и баллистического методов, не следует планировать ежедневно в связи с резким повышением риска травм. Перерывы между занятиями должны составлять 48 или 72 ч. На этапе развития скоростно-силовых возможностей можно планировать три занятия в неделю, поддержания достигнутого уровня — два (Allerheiligen, Rogers, 1995).

Развитие силовой выносливости

Силовая выносливость как способность выполнять длительное время работу, требующую значительного проявления силы, зависит от уровня развития максимальной и скоростной силы, потенциала систем энергообеспечения, сбалансированности деятельности всех составляющих, определяющих уровень развития этого качества в конкретной деятельности. В зависимости от применяемых

тренировочных средств развитие силовой выносливости может носить базовый (общий) или вспомогательный (полуспециальный) характер.

Базовую (общую) силовую выносливость следует связывать со способностью возможно более длительное время выполнять работу повышенной силовой интенсивности, что характерно для использования таких упражнений, как подтягивание на перекладине, отжимания от пола из упора лежа, разные виды жима штанги, упражнения, выполняемых с использованием изокINETических тренажёров и т. п. (Moir, 2012). Интенсивность и продолжительность работы определяют преимущественное вовлечение в работу тех или иных систем энергообеспечения.

Развитие вспомогательной (полуспециальной) силовой выносливости обеспечивается использованием тренировочных упражнений, близких по временным и пространственным характеристикам к специально-подготовительным и соревновательным, однако отличающихся повышенным проявлением силовых качеств. Это упражнения имитационного характера, выполняемые с применением специальных эргометров, упражнения с дополнительными отягощениями, различными тормозными устройствами и т. д. (см. видео **4, 5, 7, 11, 13**).

Подавляющая часть упражнений носит изотонический характер и выполняется с использованием концентрического, эксцентрического и изокINETического методов. В относительно небольшом объёме могут использоваться и плиометрические упражнения. Не следует игнорировать использование изометрических упражнений, призванных обеспечить развитие силовой выносливости применительно к элементам двигательных действий статического характера.

Развитие различных качеств и способностей, определяющих уровень силовой выносливости (максимальная и скоростная сила, мощность, ёмкость и подвижность систем энергообеспечения), занимает свое место в системе подготовки спортсменов, не связанное с развитием силовой выносливости. Поэтому тренировка, направленная на развитие силовой выносливости, связана не столько с повышением возможностей, относящихся к каждой из составляющих, сколько с интеграцией их потенциала в целостную систему, обеспечивающую эффективную работу с выраженным силовым компонентом в заданном временном интервале.

Использование методов развития силовой выносливости также во многом определяется спецификой вида спорта. Пловцы преимущественно используют концентрический метод, борцы — концентрический, эксцентрический и изометрический, горнолыжники — концентрический, эксцентрический, изометрический и плиометрический и т. д.

Величина сопротивлений несколько превышает характерную для соревновательной деятельности; например, гребцы и пловцы при работе на специальных силовых тренажёрах используют усилия, составляющие 50–60 % (реже 70–80 %) максимального при выполнении соответствующих упражнений. Однако борцам и гимнастам не следует пренебрегать силовыми упражнениями с большими отягощениями, позволяющими выполнить не более 12–15 повторений в подходе (Kraemer, 1992; Fleck, Kraemer, 2004).

В разных видах спорта широко используются различные дополнительные отягощения, например, в беге — бег по песку, бег в гору, бег со специальными утяжеленными поясами; в плавании — плавание на привязи, плавание в специальных костюмах, тормозящих движение, плавание с лопатками большой площади на кистях рук; в борьбе — продолжительное выполнение бросков тяжелых манекенов, работа с сэндбэгом или болгарским мешком, схватки с более тяжелыми соперниками и т. д.

Темп выполнения упражнений подбирается так, чтобы он, по возможности, соответствовал характерному для соревновательной деятельности. Наиболее просто это осуществить в циклических видах спорта — гребле, плавании, конькобежном спорте, беге и др.

Динамические упражнения обычно выполняются многократно, до значительного утомления. В зависимости от величины сопротивлений, темпа движений, определяющих характер энергообеспечения работы, продолжительность отдельных упражнений может колебаться в широком диапазоне — от 10—15 с до нескольких минут. При тренировке пловцов, специализирующихся на дистанциях 100 и 200 м, продолжительность каждого упражнения «плавание на привязи» обычно колеблется в пределах 30—120 с, при работе на суше с использованием специальных изокинетических тренажёров, позволяющих имитировать гребковые движения, — 60—180 с. Борцы греко-римского и вольного стилей могут осуществлять броски манекена в темпе 10—15 бросков в 1 мин в течение 2—3 мин. При работе в статическом режиме продолжительность отдельных упражнений обычно колеблется от 10—12 до 30—40 с и зависит от величины напряжения мышц.

Продолжительность пауз между упражнениями различна и зависит от величины отягощений, длительности упражнений и объёма мышц, вовлечённых в работу. Если упражнения относительно кратковременны и требуется достичь кульминации утомления в результате серии подходов (обычно от 4 до 8—10), последующее повторение планируется через непродолжительное время, при незавершившемся восстановлении. Если упражнения длительные (несколько минут) и достижение тренировочного эффекта планируется за счёт влияния, оказываемого каждым конкретным упражнением, а не их серией, то продолжительность интервалов отдыха между ними должна быть достаточной для восстановления работоспособности до исходного или близкого к нему уровня.

При серийном выполнении упражнений паузы между отдельными упражнениями непродолжительны, что приводит к усугублению утомления от повторения к повторению. Между сериями паузы должны быть продолжительными, достаточными для восстановления работоспособности и создания условий для выполнения первого упражнения следующей серии при высоком уровне работоспособности (Платонов, 1997; Baechle, Earle, 2008). Эффективными, например, могут быть следующие серии: 1) 6 x (6 x 15 с), паузы между упражнениями — 10 с, между сериями — 90 с; 2) 4 x (4 x 30 с), паузы между упражнениями — 15 с, между сериями — 3 мин; 3) 4 x (4 x 60 с), паузы между упражнениями — 30 с, между сериями — 4—5 мин (Dunnick et al., 2017).

В представленном ниже видеоматериале демонстрируются три серии упражнений с болгарским мешком для квалифицированных борцов греко-римского и вольного стилей (направленность работы — развитие силовой выносливости).



ВИДЕО 31

Комплекс упражнений с болгарским мешком для развития силовой выносливости

Планируя количество повторений в отдельном подходе, следует учитывать, что при выполнении упражнений с большими отягощениями (87,5%) большое количество повторений доступно тяжелоатлетам, борцам, бегунам-спринтерам, которые существенно превосходят бегунов на средние и длинные дистанции. Эти различия вполне объяснимы, если учесть, что работа с большими отягощениями проходит практически в анаэробных условиях и определяется количеством макроэргических соединений, находящихся непосредственно в мышцах. Известно, что в этом отношении тяжелоатлеты, бегуны-спринтеры и спортсмены других специализаций, соревновательная деятельность которых связана с необходимостью работы в анаэробных условиях, существенно превосходят бегунов на длинные дистанции (рис. 16.43).

Уменьшение величины отягощений и связанное с ним увеличение количества повторений изменяет характер энергообеспечения работы в сторону повышения роли анаэробных гликолитических и аэробных поставщиков энергии, что, естественно, сказывается на характере зависимости

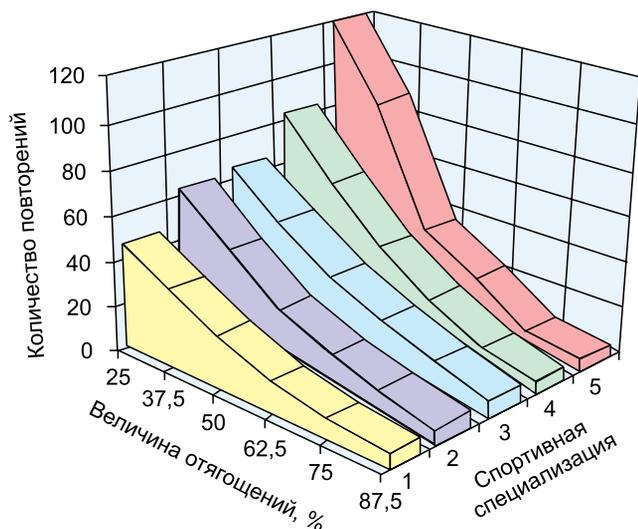


РИСУНОК 16.43 – Зависимость максимально доступного количества повторений от величины отягощений и спортивной специализации: 1 – тяжелоатлеты; 2 – борцы вольного стиля; 3 – бегуны на короткие дистанции; 4 – ватерполисты; 5 – бегуны на средние и длинные дистанции (Платонов, 2004)

упражнений с любыми отягощениями, находящимися в пределах 25–87,5% максимально доступных, коэффициенты корреляции между массой спортсменов и максимально доступным количеством повторений колеблются от $-0,81$ до $-0,95$, что свидетельствует о наличии сильной отрицательной связи.

Совершенствование способностей к реализации силовых качеств

В результате объёмной и напряженной работы силовой направленности у спортсменов существенно возрастает уровень максимальной силы, силовой выносливости, скоростной силы. Однако он проявляется преимущественно в тех двигательных действиях и условиях работы, которые имели место в процессе тренировки. Возросший уровень силовых качеств не всегда обеспечивает повышение силовых возможностей при выполнении характерных для данного вида спорта приёмов и действий. Часто спортсмены, демонстрирующие высокие силовые показатели в типично силовых упражнениях, оказываются не в состоянии достичь высоких показателей силы в силовых компонентах игр, единоборств, бега, гребли, плавания, бега на коньках и т. д. (Платонов, Вайцеховский, 1985; Матвеев, 1999; Fleck, Kraemer, 2004; Gamble, 2013). Признавая, что в системе силовой подготовки могут найти применение самые различные методы и методические приёмы, использоваться разнообразные упражнения, отягощения и тренажёры, широко варьироваться параметры нагрузок при выполнении отдельных упражнений, а также суммарный объём силовой работы в различных структурных образованиях тренировочного процесса и т. д., никогда не следует забывать о необходимости прямого или косвенного соответствия силовой подготовки специфике вида спорта. Это выражается прежде всего в преимущественном развитии тех силовых качеств, в тех проявлениях и сочетаниях, которые диктуются эффективной соревновательной деятельностью. Демонстрируемые в соревновательной деятельности специальные силовые качества требу-

количества повторений от специфики вида спорта. При работе со средними отягощениями (62,5 и 50% максимального) бегуны на длинные дистанции не уступают спортсменам других специализаций, а по отношению к тяжелоатлетам имеют существенные преимущества. Дальнейшее уменьшение величины отягощений приводит к явно выраженному преимуществу спортсменов, отличающихся высокими аэробными возможностями: если при работе с отягощениями 25% максимально доступных тяжелоатлеты способны выполнить $47,1 \pm 2,0$ повторений, а бегуны на короткие дистанции – $66,0 \pm 4,7$, то количество повторений у ватерполистов достигает $84,3 \pm 4,2$, а у бегунов-стайеров – $119,5 \pm 5,8$ (см. рис. 16.45).

Существует сильная обратная связь между массой тела спортсменов и максимально доступным количеством повторений в одном подходе. Величина отягощений не оказывает влияния на характер этой зависимости: при выполнении

ют их органической взаимосвязи с арсеналом технико-тактических действий (Rutherford, Jones, 1986; Moritani, 1992; Lloyd, Oliver, 2014), что может быть обеспечено только применением соревновательных и специально-подготовительных упражнений, способствующих совмещенному совершенствованию силовой и технико-тактической подготовленности (Платонов, 2004). Вместе с тем опыт показывает, что при выполнении таких упражнений невозможно добиться полноценного развития силы даже в тех видах спорта, где силовой компонент играет ведущую роль в обеспечении спортивного результата, например в гимнастике или разных видах борьбы. Таким образом, в современном спорте остро стоит проблема общей (базовой) силовой подготовки и последующего совершенствования способности к реализации силовых качеств в специфической деятельности, характерной для конкретного вида спорта (Martin et al., 1991; Платонов, 2004, 2015).

Общая (базовая) силовая подготовка применительно к задачам спорта высших достижений изначально должна строиться в качестве основы для последующей специальной подготовки, предполагать возможность реализации достигнутого уровня общей силовой подготовленности в специфических двигательных действиях (Матвеев, 2010). Поэтому по своему содержанию базовая силовая подготовка в любом виде спорта принципиально отличается от узконаправленной подготовки, способствующей исключительно развитию того или иного вида силы, например, максимальной силы за счёт мышечной гипертрофии.

Эффективность базовой силовой подготовки зависит от соответствия двигательных действий по кинематической структуре и вовлекаемым в работу мышцам специфике вида спорта. Чем выше это соответствие, тем эффективнее окажется силовая подготовка (Fleck, Kraemer, 2014). Одновременно не следует забывать о необходимости сохранения определённого баланса в возможностях различных мышечных групп как основы для эффективной двигательной деятельности и профилактики травматизма. Это, конечно, не означает необходимости пропорционального развития силы агонистов, синергистов и антагонистов (Sheppard, Triplett, 2016).

Решающее значение имеет объём средств базовой силовой подготовки, который должен быть достаточным, но не избыточным. Например, известно, что развитие максимальной силы путём тренировки концентрического, эксцентрического и изометрического характера достаточно тесно коррелирует с уровнем взрывной силы (Stone et al., 2007; Earle, Baechle, 2008). Однако эта связь имеет место до определённого уровня развития максимальной силы, характерного для конкретного вида спорта. Избыточное развитие максимальной силы, особенно за счёт гипертрофии мышц, не только оказывается бесполезным, но и может отрицательно сказаться на скоростных и скоростно-силовых возможностях, мощности и экономичности работы, эффективности техники (Fleck, Kraemer, 2004; Sheppard et al., 2014). В одних видах спорта и видах соревнований (например, в борьбе, легкоатлетических метаниях, тяжелой атлетике) должен быть обеспечен высокий базовый уровень максимальной и взрывной силы, в других (например, плавание, гребля академическая, биатлон, конькобежный спорт) — умеренный, в третьих (например, фехтование, настольный теннис) — средний или низкий. Излишне высокий уровень силовых качеств, особенно, если он базируется на мышечной гипертрофии, отрицательно сказывается на скоростных и координационных способностях, выносливости, ограничивает технико-тактические возможности (Платонов, 2004; Earle, Baechle, 2008; Gamble, 2013). При планировании базовой подготовки также должен быть учтён уровень силовой подготовленности спортсмена, этап многолетней и годичной подготовки.

Следующим важным положением базовой силовой подготовки является максимальное разнообразие динамических и пространственно-временных составляющих упражнений — максимально широкий круг средств силовой направленности, применение отягощений разных по величине, широкое

варьирование скорости движений, их пространственных характеристик. Это обеспечивает разностороннее воздействие на мышечную систему как в отношении вовлечения и синхронизации активности различных мышц, мобилизации двигательных единиц и мышечных волокон, так и вовлечения нейро-регуляторных механизмов обеспечения взаимосвязи силовых качеств со скоростными и координационными способностями (Платонов, 2015). Особое внимание следует уделять сложным мультисуставным движениям, использование которых значительно облегчает процесс реализации силовых качеств в специфической тренировочной и соревновательной деятельности (Stone et al., 2007). В этой связи следует отметить, что силовая тренировка со свободными отягощениями оказывается значительно более перспективной в отношении реализации силовых качеств в соревновательной деятельности по сравнению с тренировкой с использованием тренажёров.

Не менее важным для реализации силовых возможностей является необходимость обеспечения в процессе базовой силовой подготовки оптимального сочетания средств, способствующих разносторонней и гармоничной силовой подготовке, со средствами преимущественного воздействия на мышечные группы, несущие основную нагрузку в конкретном виде спорта.

Принципиально важным моментом силовой подготовки во многих видах спорта и видах соревнований (например, в спортивных играх, легкоатлетических прыжках и метаниях) является понимание того, что результативность соревновательной деятельности связана с доминированным участием в производстве силы одной руки или ноги. Например, сила, развиваемая гребцами-академистами при жиме двумя ногами, оказывается выше суммы жима каждой из ног. У велосипедистов отмечается противоположная картина (Епока, 1997). Эти различия объясняются преимуществами нейрорегуляторного характера, обусловленными спецификой тренировки (Gamble, 2013). Поэтому в тренировочном процессе следует сочетать силовые упражнения в равной мере вовлекающие обе конечности с упражнениями, воздействующими на доминирующую конечность (McCurdy, Conner, 2003; Gamble, 2013).

У спортсменов высшего класса наблюдаются большие различия как в уровне силовых качеств, так и в способности к их реализации между доминирующими и недоминирующими руками и ногами (Newton et al., 2006). Односторонние силовые упражнения требуют большей стабилизации тела (Santonja et al., 2007), связаны с существенной коррекцией динамической и кинематической структуры движений по сравнению с двухсторонними движениями. Понимание этого оптимизирует процесс силовой подготовки, повышает её специфичность, способность к реализации силовых качеств (Behm et al., 2005; Jones et al., 2012).

Стремление к широкому диапазону величины отягощений, вплоть до максимальной, положительно влияет на эффективность процесса реализации силы в соревновательной деятельности (Cronin, Sleivert, 2005). Однако в отношении величины отягощений, используемых при применении баллистического и плиометрического методов, имеются ограничения, которые связаны с исключением из тренировочного процесса упражнений с предельной величиной отягощений. Их использование снижает эффективность тренировки, так как вызывает защитное снижение нервной активации двигательных единиц мышц-агонистов и синергистов и повышение активации антагонистов (Stone et al., 2007; Saez de Villarreal et al., 2012).

В процессе специальной силовой подготовки очень важно подбирать упражнения таким образом, чтобы по основным пространственным и временным характеристикам они по возможности отвечали структуре основных двигательных действий вида спорта. Например, в спортивных играх или единоборствах двигательные действия, требующие силовых проявлений, осуществляются в различных направлениях, при преодолении сопротивления и при противодействии ему, с постоянной сменой режима работы мышц, скорости движений и т. д.

Соревновательная деятельность в спортивной гимнастике предусматривает непрерывное изменение режимов работы мышц, сложные переходы от эксцентрической или концентрической работы к изометрической, от изометрической к эксцентрической и плиометрической, от эксцентрической к баллистической и т. д. Эти переходы связаны с конкретными двигательными действиями соревновательной программы, происходят в различных функциональных состояниях — от устойчивого до достаточно выраженного утомления. Понятно, что все эти состояния определяют содержание процесса специальной силовой подготовки, направленного на реализацию силового потенциала в соревновательной деятельности — подбор упражнений с соответствующими динамическими и кинематическими характеристиками, их продолжительность, количество в сериях, режим работы и отдыха, использование разного рода приспособлений и тренажёров.

Специфика вида спорта и связанные с ней особенности тренировочной и соревновательной деятельности определяют материально-технические средства совершенствования способностей к реализации силовых качеств в условиях специфической деятельности. В спортивном плавании, например, повышение роли силового компонента при выполнении специальной работы обеспечивается применением различных конструкций лопаток, увеличивающих площадь кисти, специальных тормозных поясов и костюмов и других приспособлений (рис. 16.44). Используются плавание на привязи с растягиванием резиновых амортизаторов; плавательные доски, обеспечивающие повышенное сопротивление; плавание в специальном гидродинамическом канале с регулируемой скоростью потока воды и др. В легкоатлетическом беге — это бег в гору, бег по песку, бег против ветра, бег с отягощающими поясами и другими приспособлениями; в велосипедном спорте — езда в гору, езда против ветра, работа на велотренажёрах со специальными тормозными устройствами, езда на велосипеде с большими передачами; в борьбе — работа с партнёрами более высоких весовых категорий, выполнение упражнений с тяжёлыми манекенами; в баскетболе, гандболе, хоккее, футболе — игры на малых площадках по упрощённым правилам, допускающим жесткое силовое противостояние; в легкоатлетических метаниях — использование утяжелённых снарядов; в теннисе, настольном теннисе, бадминтоне — игра утяжелёнными ракетками и т. д.

Как видим, создание дополнительных стимулов к развитию специальных силовых качеств может быть осуществлено самыми различными путями и в основном не требует сложных снарядов и приспособлений. Инициатива и творческий поиск позволяют тренеру не только создать условия для эффективного развития специальных силовых качеств в условиях выполнения специально-подготовительных и соревновательных упражнений, но и существенно разнообразить процесс подготовки.

Применение разных способов повышения роли силового компонента при выполнении специально-подготовительных и соревновательных упражнений должно осуществляться в условиях рациональной техники движений и строгого соблюдения основных положений методики развития различных силовых качеств — продолжительности работы, её интенсивности, режима работы и отдыха и др. В этом случае использование дополнительных сопротивлений не только способствует повышению уровня силовых качеств, но и обеспечивает их органическую взаимосвязь с основными элементами спортивной техники, требующими высокого уровня силовых способностей, и, в конечном счёте, — эффективную реализацию разных видов силы в соревновательной деятельности.

В пределах отдельно взятого тренировочного года или макроцикла независимо от вида спорта, структуры тренировочного процесса и особенностей силовой подготовки выделяются три фазы взаимоотношений между уровнем силовых возможностей (результат направленной силовой подготовки) и способностью к реализации силовых качеств в процессе соревновательной деятельности:



РИСУНОК 16.44 – Приспособления, используемые в процессе специальной силовой подготовки пловцов: 1 – лопатки для повышения мощности гребка фирм «Arena» и «Speedo»; 2 – плавательные костюмы для увеличения сопротивления воды фирмы «Finis»; 3 – тормозной пояс; 4 – тормозной парашют фирмы «Finis»; 5 – резиновые жгуты для плавания на привязи фирмы «Finis»; 6 – тренажёр для плавания на привязи с различной заданной скоростью фирмы «Finis»

1 — фаза пониженной реализации; 2 — приспособительная фаза; 3 — фаза параллельного развития (Платонов, Вайцеховский, 1985; Платонов, 2004).

Фаза пониженной реализации характерна для общеподготовительного этапа подготовительного периода. Резко возрастающие силовые качества в результате применения средств общей и вспомогательной подготовки входят в противоречие со сложившейся координационной структурой движений. Нарушаются меж- и внутримышечная координация, сложившиеся механизмы регуляции движений, снижается эластичность мышц и связок, ухудшаются чувства темпа, ритма, развиваемых усилий и др.

Приспособительная фаза, которая охватывает конец общеподготовительного и начало специально-подготовительного этапа подготовительного периода, связана с увеличением объёма специальной силовой подготовки, широким использованием средств, отражающих проявления силовых качеств в основных двигательных действиях, характерных для соревновательной деятельности. В этой фазе возрастают способности спортсмена к проявлению силовых качеств в двигательных действиях, характерных для соревновательной деятельности, восстанавливаются специализированные чувства — усилий, темпа, времени, пространства и др. В течение этой фазы постепенно улучшается динамическая и кинематическая структура движений, техника все более соответствует возросшему уровню силовых качеств.

Фаза параллельного развития охватывает большую часть специально-подготовительного этапа подготовительного периода и соревновательный период. Совершенствование силовых качеств осуществляется параллельно со становлением технического и тактического мастерства, развитием скоростных возможностей и специальной выносливости, отработкой избранной модели соревновательной деятельности. Широкое использование специальных силовых упражнений позволяет довольно быстро и эффективно увязывать возросший уровень силовых возможностей со всем комплексом других компонентов, обеспечивающих в конечном счете эффективную соревновательную деятельность. В основе методики совершенствования способности к реализации силовых качеств в тренировочной и соревновательной деятельности лежит принцип сопряженности воздействия, суть которого сводится к повышению различных составляющих функциональной подготовленности и становлению основных составляющих технического мастерства спортсменов при одновременном развитии силовых качеств. Если принцип сопряженности воздействия выдерживается, то возрастающий уровень силовой подготовленности тесно увязывается с техническим мастерством, образуя достаточно слаженную систему. Нарушение этого принципа, напротив, приводит к рассогласованию силовых качеств с другими важнейшими компонентами подготовленности спортсмена (Платонов, 2015).

Продолжительность каждой из этих фаз зависит от избранной модели периодизации годичной подготовки и может составлять от 2—3 нед. при многоцикловых схемах периодизации до нескольких месяцев — при одноцикловых или двухцикловых.

Однако на уровне спорта высших достижений обширный спортивный календарь, особенно характерный для спортивных игр, требует особого подхода к развитию силовых качеств и повышению способности к их реализации в соревновательной деятельности. Здесь уже невозможно планировать продолжительную базовую и следующую за ней специальную силовую подготовку с наличием фазы снижения реализации, приспособительной фазы и фазы параллельного развития. Поэтому после непродолжительного базового этапа (до 3—4 нед.) силовая подготовка в течение всего последующего макроцикла должна быть ориентирована на тесную взаимосвязь с задачами технико-тактического характера, развития и проявления других двигательных качеств, специфическими требованиями к проявлению силовых качеств в соревновательной деятельности (Gamble, 2013; Платонов, 2021).

Максимальная мощность и особенности её развития

Значительная часть результативных двигательных действий в большинстве видов спорта определяется максимальной мощностью работы, т. е. способностью к проявлению силы в движениях с высокой скоростью, максимально возможным уровнем работы выполненной в короткое время. Максимальная мощность обеспечивается оптимальным соотношением силы и скорости выполнения конкретных двигательных действий, что принципиально важно, так как между силой и скоростью отсутствует достоверная корреляция (рис. 16.45), отмечается линейное уменьшение силы с увеличением скорости движений как на уровне отдельной двигательной единицы, так и в целостных двигательных действиях (Jaric, 2015; Morin, Samozino, 2018). Кроме этого исследования, проведенные на большом контингенте квалифицированных спортсменов, специализирующихся в 14 видах спорта, показали, что способность к проявлению силы на низких скоростях движений очень слабо коррелирует с показателями силы, демонстрируемой на высоких скоростях (Jimenez-Reyes et al., 2018).

Поэтому выявление взаимосвязей между силой и скоростью, обеспечивающих максимальную мощность, и разработка на их основе методики её повышения представляется исключительно важной задачей. Естественно, что изучение взаимосвязей между силой и скоростью должно быть органично связано с различными видами силы, режимами мышечной активности (концентрическим, эксцентрическим, изометрическим, плиометрическим, баллистическим), факторами, определяющими результативность силового и скоростного компонентов мощности, спецификой проявления мощности в конкретном виде спорта.

Максимальная выходная мощность отмечается при средних показателях силы и скорости (рис. 16.46). Индивидуальные различия в уровне силы или скорости могут изменять отношения сила—скорость при достижении максимальной мощности. Меньшая сила спортсмена при одинаковой скорости смещает вправо кривую достижения максимальной мощности (рис. 16.47).

Из содержания предыдущих параграфов настоящей главы вытекает совокупность факторов, определяющих уровень максимальной мощности. Важнейшими из них являются:

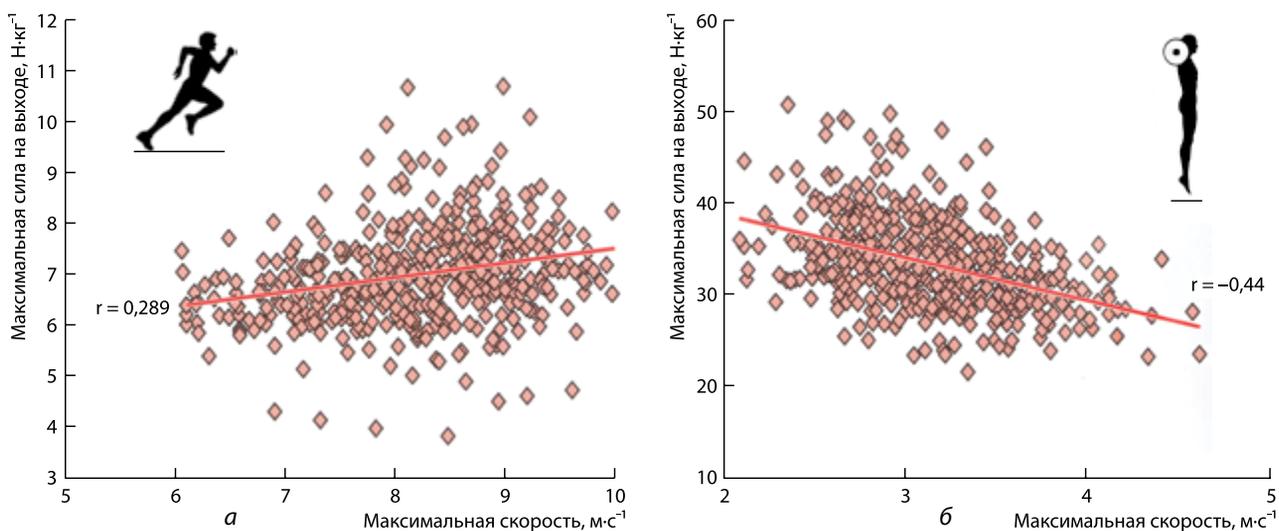


РИСУНОК 16.45 – Корреляция между силой и скоростью в движениях в горизонтальном передне-заднем направлении (а) и вертикальном направлении (б) (Morin, Samozino, 2021)

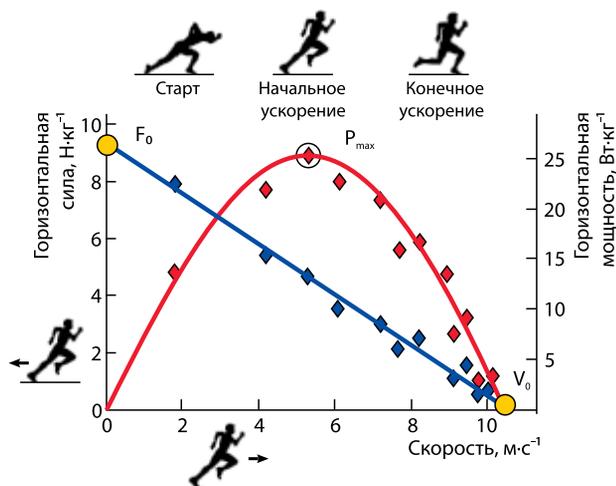


РИСУНОК 16.46 – Типичные отношения сила–скорость и мощность–скорость в спринтерском беге (Morin, Samozino, 2021)

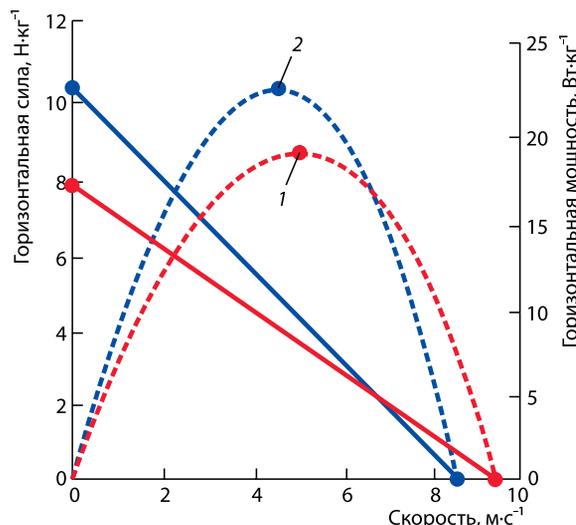


РИСУНОК 16.47 – Динамика достижения максимальной мощности футболистами с меньшим (1) и большим (2) уровнем силы при идентичной максимальной скорости бега обоих спортсменов (Morin, Samozino, 2021)

- уровень скоростной силы — взрывной и стартовой с учётом специфики вида спорта;
- вовлечение в работу максимально возможного количества двигательных единиц, особенно отличающихся высоким порогом возбуждения;
- увеличение частоты импульсации двигательных единиц как механизма увеличения силы мышечного сокращения;
- увеличение объёма миелиновой оболочки аксона нейрона как реакции, повышающей скорость передачи потенциала действия от центральной нервной системы к двигательной единице мышц;
- растяжение мышц, не допускающее минимизации процесса образования поперечных мостиков при взаимодействии актиновых и миозиновых нитей саркомеров;
- оптимизация активности мышечных веретён и сухожильных органов Гольджи в отношении силы мышечных сокращений, скорость растяжения мышечной и соединительной тканей, амплитуды движений;
- накопление и использование упругой энергии растянутых мышечной и соединительной ткани;
- соответствие структуры двигательных действий сформированной нейронной сети и двигательной памяти;
- повышение мощности и ёмкости алактатной (АТФ, КрФ) анаэробной системы энергообеспечения;
- повышение вработываемости лактатной анаэробной системы энергообеспечения.

Для развития мощности могут использоваться все методы силовой подготовки — концентрический, эксцентрический, изометрический, изокинетический, плиометрический и баллистический. Однако методика применения каждого из них должна соответствовать развитию перечисленных выше факторов, а не входить с ними в противоречие. В частности, концентрический, эксцентрический и изокинетический методы должны быть ориентированы на развитие нейрорегуляторных факторов, определяющих уровень максимальной и скоростной силы, не допускать преимущественной стимуляции мышечной гипертрофии путём применения упражнений с большим отягощением, в медленном темпе и в условиях гипоксии.

Использование изометрического метода в основном должно быть связано положениями характерными для амортизационных фаз в различных плиометрических упражнениях (Платонов, 2019). Во всех остальных случаях изометрическая тренировка, связанная с отдельными статическими положениями, способствует развитию силовых качеств вне связи со структурой двигательных действий и соответствующими нейрорегуляторными механизмами управления мышечной активностью, что ограничивает её применение (Harmon et al., 2017).

Применение плиометрического метода должно сопровождаться максимальной скоростью растяжения мышц в эксцентрической фазе, минимизацией продолжительности амортизационной (промежуточной) фазы и максимально быстрым развитием мышечного сокращения в концентрической фазе. Это приводит к увеличению количества вовлечённых в работу двигательных единиц мышц, их интенсивной импульсации, вовлечению больших объёмов БСб-волокон, максимальному использованию упругой энергии растянутых мышц и соединительной ткани.

Исследования показали, что для развития мощности следует использовать отягощения, лежащие в пределах 40–70% 1ПМ. Отягощения в этом диапазоне достаточно велики, чтобы стимулировать силовой компонент мощности, и достаточно легки — для проявления скоростного. При работе над развитием мощности следует варьировать величину отягощений: при работе с меньшими отягощениями стимулировать развитие скоростного компонента, с большими — силового, а со средними — их объединение. Использование медболов разного веса и силовых саней позволяет подобрать оптимальную величину отягощения (см. видео 2, 6). Слишком большие отягощения не приводят к максимальной мощности в силу подавления скоростного компонента и, наоборот, относительно невысокие также не позволяют проявлять максимальной мощности в связи с недостаточной силой. Важно отметить, что наиболее эффективными средствами развития мощности являются упражнения, при выполнении которых достигается её максимальный уровень (McBride, 2017).

Специфика соревновательной деятельности в разных видах спорта предопределяет величину сопротивлений. В таких видах спорта как настольный теннис, при развитии мощности высокоэффективными оказываются упражнения, выполненные с отягощениями, находящимися в диапазоне 15–30%, что позволяет добиться высокой мощности в движениях, выполняемых с максимальной скоростью (Fitts, Widrick, 1996). В фехтовании или бадминтоне развитие мощности движений рук также связано с такими же отягощениями. Однако для двигательных действий, где нагрузка приходится на нижние конечности, потребуются 40–60%-ные отягощения. Ещё большие отягощения (до 70–80% и более от 1 ПМ) потребуются при тренировке легкоатлетов-метателей и, особенно, тяжелоатлетов (Chavda, Everett, 2018). Что же касается работы с максимальными или близкими к ним отягощениями, то она практически должна быть исключена из подготовки спортсменов в силу несоответствия специфике соревновательной деятельности и повышенной травматичной. Исключение — тяжелая атлетика, но и здесь максимальные отягощения используются не для развития мощности, а как средство отработки модели соревновательной деятельности.

Учет специфики вида спорта при подборе отягощений, направленных на развитие мощности, должен сопровождаться разнообразием упражнений и использованием широкого спектра отягощений — в игровых видах — от 20–30% до 60–70% максимальных, скоростно-силовых, спортивной борьбе — от 30–40 до 80–90% (Suprak, 2019). В таком случае адаптационные реакции, связанные с мощностью, протекают более интенсивно и обеспечивают разностороннее воздействия на механизмы, её обеспечивающие (Toji, Kaneko, 2004).

Естественно, что величина отягощений, используемых в силовой подготовке и при развитии мощности, зависит от методов тренировки и режима мышечной активности. Использование концентрического

и эксцентрического методов допускает использование больших отягощений, а при применении плиометрической и баллистической тренировки отягощения не должны превышать 50–60% максимально доступных, в силу повышенной травмоопасности.

Программы тренировочных занятий с большими нагрузками, основной частью которых являются упражнения, направленные на развитие мощности, не следует применять чаще 3 раз в неделю. 2–3 еженедельных занятия такой направленности являются достаточным стимулом для развития мощности, а рационально построенные паузы между ними должны сопровождаться полноценным восстановлением, специальным режимом питания и параллельной тренировкой над развитием других качеств и сторон подготовленности атлета, в которой неизбежно будут использовать средства, косвенно влияющие на увеличение мощности или повышение способности к её реализации в соревновательной деятельности (Платонов, 2019).

Работе над развитием мощности должна предшествовать полноценная разминка, вовлекающая большую часть мышечной системы. Такая разминка является исключительно важной не только для эффективности двигательных действий и профилактики травм, но и для активизации эндокринной системы, приводящей к выделению в сыворотку крови тестостерона, соматотропина и других гормонов, стимулирующих срочные адаптационные реакции, лежащие в основе проявления мощности скоростной и максимальной силы (Kraemer, 2017). С этой же целью в начале занятия следует планировать упражнения глобального характера, вовлекающие в работу большие объёмы мышц (Dunnick et al., 2017; Chavda, Everett, 2018).

Количество повторений в каждом подходе, количество серий и продолжительность пауз между подходами и сериями зависят от квалификации спортсменов и величины отягощений. Принципиально важным является выполнение упражнений с максимальной мощностью и в отсутствии утомления. При относительно небольших отягощениях (до 40% максимально доступных) могут планироваться серии, состоящие из 3–4 подходов с 5–6 повторениями в каждом, а при отягощениях 50–60% — 2–3 серии по 2–4 повторения. Увеличение отягощений до 70–80% и более снижает количество повторений до 1–2 в каждой из 2–3 серий (Dunnick et al., 2017).

Эффективным средством силовой подготовки и развития мощности движений являются набивные мячи (см. рис 4.2). Они различаются по конструкции, весу (от 1 до 75 кг), диаметру (от 10 до 30–40 см). При использовании набивных мячей наиболее эффективны плиометрический и баллистический методы, которые являются основными для повышения скоростной силы и мощности движений, совмещенного развития силовых качеств и гибкости (Платонов, 2019). Упражнения с набивными мячами исключительно эффективны и для развития постуральных мышц, обеспечивающих стабильность пояснично-тазового комплекса и статодинамическую устойчивость тела спортсмена (Dunnick et al., 2017).

Арсенал упражнений с набивными мячами (рис. 16.48) исключительно широк. Существует множество упражнений общего, вспомогательного и специального применительно к разным видам спорта характера, которые могут найти применение у спортсменов разного возраста, уровня силовой подготовленности, спортивной специализации. Упражнения с набивными мячами могут выполняться как на твердой опоре, так и на различного рода подвижных поверхностях, что обеспечивает развитие силовых качеств одновременно с разными видами координации, особенно со статодинамической устойчивостью.

Эффективным средством силовой подготовки и развития мощности являются гири (см. рис 4.12). Промышленностью выпускаются гири различного веса — от 2 до 32 и более кг. Тренировка с гирями доступна, позволяет выполнять множество упражнений, включая широкоамплитудные с использованием плиометрического и баллистического методов. Столь же эффективна для развития мощности и тренировка с болгарскими и другими видами мешков (рис. 16.49, 16.50; см. видео 3, 4, 5).



РИСУНОК 16.48 – Примеры упражнений с набивным мячом

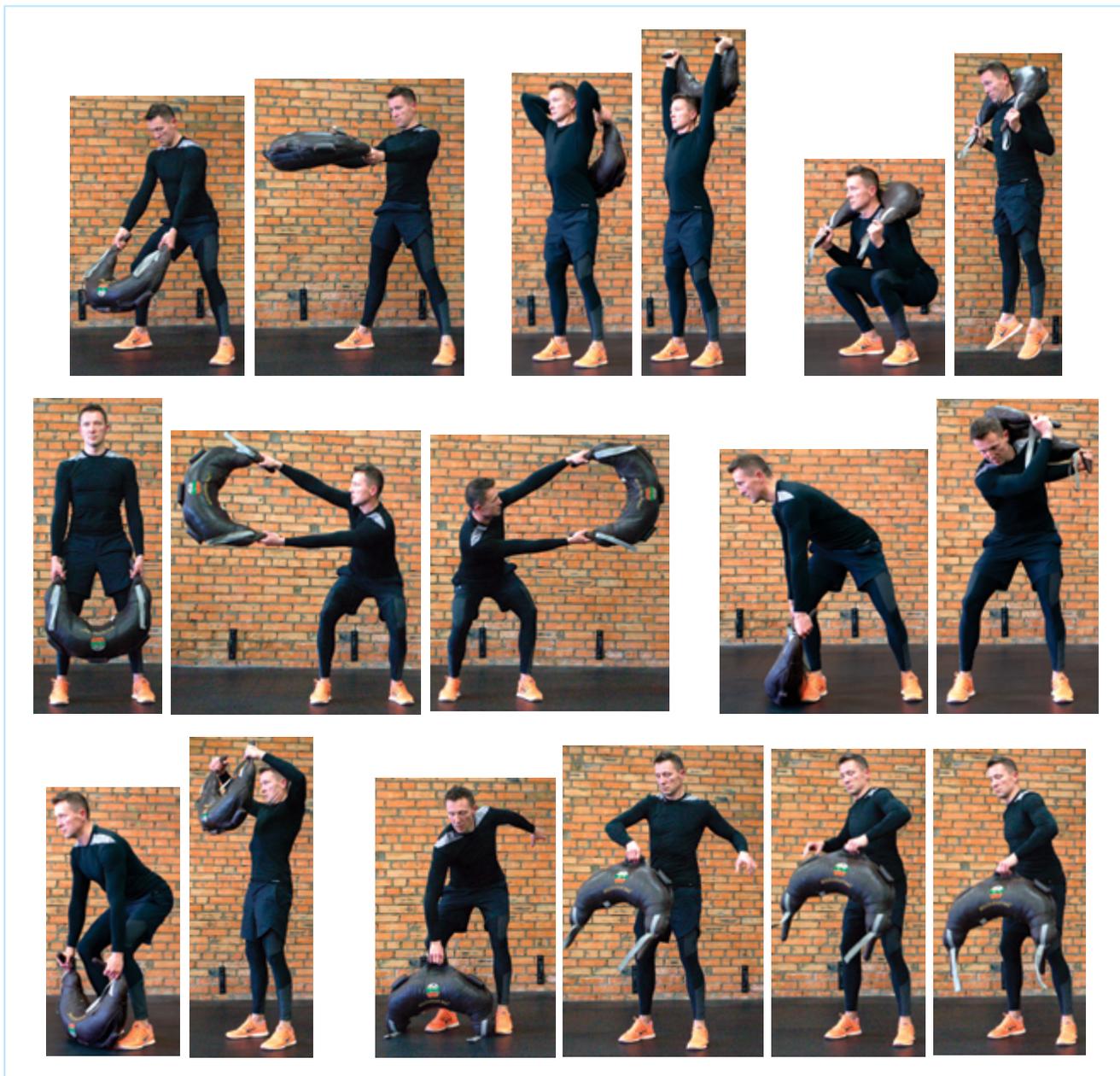


РИСУНОК 16.49 – Примеры упражнений с болгарским мешком

Тестирование силовых качеств

В спортивной практике осуществляется контроль за уровнем развития максимальной силы, скоростной силы и силовой выносливости. Силовые качества могут оцениваться при различных режимах работы мышц, в специфических и неспецифических тестах, с использованием и без использования измерительной аппаратуры. Наряду с регистрацией абсолютных показателей учитываются и относительные (с учётом массы тела спортсмена). В процессе контроля необходимо обеспечить



РИСУНОК 16.50 – Примеры упражнений с сэндебэгом

стандартизацию режима работы мышц, исходных положений, углов сгибания в суставах, психологических установок и мотивации.

Неспецифическое тестирование предусматривает определение силовых качеств в относительно простых и традиционных двигательных действиях, позволяющих оценить силу различных мышечных групп. Двигательные действия могут выполняться со свободными отягощениями (штанга, гантели) или с использованием тренажёрно-диагностических устройств. Специфическое тестирование занимает основное место в системе тестирования силовых качеств и предусматривает соответствие

тестов проявлениям силы в условиях соревновательной деятельности, характерной для разных видов спорта. В частности, избранные для тестирования движения и режим работы мышц должны быть подобны соревновательным по ряду характеристик (Siff, 2001; Stone et al., 2007; Gamble, 2013):

- положению тела;
- сложности движения;
- скорости движения;
- амплитуде движения;
- режиму работы мышц (изометрический, концентрический, эксцентрический, плиометрический, баллистический) и их взаимосвязи в двигательных действиях;
- динамике проявления силы в различных фазах движения.

Например, тесты, применяющиеся в тяжёлой атлетике, должны обеспечивать измерение силы в изометрическом, концентрическом и эксцентрическом режимах работы мышц в фазах, характерных для соревновательных упражнений.

Максимальная сила. Для регистрации максимальной силы широко используются упражнения, выполняемые в изометрическом режиме, которые позволяют избирательно оценить силовые возможности различных мышечных групп. При изометрическом тестировании важно принять положение тела, при котором углы сгибания рук или ног обеспечивают пиковые значения силы. Например, при разгибании ног в коленном суставе наивысший уровень силы демонстрируется при вертикальном положении туловища и угле колена 135–140°, при сгибании руки в локтевом суставе — при угле локтя 90–100° (Haff et al., 1997; Stone et al., 2007).

На рисунке 16.51 представлена типичная кривая развития изометрической силы при мотивации спортсмена на быстрое достижение индивидуального максимума. Как видим, максимальный уровень силы (пиковая сила) в этом случае достигается примерно через 1000 мс. При анализе этой кривой специалисты (Stone et al., 2007) рекомендуют кроме уровня максимальной силы выделять зоны, отражающие проявление двух видов скоростной силы — стартовой и взрывной. Стартовую силу рекомендуется оценивать по уровню, достигнутому через 30 мс, а взрывную — через 400–500 мс.

Следует, однако, учитывать, что статическая сила является неспецифической по отношению к деятельности в большинстве видов спорта. Отражая в значительной мере базовый потенциал данного качества, статическая сила не гарантирует высокого уровня силовых способностей в процессе выполнения специально-подготовительных и соревновательных упражнений, за исключением отдельных кратковременных фаз, в которых необходимо проявлять силу в статических положениях, или амортизационных фаз — в плиометрических упражнениях (Chu, Myer, 2013). Важно также знать, что при исследованиях в статическом режиме силовые возможности оцениваются применительно к определённой точке амплитуды движения, и эти данные не могут быть перенесены на весь его диапазон (Chu, Myer, 2013). В этом отношении значительно более информативными оказываются измерения, проводимые при динамическом режиме работы мышц. Однако здесь многое зависит от методики регистрации силы.

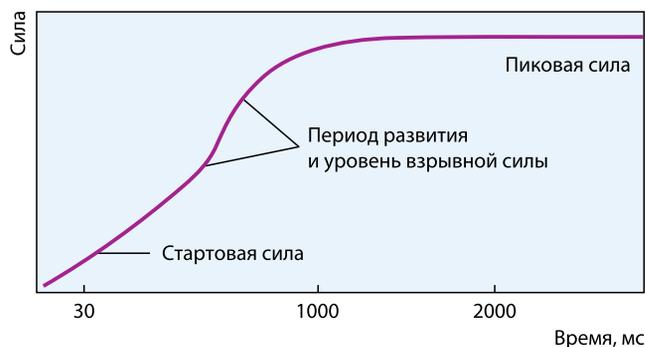


РИСУНОК 16.51 – Регистрация стартовой, взрывной и максимальной силы при тестировании в изометрическом режиме работы мышц (Stone et al., 2007)

Широко распространено тестирование силы при выполнении различных двигательных действий с максимально доступным грузом. Наиболее популярны жим штанги от груди в положении лёжа на спине на скамье, подтягивание штанги к груди в положении лёжа на груди на скамье, приседание со штангой на плечах. Тестированию должна предшествовать интенсивная разминка, несколько пробных повторений с грузами, составляющими от 50 до 80% максимально доступных. Стандартные условия, качественный инвентарь, надежная страховка являются обязательными при тестировании.

При использовании этого метода движения выполняются с невысокой скоростью и позволяют оценить уровень так называемой медленной силы, соответствующей 1 ПМ, т. е. способность спортсмена проявить максимально доступный ему уровень силы в одном повторении. Сильной стороной метода является простота и доступность, слабой — несоответствие условий проявления силы характерным для реальной спортивной деятельности, в которой в подавляющем большинстве случаев требуется проявлять силу в движениях, выполняемых со значительно более высокой скоростью и в двигательных действиях, сочетающих проявление силы в концентрическом и эксцентрическом режимах работы мышц (Newton et al., 2012).

Еще одним серьёзным недостатком тестирования силы с использованием упражнений со штангой является постоянство сопротивления, так как используется стандартное отягощение в течение всего диапазона движения, хотя сила мышц вследствие биомеханических особенностей различных его фаз значительно колеблется (Green, 1991; Gamble, 2013).

Точность оценки силовых качеств значительно повышается при работе в изокинетическом режиме. В настоящее время изокинетические тренажёры и изготовленные на их основе диагностические приборы широко применяются в современной практике. В последние годы, например, для комплексного исследования силовых возможностей спортсменов широко используют различные диагностические комплексы, технические решения которых базируются на результатах анатомо-физиологических экспериментов. Комплексы состоят из кресел с регулируемой высотой сидения

и наклона спинки, систем крепления туловища и конечностей, обеспечивающих стандартность условий при проведении исследований. Комплексы снабжены системой регулирования амплитуды и скорости движений (обычно от 0 до 500 град·с⁻¹), а также включают компьютерные программы обработки фактического материала, аналоговые и цифровые регистрирующие приборы (рис. 16.52).

Комплексы позволяют регистрировать изометрическую и динамическую силу в любой точке движения, динамику проявления силы по полной амплитуде движений с различной угловой скоростью перемещения сегментов тела, а также силовую выносливость при многократном выполнении движений с различной скоростью. Сила может быть зарегистрирована при выполнении заданных движений в разных направлениях (сгибание — разгибание, приведение — отведение).



РИСУНОК 16.52 – Диагностический комплекс фирмы «Biodex» для исследования силовых способностей спортсменов

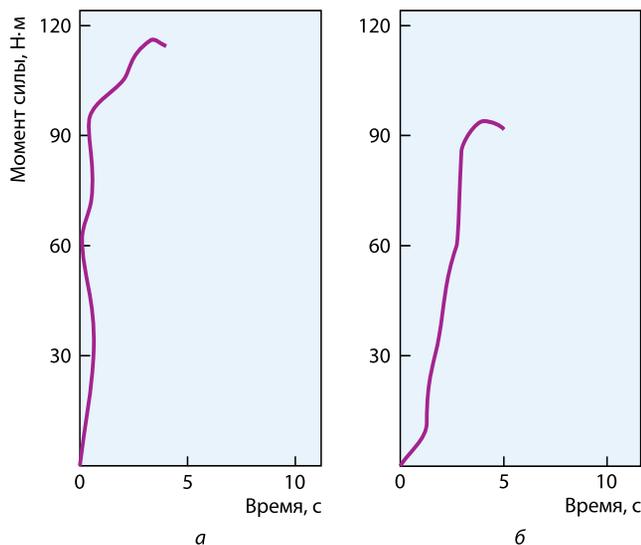


РИСУНОК 16.53 – Образец регистрации максимальной изометрической силы при напряжении разгибателей (а) и сгибателей (б) руки в плечевом суставе

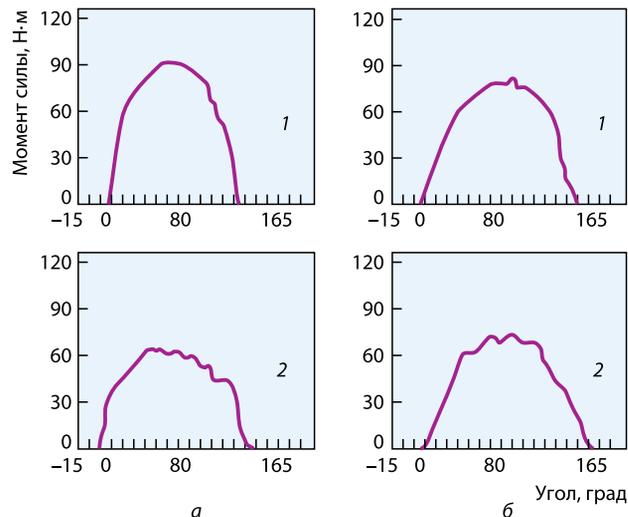


РИСУНОК 16.54 – Динамика силы у борца высокой квалификации при разгибании (а) и сгибании (б) руки в локтевом суставе с различной угловой скоростью: 1 – 60 град·с⁻¹; 2 – 180 град·с⁻¹

Принципиально важным моментом при таком тестировании является определение способности к максимально быстрому развитию силы и её проявлению в течение всей амплитуды высокоскоростного движения, что является определяющим для оценки выходной мощности работы, так как именно мощность определяет эффективность двигательных действий скоростно-силового характера (Kraemer, Newton, 2000).

При выявлении силовых возможностей спортсмена в различных частях движения обычно используется термин «кривая силы». Кривая силы представляет собой схему результирующего момента относительно оси через сустав в соответствии с изменением угла сустава. При этом выбор показателя для определения силовых возможностей спортсмена (Н) или результирующий момент — момент силы (Н·м) зависит от применяемой аппаратуры, так как оба показателя несут достоверную информацию о силовых возможностях человека (Нау, 1992; Сейл, 1998).

Образцы регистрации ряда показателей, отражающих силовой потенциал спортсмена, зарегистрированных с применением диагностических комплексов, приведены на рисунках 16.53, 16.54 («Cybex») и 16.55 («Technogym»).

Для комплексной оценки максимальной силы эффективными являются двигательные действия со свободными отягощениями, максимально приближенные по динамическим и кинематическим характеристикам к специфическим проявлениям в конкретном виде спорта. Тесты, построенные на таких действиях, как правило, включают в естественном взаимодействии проявления силы в изометрическом, эксцентрическом и концентрическом режимах, обеспечивают проявление силы в плиометрических и баллистических условиях (Newton, Dugan, 2002; Gamble, 2013).

Скоростная сила. В большинстве случаев в реальных условиях соревновательной деятельности эффективность двигательных действий в большей мере зависит от способности к быстрому проявлению силы, чем от уровня максимальной силы. Например, максимальная сила, развиваемая при приседании со штангой в медленном темпе, не связана со скоростно-силовыми проявлениями в беге на 5, 10 и 30 м. В то же время сила, развиваемая при максимально быстром приседании со штангой и последующем прыжке вверх, тесно коррелирует с ускорением в беге (Cronin, Hansen, 2005).

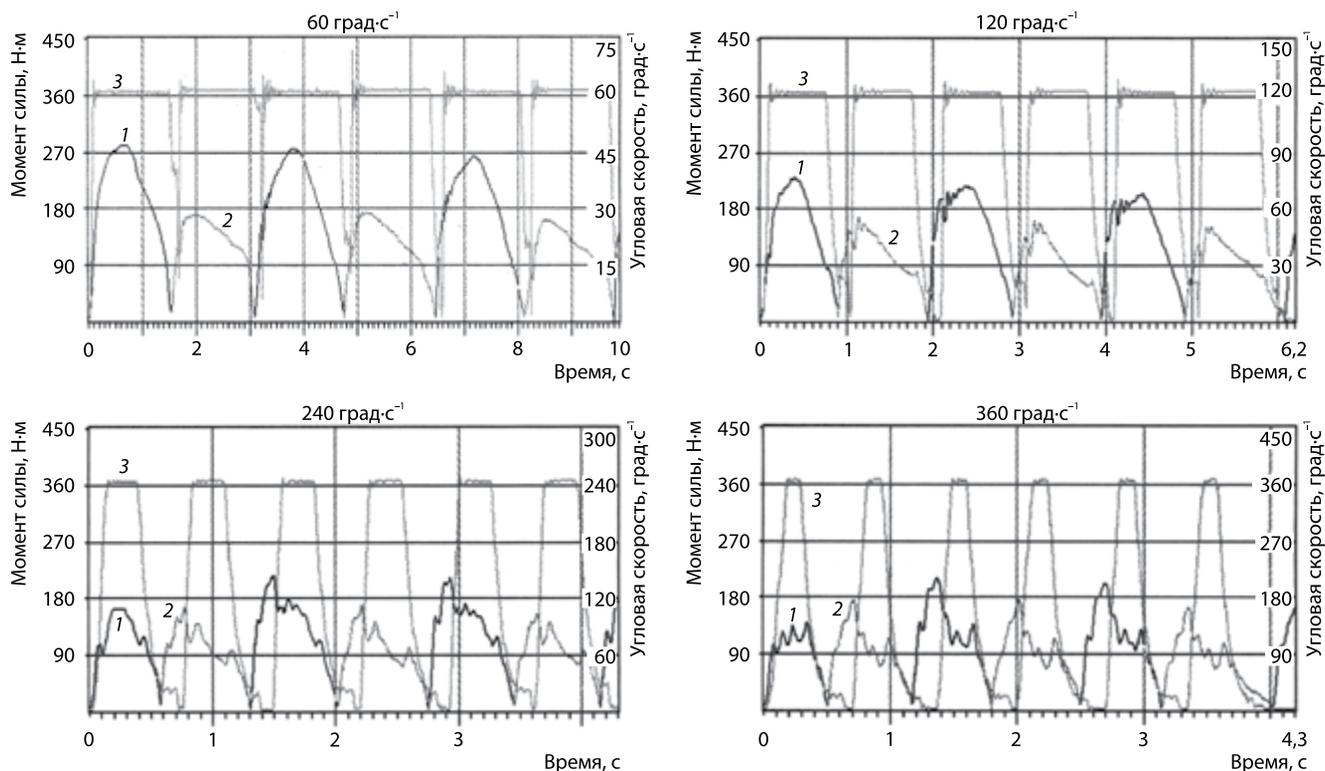


РИСУНОК 16.55 – Динамика силы борца высокой квалификации при разгибании и сгибании коленного сустава с различной угловой скоростью: 1 – разгибание; 2 – сгибание; 3 – угловая скорость

При контроле скоростной силы пользуются градиентом силы, который определяется как отношение максимально проявляемой силы ко времени её достижения или как время достижения максимального уровня мышечной силы (абсолютный градиент) или заданного уровня силы, например 50, 75 % максимального уровня (относительный градиент). Между спортсменами, специализирующимися в разных видах спорта, особенно велики различия в показателях абсолютного градиента (Коц, 1986; Хартманн, Тюннеманн, 1988). Спортсмены, выступающие в скоростно-силовых видах спорта, имеют наивысшие показатели абсолютного градиента силы. Достаточно велики эти показатели у спринтеров, специализирующихся в циклических видах спорта, фигуристов, горнолыжников, борцов. В то же время спортсмены, специализирующиеся в видах спорта, требующих проявления выносливости, отличаются невысокими показателями абсолютного градиента силы. Что касается относительного градиента силы, то здесь различия выражены в меньшей степени (Sale, 1991). В широкой спортивной практике скоростную силу чаще всего измеряют простыми косвенными методами – по времени выполнения спортсменом того или иного движения с заданным сопротивлением (обычно 50, 75 или 100 % максимального), высоте прыжка вверх с места и др.

Для оценки скоростной силы могут использоваться различные двигательные действия, связанные с преодолением значительного сопротивления при высокой скорости движений. Например, высота прыжка вверх является широко распространенным тестом для оценки скоростной силы. Во-первых, прыжок – естественный двигательный акт, близкий по динамическим и кинематическим характеристикам к двигательным действиям многих видов спорта. Во-вторых, в нем естественно сочетаются эксцентрический, изометрический, концентрический и баллистический режимы работы.

Прыжок вверх может выполняться с места или с одного—пяти шагов, с руками, расположенными на поясе, или с использованием махового движения руками. Каждый из этих моментов, определяющих технику прыжка, влияет на результаты тестирования (Lawson et al., 2006; Narazaki et al., 2009).

Высота прыжка оказывается наибольшей, если концентрическая фаза следует непосредственно за интенсивной эксцентрической (Newton et al., 2012), т. е. работа осуществляется в плиометрическом режиме.

Еще более популярными для регистрации скоростной силы являются тесты, построенные на материале прыжка в длину. Такие прыжки позволяют оценить скоростную силу нижней части тела, проявляемую в горизонтальном направлении. Для эффективности многих двигательных действий, связанных с ускорениями, максимальной скоростью, сменой направления и т. п., длина прыжков является информативным показателем скоростной силы (Brughelli et al., 2008; Meylan et al., 2009). Информативность и надёжность этих тестов во многом зависят от техники прыжков (с места, разбега, тройной прыжок и др.). Например, многократные прыжки свидетельствуют не только о скоростной силе, но и о координации, связанной с сохранением равновесия (Hamilton et al., 2008). Поэтому при тестировании с использованием прыжков вверх и прыжков в длину необходимо остановиться на конкретном варианте техники, отвечающем уровню подготовленности спортсмена и специфике вида спорта, обеспечить её доведение до уровня хорошо освоенного навыка (Pyne et al., 2013).

При выполнении вертикальных прыжков скоростная сила может оцениваться и по времени полета. Для этого необходима диагностическая платформа, которая позволит зафиксировать время между отрывом ног и приземлением. Использование платформ позволяет разнообразить тестирование — оценивать скоростную силу при многократных прыжках, диагностировать эффективность амортизационной фазы при использовании плиометрического режима (Kollias et al., 2004; Ford et al., 2005).

Вертикальные и горизонтальные прыжки могут также использоваться для оценки скоростной силы доминирующих и недоминирующих конечностей, что важно для определения способности к сохранению равновесия и соответствующих корректирующих воздействий (Newton et al., 2006; Gamble, 2013).

На рисунке 16.56 представлена типичная кривая проявления взрывной силы, характерная для движений плиометрического характера. Проявление силы в концентрической фазе обеспечивается суммацией эффекта, обусловленного поперечным сечением сокращающейся мышечной ткани, эффективностью нервной иннервации мышц, накоплением упругой энергии мышечной и соединительной ткани.

В процессе тестирования скоростной силы часто необходимо дифференцированно оценить уровень развития стартовой и взрывной силы как форм проявления скоростной силы. В скоростно-силовых тестах стартовую силу целесообразно оценивать по динамике развития силы в начале двигательного действия с установкой на максимальное развитие силы в кратчайшее время — в диапазоне первых 50—100 мс, а взрывной силы — 300—500 мс (Stone et al., 2007).

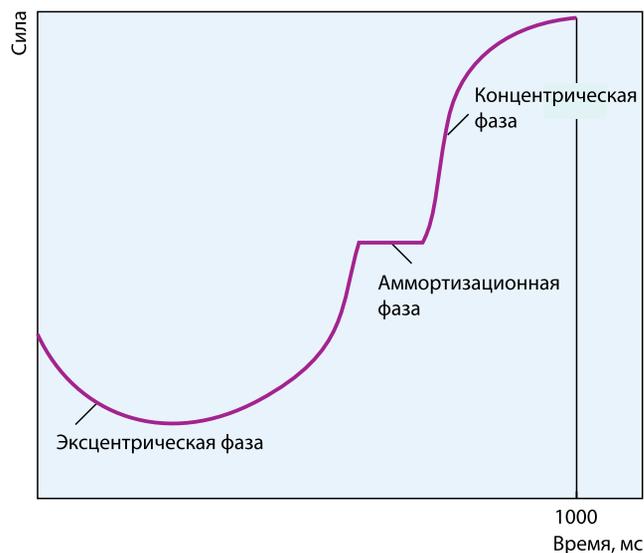


РИСУНОК 16.56 – Проявление силы в движениях плиометрического характера

Проявления скоростной силы в комплексе со скоростными и техническими возможностями оцениваются и по эффективности кратковременных специальных упражнений — удар в боксе, бросок манекена в борьбе, преодоление 5-метрового отрезка после старта — в беге или гребле и т. п.

При выполнении скоростно-силовых упражнений наряду с определением уровня развития скоростной силы важно тестировать мощность работы. В циклических видах спорта широко распространено тестирование мощности работы с использованием различных эргометров, обеспечивающих выполнение работы в условиях, специфических для каждого вида спорта. Например, Австралийским институтом спорта (Osborne et al., 2013) разработана стройная система тестирования выходной и пиковой мощности гребцов, велосипедистов, пловцов и спортсменов, специализирующихся в других циклических видах спорта. Современные эргометры, выпускаемые разными фирмами, позволяют оценивать мощность по интенсивности работы (Вт) или же количеству выполненной работы (Дж), разделенной на время (с). Предложен список обязательного оборудования, испытательные протоколы, процедура тестирования, способы анализа данных. Показаны недопустимость тестирования на эргометрах, не отвечающих специфике вида спорта (например, тестирование пловцов или велосипедистов на беговом эргометре), необходимость регулярного тестирования на одном и том же типе эргометра.

Силовая выносливость. Для оценки силовой выносливости используются неспецифические и специфические тесты. Во всех тестах предусматривается выполнение работы силового характера до отказа. Упражнения могут предусматривать работу в концентрическом и эксцентрическом режимах, изометрическом и изокинетическом режимах.

В качестве широко распространенных тестов для оценки силовой выносливости в простейших двигательных действиях концентрического и эксцентрического характера используется жим штанги в положении лежа, отжимания от пола, приседания, подтягивания, жим ногами, поднятие ног и туловища в положении лёжа (Baumgartner et al., 2002; Kraemer et al., 2002; Moir, 2012). Для оценки силовой выносливости при работе мышц в изометрическом режиме используется продолжительность виса на перекладине с руками, согнутыми до 80–90 град (Hoffman, 2006).

Существуют различные подходы к выбору величины отягощений. Одни специалисты полагают, что в зависимости от характера упражнений величина отягощений должна позволять выполнить не менее чем 10–25 повторений (Kraemer et al., 2002). Другие рекомендуют использовать отягощения, составляющие от 40 до 80% доступного в одном повторении (Mazzetti et al., 2000; Vescovi et al., 2007; Rana et al., 2008). Третьи считают, что величину отягощений следует увязывать с массой тела спортсмена, полагая, что между максимальной силой и массой тела существует линейная зависимость (Baumgartner et al., 2002), хотя это далеко не так в связи с различиями в соотношении тощей и жировой тканей (Halet et al., 2009).

Точность тестирования существенно возрастает в случае использования специальных диагностических комплексов, позволяющих задавать основные динамические и пространственно-временные характеристики движений. Результаты такого тестирования представлены на рисунке 16.57, на котором отображена динамика силы при выполнении программы теста «4 x 30 с с максимальной интенсивностью, угловой скоростью 60 град·с⁻¹ и паузами между упражнениями 60 с». Как свидетельствуют приведенные данные, силовые возможности планомерно снижались от упражнения к упражнению и в конце теста составляли немногим более 50% уровня, зарегистрированного в начале работы.

Силовая выносливость, зарегистрированная в неспецифических тестах, конечно, несёт определённую информацию о базовом уровне силовой подготовленности, однако не имеет достаточной

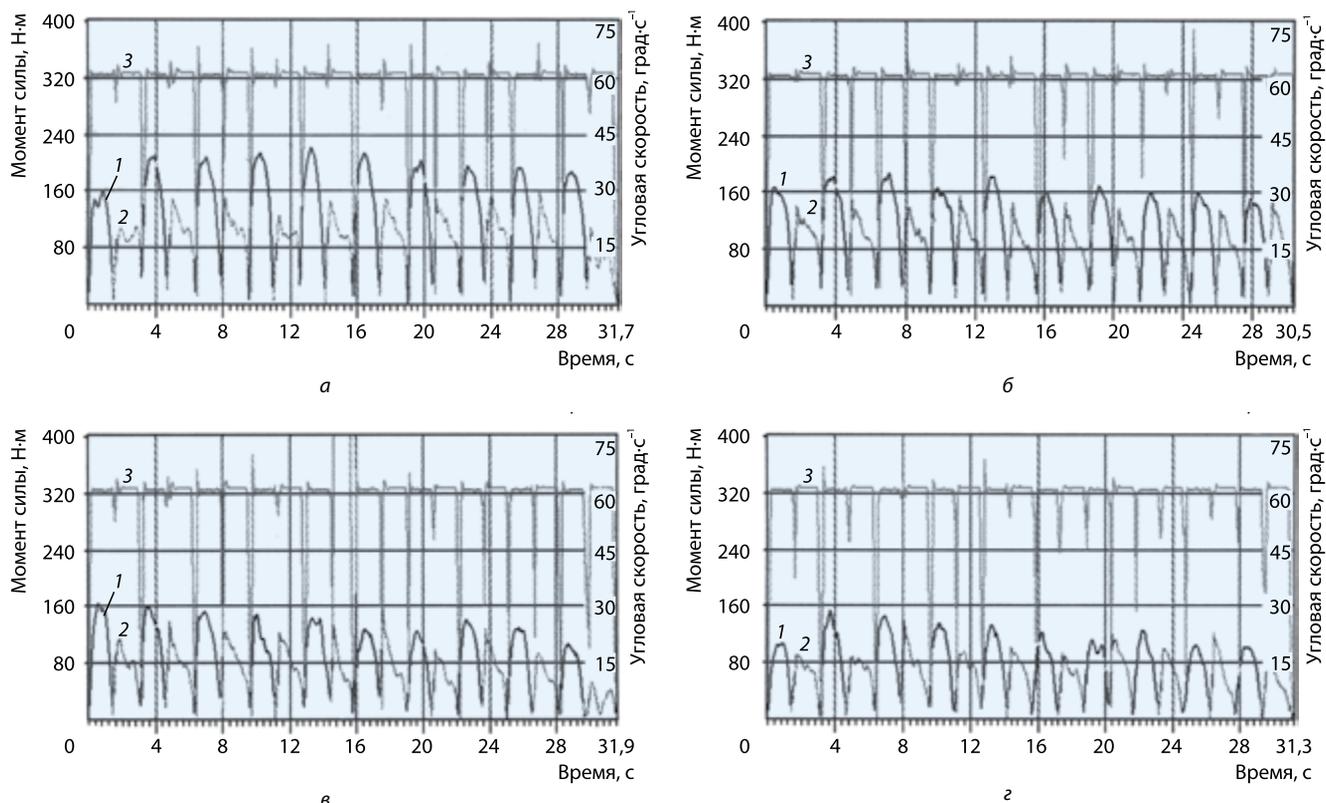


РИСУНОК 16.57 – Динамика силовой выносливости разгибателей и сгибателей коленного сустава у борцов высокой квалификации в тесте «4 × 30 с с максимальной интенсивностью»: 1 – разгибание, 2 – сгибание, 3 – угловая скорость; а–г – 30-секундные упражнения

корреляционной связи не только с уровнем специальной выносливости спортсменов, но и с силовой выносливостью, оцененной с использованием специальных тестов (Sherman, Barfield, 2006).

Силовую выносливость целесообразно оценивать при выполнении движений имитационного характера, близких по форме и особенностям функционирования нервно-мышечного аппарата к соревновательным упражнениям, однако с повышенной долей силового компонента. Для велосипедистов – это работа на велоэргометре с различной величиной дополнительного сопротивления вращению педалей; для бегунов – бег с дополнительным сопротивлением в лабораторных условиях или на стадионе, бег по стандартной трассе в гору; для борцов – броски манекена в заданном режиме; для боксеров – работа на мешке и др.

Повышению качества контроля силовой выносливости способствует использование специфических для каждого вида спорта силовых тренажёрно-диагностических комплексов, позволяющих контролировать силовые качества с учётом особенностей их проявления в специальной тренировочной и соревновательной деятельности. Для диагностики силовой выносливости пловцов, гребцов-байдарочников и гребцов-академистов следует использовать современные эргометры, позволяющие программировать основные динамические и пространственно-временные характеристики движений (рис. 16.58).

Специфика вида спорта предполагает выбор величины отягощений при оценке силовой выносливости. В видах спорта, требующих высокого уровня проявления силы в течение относительно



РИСУНОК 16.58 – Тредбаны и эргометры, применяемые для моделирования нагрузок, характерных для разных видов спорта: 1 – тредбан для моделирования нагрузок в беге, лыжном и конькобежном спорте; 2 – велоэргометр; 3 – эргометр для исследований в гребле академической; 4 – эргометр для моделирования нагрузок в плавании

непродолжительного времени (например, вольная и греко-римская борьба), величина отягощений может позволять выполнение 10–15 повторений (Sierer et al., 2008). В видах, в которых возникает необходимость проявления силы в течение длительного времени (например, плавание, гребля), величина отягощений подбирается таким образом, чтобы спортсмен мог выполнить от 30–40 до 100–200 повторений (Платонов, 2004).

Оценка силовой выносливости производится различными способами:

- по продолжительности заданной стандартной работы;
- по суммарному объёму работы, произведенной при выполнении программы теста;
- по показателю отношения импульса силы в конце работы, предусмотренной соответствующим тестом, к его максимальному уровню.

СКОРОСТНЫЕ СПОСОБНОСТИ И МЕТОДИКА ИХ РАЗВИТИЯ

Под скоростными способностями спортсмена следует понимать комплекс функциональных свойств, обеспечивающих выполнение двигательных действий в минимальное время. Скоростные способности связаны с такими понятиями, как «скорость» и «быстрота». Среди ряда их определений применительно к предмету рассмотрения наиболее приемлемыми представляются следующие. Скорость — отношение пройденного телом пути к соответствующему промежутку времени; степень быстроты движения или действия; быстрота — большая скорость, стремительность, реактивность, позволяющие с высокой скоростью или минимальным временем как целостные двигательные действия, так и их основные элементы — время реакции, время одиночного движения, ускорения, быстрота замедления и остановки, быстрота изменения направления движения и др.

Виды скоростных способностей

Существует большое количество видов скоростных способностей. Одни из них связаны с быстротой реагирования, другие — со скоростью передвижения или быстротой выполнения различных двигательных действий. Простые виды скоростных способностей во многом зависят от природных задатков спортсмена. По мере увеличения сложности двигательных действий расширяется количество факторов, определяющих скоростные возможности. Наряду с природными задатками их проявление зависит от различных видов силовых качеств и координационных способностей, технического мастерства спортсменов, потенциала алактатной анаэробной системы энергообеспечения, совершенства нейрорегуляторных возможностей управления мышечной активностью и др. В зависимости от сложности скоростные способности разделяются на элементарные и комплексные.

Элементарные виды. Эти виды скоростных способностей проявляются в латентном времени простых двигательных реакций, скорости выполнения простых движений при незначительном внешнем сопротивлении, частоте движений. Необходимо учитывать, что скоростные способности во всех элементарных формах их проявления в основном зависят от двух факторов: оперативности включения нейромоторного механизма и способности к быстрейшей мобилизации состава двигательного

действия. Первый фактор во многом обусловлен генетически и совершенствуется в относительно незначительной степени. Так, время простой реакции у лиц, не занимающихся спортом, обычно колеблется в пределах 0,2–0,3 с, у квалифицированных спортсменов — 0,1–0,2 с. Таким образом, в процессе тренировки время реакции обычно не может быть увеличено более чем на 0,1 с. Второй фактор поддается тренировке и представляет основной резерв в развитии элементарных форм быстроты. Поэтому быстрота конкретного двигательного действия обеспечивается главным образом за счёт приспособления моторного аппарата к заданным условиям решения двигательной задачи и овладения рациональной мышечной координацией.

Комплексные виды. Эти виды скоростных способностей проявляются в сложных реакциях, скорости и быстроте выполнения сложных двигательных действий, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности в разных видах спорта.

Сложные реакции. В тренировочной и соревновательной деятельности спортсмен постоянно сталкивается с необходимостью реагировать на зрительные, тактильные, проприоцептивные или смешанные раздражения. В ответ на раздражения возможны собственно реакции, т. е. ответное реагирование на конкретный сигнал, и реакции предвосхищения (антиципации), когда спортсмен реагирует не на появление того или иного раздражителя, а предугадывает по временным, пространственным, пространственно-временным, динамическим характеристикам появление сигнала для ответных действий. Реакции предвосхищения как одна из форм вероятностного прогнозирования имеют исключительно важное, во многих случаях решающее значение для результативности сложных скоростных действий при взаимодействиях спортсменов. Реакции предвосхищения позволяют осуществлять ответные действия исключительно быстро — от 0 до 200 мс, в то время как активное восприятие информации головным мозгом, её переработка и реализация ответных действий в зависимости от объёма информации и сложности задачи может занимать до 600 мс и более.

Кроме сложных реакций в числе комплексных видов скоростных способностей принято выделять:

- **быстроту кратковременных однократных двигательных действий** — рывок штанги, броски мяча в гандболе, водном поло или баскетболе, подача мяча в теннисе, броски в борьбе, старт в плавании или спринтерском беге и т. п.;
- **наращивание скорости движения (ускорение)** — действие, важное для эффективной соревновательной деятельности в беге на короткие и средние дистанции, велосипедном спорте, конькобежном спорте, футболе, гандболе, гребле, бобслее, санном спорте и т. п.;
- **дистанционную скорость** — в значительной степени обеспечивает результативность соревновательной деятельности в беге, плавании, гребле, велосипедном спорте, лыжных гонках, конькобежном спорте, санном спорте, бобслее, скелетоне (Верхошанский, 1988; Матвеев, 1999; Plisk, 2008; Hoffman, 2012).

Однако выделение лишь этих видов комплексных скоростных способностей недопустимо сужает круг проявления скоростных качеств, ограничивает систему знаний в этой области и отрицательно сказывается на качестве тренировочного процесса спортсменов. Специалисты (Gamble, 2013; Nimphius, 2014; Платонов, 2019) справедливо отмечают, что применительно к требованиям разных видов спорта и видов соревнований (спортивные игры, единоборства, легкоатлетические прыжки и метания и др.) необходимо выделять ещё два. Одним из них является способность к быстрому замедлению движения и остановке. Другим — способность к резкому переходу от одних двигательных действий к другим или быстрому изменению направления движения.

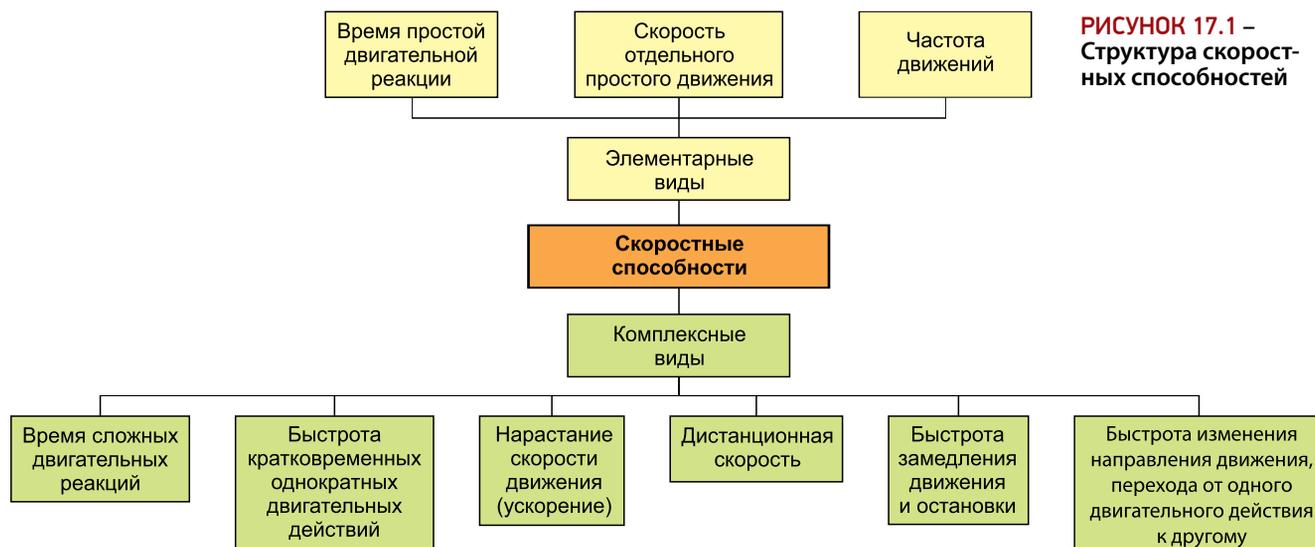
Во всех видах спортивных игр способность **к замедлению движения и быстрой остановке**, продиктованная развитием игровой ситуации, является не менее важной, чем быстрота кратковременных однократных двигательных действий (бросок, удар, передача) или стартовых ускорений. Однако если проанализировать содержание тренировочного процесса в современном футболе, баскетболе, хоккее или теннисе, то нетрудно убедиться в том, что совершенствованию способности к замедлению движения, быстрой остановке уделяется крайне незначительное внимание, несопоставимое с тем, которое связано с другими видами скоростных качеств. Доказано (Gamble, 2013), что эта способность требует специализированных средств и методов и не совершенствуется при развитии других видов скоростных качеств.

Скорость смены направления движений или перехода от одного двигательного действия к другому находится в числе важнейших факторов, определяющих эффективность соревновательной деятельности в подавляющем большинстве видов спорта.

В любом виде спорта имеют место двигательные действия, требующие замедления движений, остановки, ускорения движения в другом направлении. В одних видах (например, в спортивных играх, единоборствах) таких действий множество и большая часть из них связана с вариативными, часто неожиданными ситуациями. В других видах эти действия предсказуемы, входят в отработанную модель соревновательной деятельности, но от этого не становятся менее значимыми для достижения заданного результата. Например, в плавании эффективный переход от циклической работы к повороту, исключительно сложному в координационном отношении элементу, или от преодоления подводного отрезка дистанции после старта или поворота к циклической работе, не в меньшей мере определяет спортивный результат, чем дистанционная скорость. В бобслее исключительно большое влияние на конечный результат оказывает эффективность перехода от стартового разгона к прохождению трассы.

Быстрота перехода от одних двигательных действий к другим, принципиально отличающимся по своему характеру, исключительно важна для достижения высоких результатов во всех видах легкоатлетических прыжков и метаний, спортивной и художественной гимнастике, фигурном катании, биатлоне и подавляющем большинстве других видов спорта. Поэтому совершенствование способности к быстрому переходу от одного двигательного действия к другому должно находить самостоятельное место в процессе скоростной подготовки в силу относительной независимости от других видов скоростных качеств. К сожалению, изучению этого вида скоростных способностей, разработке методики его совершенствования внимание стало уделяться лишь в последние годы.

Таким образом, в структуре скоростных способностей выделяются три вида элементарных и шесть видов комплексных проявлений (рис. 17.1). В зависимости от специфики вида спорта и вида соревнований разные виды скоростных способностей проявляются в сложных сочетаниях и играют разную роль для достижения высоких спортивных результатов. Например, в беге на 100 и 200 м велико значение простой двигательной реакции, быстроты однократного двигательного действия на старте, способности к ускорению, дистанционной скорости. В шоссейных велогонках исключительно велика роль дистанционной скорости, способности к ускорению и замедлению движения, быстроты перехода от одного действия к другому. В бобслее решающая роль отводится способности к ускорению и дистанционной скорости. В футболе, хоккее на льду значимыми оказываются практически все виды скоростных способностей. Быстрота кратковременных однократных двигательных действий, способность к ускорению и замедлению движения, быстрота перехода от одного двигательного действия к другому, время сложных двигательных реакций находятся в числе важнейших факторов, определяющих мастерство спортсмена в теннисе, настольном теннисе, бадминтоне.



Естественно, что требования к разным видам скоростных способностей, диктуемые спецификой того или иного вида спорта, определяют набор средств и методов скоростной подготовки спортсменов.

Факторы, определяющие уровень скоростных способностей

В основе различных видов скоростных способностей лежат как общие, базовые составляющие, так и многие специфические факторы, преимущественно связанные с конкретными проявлениями скоростных качеств и обуславливающие их относительную независимость.

В числе общих составляющих — психические особенности личности спортсменов, строение тела, структура мышечной ткани и количество в ней БС-волокон, нейрорегуляторные и психоэмоциональные возможности, тип внимания и др.

Специфические факторы проявляются в эффективности управления конкретными двигательными действиями, синхронизации деятельности мышц агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов, реакциях предвосхищения, органической взаимосвязи скоростных, координационных и силовых качеств, объёме моторной памяти, разнообразии и эффективности двигательных умений и навыков, стабильности и динамичности пояснично-тазового комплекса, мощности и ёмкости алактатной системы энергообеспечения и др.

Эффективность любого из видов скоростных качеств зависит от способности спортсмена к оперативному объединению множества разного рода компонентов в функциональную систему, строго ориентированную на достижение конечного результата — проявление того или иного вида скоростных качеств в конкретных условиях, обусловленных спецификой тренировочной или соревновательной деятельности. Это и определяет специфичность и относительную независимость разных видов скоростных способностей.

Скоростные проявления в сложных комплексных движениях, обусловленных совокупностью биомеханических, нервно-мышечных и энергетических составляющих, слабо коррелируют с элементарными видами скоростных способностей, построенных на простых движениях с невысоким

сопротивлением (Stein, 1998; Siff, 2003). Незначительна связь и между максимальной силой, проявляемой в движениях с невысокой скоростью и в основном зависящей от площади поперечного сечения мышц, и скоростной силой, зависящей прежде всего от нервно-мышечной активации, способности к быстрейшему вовлечению в работу БС-волокон (Komi, 2003; Zatsiorsky, Kraemer, 2006). Отсутствует связь между реактивной способностью, зависящей от импульса силы и хорошо подверженной тренировке, и временем простой реакции, которое несущественно уменьшается под влиянием тренировки (Stone et al., 2008). Например, время простой реакции бегуна-спринтера высокого класса составляет 0,12–0,18 с, но оно практически не связано с эффективностью стартового разгона и дистанционной скоростью (Ozolin, 1986; Dick, 2007; Stone et al., 2008).

Различные комплексные виды скоростных способностей имеют исключительно много общего в отношении особенностей нервной регуляции мышечной деятельности, активизации разных типов мышечных волокон, энергетического обеспечения. Однако при всей общности базовых предпосылок они слабо связаны между собой, когда речь идет о их проявлениях в соревновательной деятельности. Например, способность к достижению максимальной скорости в кратчайшее время (ускорение) практически не связана со способностью к быстрому замедлению движения и остановке или быстрому переходу от одного двигательного действия к другому; исключительно высокая быстрота кратковременных однократных двигательных действий может сопровождаться относительно невысокой дистанционной скоростью и т. п. Особая сложность в проявлении скоростных способностей характерна для спортивных игр в связи с динамичностью, изменчивостью, а во многих случаях непредсказуемостью возникающих ситуаций, требующих быстрого реагирования и адекватных действий. Например, в течение футбольного матча игроки преодолевают дистанцию около 10 км с многократными скоростными и скоростно-силовыми действиями, массой ускорений, замедлений, остановок, смен направления движений, манипуляций с мячом и т. п. Все эти скоростные и скоростно-силовые проявления требуют непрерывного изменения положения тела (наклонов, поворотов, вращений и др.), технико-тактических решений. И каждое из множества этих составляющих может существенно повлиять на эффективность двигательных действий.

Многообразие локальных качеств и навыков, обуславливающих уровень развития комплексных скоростных способностей, подверженность многих из них совершенствованию в результате специально организованной тренировки, определяют возможности существенного прогресса в отношении самых разнообразных комплексных форм проявления скоростных качеств (Hauptmann, 1994; Stone et al., 2008; Jeffreys, 2004). Естественно, что потенциал нервно-мышечной системы и систем энергообеспечения является лишь основой для совершенствования каждого из видов комплексных скоростных способностей с использованием средств и методов избирательного воздействия.

Одной из основных предпосылок комплексных проявлений скоростных способностей является подвижность нервных процессов (выражающаяся в совершенстве протекания процессов возбуждения и торможения в разных отделах нервной системы) и уровень нервно-мышечной координации (Narici et al., 1989; Triplett, 2012). На уровень скоростных способностей влияют и особенности мышечной ткани — её эластичность, растяжимость (Huijing, 1992; Jeffreys, 2004), уровень межмышечной и внутримышечной координации (Hansen, 2014; Sheppard, 2014). Проявление скоростных способностей спортсменов тесно связано также с уровнем развития силы, гибкости и координационных способностей (Caiozzo et al., 1981; DeWeese, Nimphius, 2016), с совершенством спортивной техники (Платонов, 2004; Suprak, 2019), возможностями биохимических механизмов к быстрейшей мобилизации и ресинтезу алактатных анаэробных поставщиков энергии (De Vries, Houch, 1994; Kenney et al., 2021), уровнем психических качеств (Triplett, 2012). Особое место среди

всех этих факторов занимает процент БСа- и БСб-волокон в мышечной ткани, несущей основную нагрузку в конкретном виде соревнований (Noth, 1992; Plisk, 2008), т. е. тех волокон, которые обнаруживают тесную связь с уровнем скоростных способностей: между скоростью бега на спринтерских дистанциях и количеством быстрых волокон существует тесная корреляционная связь; увеличение длины дистанции связано со снижением этой связи (Wilmore et al., 2009; Платонов, 2019). Скоростные проявления в спортивных играх и единоборствах часто связаны с предвосхищением событий, упреждающей реакцией на прогнозируемые действия соперников, перемещение мяча и т. п. с последующей коррекцией движений с учётом реальных ситуаций (Holmberg, 2009; Gillet et al., 2010).

Скоростные качества в большинстве видов спорта тесно связаны с силовыми. При этом быстрота различных двигательных действий требует всего спектра видов мышечной активности — концентрической, эксцентрической, изометрической, плиометрической, баллистической. Сила, проявляемая в концентрическом режиме, предопределяет скоростные возможности во всех элементах двигательных действий преодолевающего характера, требующих ускорения массы тела при движении в различных направлениях. Сила, проявляемая в эксцентрическом режиме, предопределяет скорость замедления и перемещения масс тела при быстрой остановке и изменении направления движения тела. Быстрое замедление движения тела при хорошей статодинамической устойчивости укорачивает время перехода к движению в другом направлении, обеспечивает сохранение равновесия (Chaabene et al., 2018) и снижает вероятность травм (Suprak, 2019). Способность к проявлению силы в изометрическом режиме влияет на быстроту перехода от уступающей работы к преодолевающей, т. е. сокращает продолжительность амортизационной фазы и увеличивает скорость сокращения мышц в последующей концентрической фазе, обеспечивая тем развитие силы и быстроту достижения необходимой мощности работы. Плиометрический режим характерен для движений, в которых имеет место быстрый переход от эксцентрической к концентрической работе мышц. Именно такие движения характерны для наиболее эффективных приёмов и двигательных действий в большинстве видов спорта и видов соревнований, начиная от легкоатлетических прыжков и наиболее эффективных бросков в борьбе и заканчивая перемещениями, бросками и ударами в различных спортивных играх. Быстрота растяжения мышц, минимизация продолжительности переходной (амортизационной) фазы и максимальная активация двигательных единиц мышц в концентрической фазе предопределяют скоростные качества спортсменов (Davies et al., 2015). Дополнительным стимулом для увеличения мощности и быстроты является использование сохраненной упругой энергии растянутых мышц и сухожилий (Harry et al., 2018). Баллистический режим работы мышц характерен для движений с большой амплитудой, скоростью и силой значительно превышающей сопротивление движению.

Все эти предпосылки во многом предопределяют быстроту достижения максимально высоких силовых показателей, что является исключительно важным для проявления всех видов комплексных скоростных способностей. Проявление максимального уровня силы у нетренированных отмечается не ранее чем через 0,6–0,8 с (Edman, 2003; Siff, 2003; Zatsiorsky, Kraemer, 2006). Под влиянием специальной тренировки этот период может существенно сокращаться (рис. 17.2), что является чрезвычайно важным, так как для большинства скоростных двигательных действий в разных видах спорта требуется проявление максимально доступного уровня силы в кратчайшее время. Таким образом, уровень взрывной силы, проявляющейся в импульсе силы во время скоростного действия, оказывает большое влияние на разные виды скоростных способностей.

Однако и здесь есть серьёзные ограничения, так как эффективные двигательные действия во многих видах спорта, характерных множеством неожиданных ситуаций, требующих быстрого ре-

агирования (единоборства, спортивные игры, сложнокоординационные виды), должны выполняться в диапазоне от 0 до 200 мс, т. е. в течение времени, недостаточного для проявления максимальной силы (Aagaard et al., 2002). Поэтому темп развития силы часто оказывается более важным, чем её максимальный уровень (Angelozzi et al., 2012; DeWeese, Nimphius, 2016).

При выполнении скоростных двигательных действий должны учитываться связи центра масс тела с его устойчивостью и подвижностью. У прямоходящего человека центр массы тела расположен на уровне верхней части крестца и несколько смещен к передней части тела. Перемещение центра масс тела в различных двигательных действиях является действенным способом повышения их эффективности. Пока центр масс находится в пределах площади опоры, тело сохраняет устойчивость. Выведение центра масс из площади опоры приводит к нарушению равновесия. Искусственное и интенсивное нарушение равновесия путём изменения направления перемещения центра масс является эффективным средством повышения эффективности двигательных действий, связанных с замедлением или ускорением, остановкой, перемещениями в разные стороны.

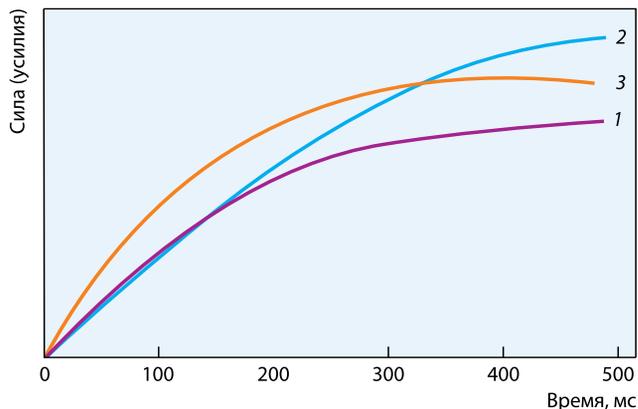


РИСУНОК 17.2 – Динамика развития силы у лиц разной тренированности: 1 – нетренированные, 2 – тренировка с большим сопротивлением, 3 – взрывная баллистическая тренировка (Plisk, 2008)

Проявление скоростных качеств в разных видах спорта

Специфика вида спорта оказывает принципиальное влияние на факторы, определяющие уровень скоростных способностей. В видах спорта, соревновательная деятельность в которых предполагает строгую структуру, предсказуемость двигательных действий и устойчивость двигательных навыков (легкая атлетика, плавание, гребля, тяжёлая атлетика и др.), скоростные способности в основном обуславливаются техническим и физическим потенциалом спортсмена, способностью психики к его реализации в относительно стандартных условиях, соответствующих достаточно жесткой индивидуальной модели соревновательной деятельности.

Например, в легкоатлетическом спринте результативность определяется быстротой первого шага, быстротой ускорения и линейной скоростью, которая обеспечивается сочетанием длины и частоты шагов. Повышение линейной скорости может обеспечиваться увеличением длины шага при сохранении частоты, увеличения частоты при стабильной длине или увеличением обоих компонентов (Suprak, 2019).

Совсем иная ситуация имеет место в видах спорта с вариативным характером двигательной деятельности, её постоянной изменчивостью в зависимости от конкретной ситуации, обусловленной действием внешних факторов. Здесь наряду с физическими возможностями огромная роль отводится когнитивным и нейрорегуляторным составляющим, обеспечивающим проявление скоростных способностей в условиях постоянно изменяющихся ситуаций, обусловленных действиями соперников и партнёров, состоянием мест соревнований, погодными условиями и др. Например, в спортивных играх резкий старт и ускорение могут прерываться необходимостью быстрого замедления движения, остановки, старта и ускорения в другом направлении. Характер переме-

щений и скоростных проявлений во многом зависит от действий соперников и партнёров, перемещений мяча или шайбы и т. д. В игровых видах способность к замедлению движения и остановке, быстрому перемещению в других направлениях оказывается не менее важной чем быстрота реагирования, эффективность старта и ускорения, уровень дистанционной скорости.

В качестве примера ниже представлен комплекс упражнений для совершенствования смены направления движения.



ВИДЕО 32 Комплекс упражнений для развития скорости и координации (смена направления движения)

Быстрота первого шага и после смены направления движения является важнейшим компонентом эффективной соревновательной деятельности в спортивных играх и единоборствах. Например, в теннисе деятельность спортсмена представляет собой сплошную череду перемещений в разных направлениях на расстояния до 4–5 м. И именно способность к быстрому изменению направления и быстроты первого шага являются определяющими в двигательной результативности (Weber et al., 2007). Столь же высокие требования к этим компонентам предъявляются в спортивных единоборствах, настольном теннисе, бадминтоне.

Несколько иная ситуация в футболе. Здесь быстрота смены направления движения и первого шага дополняются способностью к ускорению и уровнем дистанционной скорости, так как в этом виде спорта многочисленные смены направления движения и перемещения на короткие расстояния (до 5–10 м) дополняются бегом по прямой линии на 15–30 м, а иногда и 40–50 м (Pojskic et al., 2018).

Поэтому в видах спорта с вариативным характером двигательной деятельности, требующих от спортсменов высокоскоростных действий в непредсказуемых ситуациях, скоростные способности зависят не только от технического мастерства, подвижности нервных процессов, соотношения мышечных волокон различного типа, возможностей систем энергообеспечения, уровня силовых качеств и гибкости, но и от многих других способностей. В их числе прежде всего следует отметить проприоцептивные возможности — способность спортсмена оценивать свои движения, положение тела и его частей на основе информации, получаемой от проприоцепторов, — периферических элементов сенсорных органов, расположенных в мышцах (мышечные веретена), сухожилиях (сухожильные органы Гольджи), суставных сумках (окончания Руффини) (VanPutte et al., 2017). Важными являются также тип внимания, уровень эмоционального возбуждения и визуальное восприятие параметров окружающей среды (Цзен, Пахомов, 1985; Weinberg, Gould, 2019); способность воспринимать, организовывать и перерабатывать информацию в условиях дефицита времени (Келлер, 1987; Cooke, 2013); совершенство пространственно-временной антиципации (Келлер, Платонов, 1993; Bosch, 2014); способность к формированию в структуре головного мозга опережающих реакций и программ, предшествующих реальному действию (Сурков, 1984; Miegau et al., 2015); объём «двигательной памяти» и её соответствие специфике соревновательной деятельности (Бернштейн, 1991; Bosch, 2014).

Особенности видов спорта определяют методику развития скоростных способностей в каждом из них. В одних видах спорта она носит целенаправленный характер применительно к конкретным компонентам соревновательной деятельности (старт, стартовый разгон, дистанционная скорость, финишное ускорение) и др., а в других — отличается исключительным двигательным разнообразием и вовлечением проприорецепции, когнитивной активности, пространственно-временной антиципации, мышечной памяти и мышечных чувств и других специализированных ощущений — времени, пространства, мяча, ракетки и др. (Gamble, 2013; Платонов, 2019).

Комплексные виды скоростных способностей

Каждый из видов комплексных скоростных способностей в своей структуре содержит как общие для всех видов составляющие, однако различающиеся особенностями проявления и взаимосвязями, так и специфические для каждого из них.

Сложные реакции. Быстрота и эффективность сложного реагирования зависит от объёма поступающей информации. Применительно к различным ситуациям как недостаточный, так и избыточный объём информации приведет к увеличению времени реагирования (Штир, 1987). С повышением квалификации и опыта спортсмена увеличиваются его способность к эффективной обработке объёма информации, а также качество реагирования как в отношении быстроты, так и точности реакций (Родионов, 1995; Bosch, 2014). Эффективность реакций антиципации в решающей мере зависит от объёма и качества моторной памяти, определяющей оперативное формирование модели ответного двигательного действия (Бернштейн, 1991; Bosch, 2014). Это предопределяет особую роль разносторонней технико-тактической подготовленности для демонстрации эффективности сложных реакций (Никитенко, 2017). При этом важно учитывать, что между скоростью протекания нервных процессов, лежащих в основе опознания сигнала, передачи нервных импульсов в исполнительную систему, и скоростью протекания нервных процессов, лежащих в основе двигательного акта, нет обязательно-го положительного переноса.

Быстрота и точность сложных реакций связана с уровнем психической возбудимости спортсмена. Соматическое возбуждение, являющееся естественной физиологической реакцией (Hardy, 1990), способствует активному восприятию информации, её обработке и построению адекватных активных действий (Сурков, 1984), позволяет более тонко управлять пространственными, временными и динамическими характеристиками движений, повышает сосредоточенность внимания (Gould, Krane, 1992; Brewer, 2017).

Велико влияние на быстроту и точность сложных реакций индивидуально-психологических особенностей спортсмена, его интеллекта. Например, спортсмены с телесно-кинестетическим типом интеллекта склонны к восприятию и обработке информации, которую получают путём кинестетических ощущений. Они отличаются высокими координационными возможностями, высокой перцептивной чувствительностью, скоростью к формированию объёмной моторной памяти (Полозов, Полозова, 2009). Естественно, что спортсмены с таким типом интеллекта отличаются высоким уровнем реагирования в изменяющихся условиях окружающей среды.

Быстрота кратковременных однократных двигательных действий обусловливается соотношением БС- и МС-волокон (Wilmore et al., 2009; Платонов, 2013), способностью нервной системы к вовлечению в работу максимального количества БС-волокон, интенсивностью их импульсации (Энока, 2000; Сили и др., 2007), подавлением активности МС-волокон (French, 2016), совершенством внутри- и межмышечной координации (Sale, 1992; Jeffreys, 2004), мощностью алактатной системы энергообеспечения (Платонов, 2004; Kenney et al., 2019), эффективной динамической и кинематической структурой двигательного действия (Матвеев, 1999; Plisk, 2008), уровнем психической мотивации (Крамер, 1992; Triplett, 2012), уровнем скоростной силы, гибкости, координационных способностей (Платонов, 2004; Plisk, 2008; Flanagan, 2012).

Способность к быстрому наращиванию скорости (ускорению) практически обуславливается теми же факторами, от которых зависит и способность к проявлению скоростных качеств в одноразовых кратковременных двигательных действиях. Продолжительность ускорения в разных видах спорта (спринтерский бег, разные виды гребли, бобслей, санный спорт, лыжные гонки, вело-

сипедные гонки) колеблется в достаточно широком диапазоне (от 3–4 до 10–15 с и более) и диктует соответствующие требования к мощности и ёмкости анаэробных систем энергообеспечения. Например, эффективность ускорения в спринтерском беге в значительной мере обуславливается мощностью алактатной анаэробной системы энергообеспечения (Волков и др., 2000; Wilmore et al., 2009). Когда же речь идет о таких видах спорта, как гребля академическая, велосипедные гонки на треке, спринтерские виды лыжного спорта или биатлона, то здесь наряду с мощностью алактатной анаэробной системы большое значение имеют её ёмкость, а также подвижность и мощность лактатной анаэробной системы (Платонов, 2021; Kenney et al., 2021).

Способность к проявлению скоростных качеств в одноразовых кратковременных двигательных действиях, как и эффективность ускорения, во многом зависят от мощности — результата комплексного проявления силы и скорости. Проявление мощности определяется уровнем развития её силового (скоростная сила) и скоростного (время реакции, время одиночного движения) компонентов и способностью к их комплексной реализации в условиях выполнения конкретного двигательного действия (Sale, 1991; Martin et al., 1991; Jeffreys, 2004). Однако не менее важными для проявления мощности являются техническое совершенство двигательного действия (Энока, 2000; Борзов, 2014), уровень координационных способностей спортсмена (Flanagan, 2012; Brewer, 2017), уровень психоэмоционального состояния, в том числе соревновательной агрессивности, устойчивости к стрессу (Leith, 1992, Lemyre, Fournier, 2013).

Дистанционная скорость преимущественно обеспечивается возможностями разных функциональных систем и механизмов в зависимости от отнесения работы к той или иной зоне по критерию мощности.

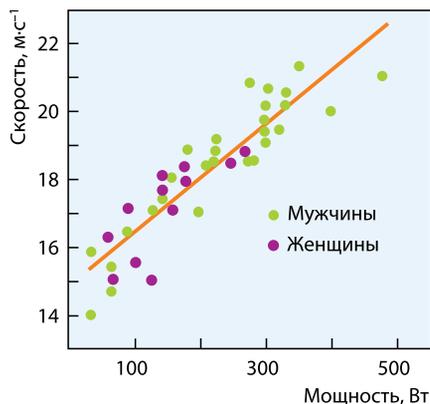
Первая зона — упражнения максимальной анаэробной мощности (продолжительность до 15–20 с). Скорость здесь определяется процессами, происходящими прежде всего в ЦНС и исполнительном нервно-мышечном аппарате. Решающее значение приобретают способность моторных центров активизировать максимальное количество двигательных единиц, состоящих главным образом из БСа- и БСб-волокон (Aagaard et al., 2002; French, 2016), мощность и ёмкость алактатной анаэробной системы энергообеспечения, подвижность и мощность лактатной системы энергообеспечения (Fox et al., 1993; Волков и др., 2000; Платонов, 2013), совершенство техники двигательных действий (Gamble, 2013; Борзов, 2014), эффективность внутри- и межмышечной координации (Kenney et al., 2012), психоэмоциональная концентрация (Кретти, 1978; Schmidt et al., 2019).

Вторая зона — упражнения околоразмаксимальной анаэробной мощности (20–45 с). Работоспособность в этих упражнениях во многом зависит от тех же факторов, что и при выполнении упражнений, относящихся к предыдущей зоне. Однако большое значение приобретают и новые. В их числе ёмкость анаэробной лактатной и подвижность аэробной систем энергообеспечения (Волков и др., 2000; Maglischo, 2003), способность ЦНС к эффективной иннервации деятельности мышц в условиях низких значений рН и высоких — лактата (Fox et al., 1993; Wilmore et al., 2009), устойчивость и вариативность спортивной техники (Матвеев, 2010; Платонов, 2019), способность психики к высокоэффективной скоростной работе в условиях прогрессирующего и тяжелого утомления (Weinberg, Gould, 2019; Kenney et al., 2021).

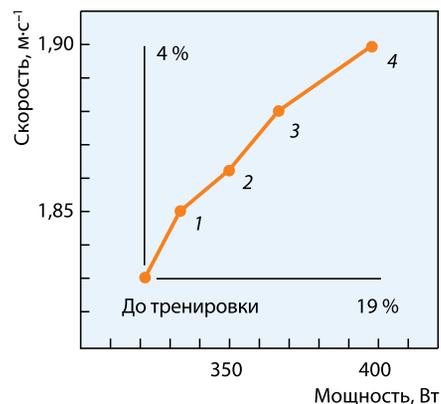
Совершенствование свойств организма, определяющих скорость при выполнении упражнений в зонах максимальной и околоразмаксимальной анаэробной мощности, прямо связано с развитием специальной силы и мощности движений (рис. 17.3). Например, четырехнедельная специальная силовая тренировка квалифицированных пловцов, направленная на повышение силы и мощности движений, способствовала увеличению максимальной скорости плавания на 4%. В то же время увеличение мощности работы на тренажёре составило 19%.



а



б



в

РИСУНОК 17.3 – Использование тренажёрно-диагностического комплекса «Биокинетик» в скоростно-силовой подготовке пловцов: а – рабочий момент исследования; б – корреляция ($r = 0,90$) между скоростью плавания и мощностью при работе на комплексе «Биокинетик»; в – влияние кратковременной тренировки (четыре недели) на комплексе «Биокинетик» на повышение мощности и скорости плавания (Сейл, 1998)

Скорость при выполнении циклической работы, находящейся в других зонах (смешанной анаэробно-аэробной, аэробной), обуславливается как скоростным потенциалом спортсмена, так и его выносливостью. С увеличением продолжительности работы и длины дистанций влияние выносливости на скорость передвижения постоянно возрастает. Поэтому вопросы, связанные со скоростью прохождения дистанций, находящихся в этих зонах интенсивности, будут рассмотрены в главе, посвященной выносливости.

Быстрота замедления движения и остановки зависит от быстроты простых и сложных двигательных реакций, уровня развития максимальной и взрывной силы (Plisk, 2008; Gamble, 2013), скорости восприятия и переработки информации, формирования в структурах мозга опережающих программ и оперативной их реализации (Gould, Pettichkoff, 1988; Schmidt et al., 2019), технического мастерства (Энока, 2000; Jeffreys, 2004; Plisk, 2008), мощности анаэробных систем энергообеспечения (Fox et al., 1993; Wilmore et al., 2009), уровня психической напряженности (Morgan et al., 1988; Brewer, 2017; Suprak, 2019), количества БС-волокон в работающих мышцах и способности нервной системы к их мобилизации (Hunter, Harris, 2008; French, 2016).

Быстрота замедления движений, скорость остановки и особенно смены направления зависит от развития мышц, стабилизирующих комплекс поясничная область—таз—бедро. Подавление инерции, статодинамическая устойчивость тела, его повороты, положения тазобедренных суставов, линии приложения силы связаны с уровнем развития постуральных мышц и существенно влияют на быстроту двигательных действий (Suprak, 2019). Упражнения для развития постуральных мышц продемонстрированы на видео **3, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 16, 17**.

Быстрота изменения направления движения и перехода от одного двигательного действия к другому обуславливается совершенством пространственно-временной антиципации, способностью формировать в структурах головного мозга опережающие реакции и программы, предшествующие реальному действию (Цзен, Пахомов, 1985; Родионов, 1995); умением воспринимать и перерабатывать информацию в условиях дефицита времени (Штир, 1987; Boutcher, 1992; Армстронг, Кармайкл, 2004); степенью совершенства кинестетических и визуальных восприятий параметров двигательных действий и окружающей среды (Сурков, 1984; Weinberg, Gould, 2019); объёмом моторной памяти и уровнем технико-тактического мастерства (Carver, Scheier, 1981; Матвеев,



РИСУНОК 17.4 – Правильное (а) и неправильное (б) положение тела при изменении направления движения

переходом от одного двигательного действия к другому во многом зависит от технического мастерства спортсменов. Нерациональная техника не может быть компенсирована ни нейрорегуляторными способностями спортсмена, ни силовыми качествами. Например, быстрое замедление движения, остановка, смена направления в беге требуют движений, обеспечивающих быстроту двигательных действий, рациональное смещение центра масс тела и линии приложения силы, направленные на замедление, изменение направления движения и ускорение, для увеличения скорости, а не на восстановление устойчивости тела. Этот момент наглядно продемонстрирован на рисунке 17.4. Рациональное положение тела (рис. 17.4, а) предполагает стабильное положение таза и бедра, обеспечивающее устойчивость тела, рациональную линию приложения силы, исключающую инерцию тела, а также постановку стопы, обеспечивающую переход к новому направлению движения без коррекции её положения (рис. 17.5). Неправильная позиция тела (рис. 17.4, б) не только неэффективна в связи с потерей времени на восстановление положения тела, нарушенного инерцией, нерациональным положением стопы, но и с высокой вероятностью травмы (Suprak, 2019).

Замедлить движение и занять правильное положение тела перед изменением направления помогают уменьшение длины заключительных шагов (рис. 17.5, а) и более низкое расположе-

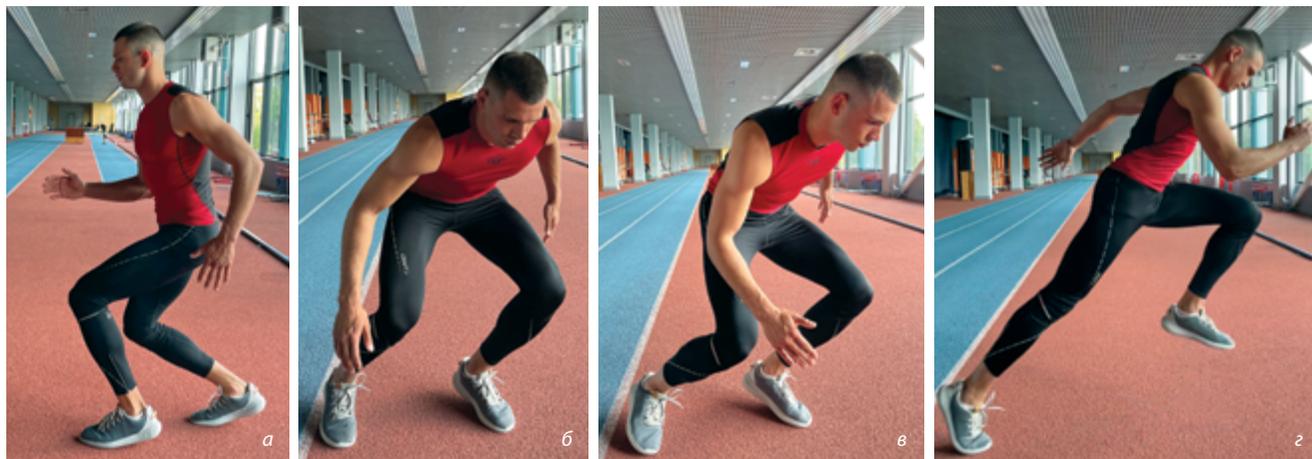


РИСУНОК 17.5 – Замедление движения (а), постановка внешней ноги и положение тела в амортизационной фазе (б) и переход к движению в противоположном направлении (в, г)

2010); способностью нервной системы к рекрутированию двигательных единиц, состоящих из БС-волокон (Эвартс, 1984; Behnke, 2001; Ratamess, 2008); количеством БС-волокон в мышцах, несущих основную нагрузку в конкретных двигательных действиях (Hunter, Harris, 2008; Hoffman, 2012); мощностью анаэробных систем энергообеспечения (Cramer, 2008; Kenney et al., 2012); уровнем максимальной и взрывной силы (Plisk, 2008; Brewer, 2017).

Уровень проявления всех видов скоростных способностей, особенно связанных с замедлением движения, изменением направления или

ние и смещение назад центра масс тела путём уменьшения углов в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах (рис. 17.6), что требует высокого уровня специальных силовых качеств, последовательно проявляемых в эксцентрическом, изометрическом и концентрическом режимах (Jalilvand, 2019).

При тренировке способности к быстрой смене направления движения важно обратить внимание на наличие трёх фаз переходного движения — приземления, амортизации и отталкивания. В фазе приземления основная роль принадлежит эксцентрической силе мышц, обеспечивающей быстрое растяжение до уровня оптимального для последующего отталкивания. В процессе растяжения упругая энергия растянутых мышц и соединительной ткани увеличит уровень проявляемой силы при отталкивании. Однако эффективность этой реакции, как и максимизация количества вовлечённых в концентрическую работу двигательных единиц мышц и интенсивности их импульсации во многом будет зависеть от продолжительности фазы амортизации — времени перехода от эксцентрической работы к концентрической. При продолжительной амортизационной фазе накопленная энергия растянутой мышечной и соединительной ткани рассеивается и лишает спортсмена этого преимущества. Эффективность фазы отталкивания, следующей за амортизационной, обеспечивается объёмом вовлечённых в работу двигательных единиц мышц, частотой их импульсации, потенциалом сохраненной упругой энергии растянутых в фазе приземления и сократительной ткани мышц, положением тела и временем соприкосновения ноги с поверхностью в процессе отталкивания (Roozen, 2019).

Условия для ограниченной взаимосвязи технических элементов с силовыми проявлениями обеспечиваются множеством упражнений, требующих развития этих видов скоростных способностей. Примеры таких упражнений приводятся на рисунке 17.7.



РИСУНОК 17.6 – Уменьшение углов в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах и смещение назад центра масс тела при замедлении движения

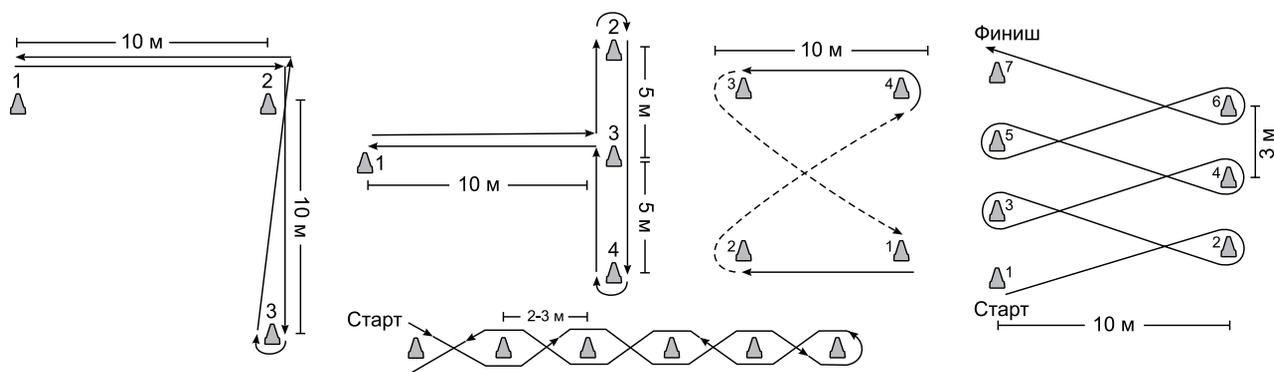


РИСУНОК 17.7 – Упражнения, направленные на развитие скоростных возможностей при смене направлений движения (Roozen, 2019)

Средства скоростной подготовки

Средства повышения скоростных способностей могут быть разделены на две группы:

- средства, способствующие развитию элементарных видов скоростных способностей;
- средства, способствующие развитию комплексных видов скоростных способностей.

В зависимости от направленности воздействия средства скоростной подготовки могут носить общеподготовительный, вспомогательный или специальный характер, обеспечивать избирательное воздействие на те или иные виды скоростных способностей, или носить комплексный характер, требующий одновременного проявления разных видов. С учётом объёма мышц, вовлечённых в работу, упражнения могут носить локальный, частичный или глобальный характер.

Ниже приводится комплекс разных упражнений для преимущественного развития скоростных способностей.



ВИДЕО 33 Комплекс упражнений для развития скорости, силы, координации и ловкости

Элементарные виды. Совершенствование элементарных видов скоростных способностей опирается на использование простых двигательных действий, требующих быстрой реакции, высокой скорости выполнения отдельных движений, максимальной частоты движений. Широко используются самые разнообразные гимнастические упражнения, беговые упражнения, прыжки, метания, броски. Вспомогательные и специальные упражнения могут быть построены на различных элементах двигательных действий, в большей или меньшей мере отвечающих специфическим требованиям конкретного вида спорта. Это разного рода имитационные упражнения, упражнения, вовлекающие те же мышечные группы, что и основная соревновательная деятельность, а также различные простейшие специальные упражнения, построенные на материале техники вида спорта и предъявляющие высокие требования к скорости реакции, частоте движений, времени выполнения одиночного движения. Например, с использованием лестницы и геометрических фигур (см. видео 14).

Комплексные виды. Развитие комплексных видов скоростных способностей общеподготовительного характера опирается преимущественно на упражнения общеподготовительной направленности со сложной структурой двигательных действий, выполняемых в изменяющихся условиях, под воздействием неожиданных факторов внешней среды, требующих перехода от одного вида скоростных способностей к другому. Наиболее эффективными являются разные виды спортивных игр, бег по сильно пересеченной местности и с различными препятствиями или резкой сменой направления движения, разного рода плиометрические упражнения, построенные на материале прыжков, метаний медболов и т.п.

Средства, способствующие развитию специфических комплексных видов скоростных способностей, включают широкий спектр вспомогательных и специально-подготовительных упражнений с выраженными скоростными, координационными и скоростно-силовыми компонентами, отражающими специфику вида спорта. В беге это разнообразные упражнения, способствующие повышению эффективности старта, способности к ускорению, достижению максимальной скорости. В плавании — множество специальных упражнений, способствующих ускорению реакции, эффективности толчка от стартовой тумбы, рациональной траектории полёта и эффективного входа в воду; повышению скорости преодоления подводных отрезков дистанции при помощи движений туловища и ног; повышению уровня дистанционной скорости; повышению скорости выполнения поворота, мощности толчка от поворотного щита и эффективности скольжения и др. В спортивных играх существует исключительно широкий спектр упражнений, способствующих увеличению скорости бега и перемещений в различных направлениях,

скорости прыжков, бросков, ударов, передач, развитию способностей к ускорению, замедлению, остановке, переходу от одного вида скоростных способностей к другому — от ускорения к остановке, от бега или прыжка к броску или удару по мячу и т. п.

В комплексных видах скоростных способностей реализуется потенциал различных функциональных систем и механизмов, связанных с нервной регуляцией и энергообеспечением высокоинтенсивной мышечной деятельности, способностью к демонстрации высоких силовых проявлений в минимальное время, реакциями психики и разными видами координационных способностей (Plisk, 2008; Triplett, 2012; French et al., 2014). Не меньшее значение имеет уровень технического мастерства, проявляющийся в степени овладения и вариативности важнейших двигательных навыков (Triplett, 2012), способности к их объединению в целостные двигательные действия (Schnabel, 1994; Plisk, 2008; Hoffman, 2012), объёме моторной памяти (Энока, 2000; Bosch, 2014). Естественно, что это предопределяет особенности средств, направленных на совершенствование разных видов комплексных скоростных способностей.

Упражнения, используемые для развития каждого из видов скоростных способностей, должны отвечать следующим критериям:

- обеспечивать высокие или максимально допустимые скоростные проявления, однако без нарушения оптимальной техники двигательных действий;
- обеспечивать активизацию БСа- и БСб-волокон двигательных единиц мышц;
- вовлекать механизмы энергообеспечения мышечной деятельности, отвечающие всему спектру путей энергообеспечения, характерному для скоростных проявлений в соревновательной деятельности;
- способствовать проявлению в различных сочетаниях концентрического, эксцентрического, изометрического, плиометрического и баллистического режимов работы мышц;
- отличаться разнообразием динамических и кинематических характеристик, вариативностью и широкой амплитудой движений, тесной связью с техническим мастерством, опорой на моторную память и освоенные двигательные навыки;
- обеспечивать поструральную устойчивость и рациональное направление приложения силы в различных фазах движения.

Особое внимание при подборе скоростных упражнений должно уделяться соответствию их кинематической и динамической структуры последнему из приведенных критериев. Дело в том, что ключевым биомеханическим ограничением для обеспечения скоростно-силовых проявлений в конкретном двигательном действии является несоответствие вектора приложения скоростно-силового потенциала в каждой фазе движения его оптимальной кинематической структуре. Даже незначительное отклонение направления приложения силы относительно заданного вектора отрицательно сказывается на продвигающей силе (Luo, Stefanyshyn, 2015). В результате существенно снижаются различные виды скоростных возможностей — эффективность ускорения, дистанционная скорость, скорость и мощность двигательного действия, определённого рациональной динамической и кинематической структурой движения.

Важное место в спортивной подготовке должны занимать упражнения, в которых совмещаются разные виды скоростных способностей: старт—ускорение, ускорение—дистанционная скорость, ускорение—замедление, поворот—ускорение, ускорение—кратковременное однократное действие, дистанционная скорость—поворот и т. п.

Во многих случаях для увеличения быстроты замедления движений, остановки и перехода от одного двигательного действия к другому скоростные упражнения должны предусматривать наличие

ярко выраженного силового компонента эксцентрического характера в фазе торможения с последующим быстрым переходом к силовому компоненту концентрического характера в фазе ускорения.

Эффективным средством комплексного совершенствования скоростных способностей являются соревновательные упражнения. В условиях соревнований при соответствующей предварительной подготовке и мотивации удается достигать таких показателей скорости при выполнении отдельных компонентов соревновательной деятельности, которые, как правило, трудно показать в процессе тренировки даже в более кратковременных упражнениях, с изолированным выделением упражнений чисто скоростного характера (Berger et al., 1982; Платонов, 2019).

Основы методики повышения скоростных способностей

Методика повышения скоростных способностей предполагает работу в нескольких направлениях:

- развитие элементарных видов скоростных способностей — быстроты реакции, скорости выполнения отдельных движений, частоты движений;
- развитие комплексных видов скоростных способностей базового характера;
- развитие комплексных видов скоростных способностей специального характера;
- интегральное совершенствование скоростных способностей в органическом единстве с технико-тактическими действиями, координационными и силовыми возможностями, гибкостью, деятельностью систем энергообеспечения, в процессе которого скоростные способности включаются в качестве одной из составляющих целостного двигательного акта, характерного для конкретного вида спорта.

Работа во всех этих направлениях в их тесном взаимодействии и различных соотношениях определяется закономерностями и принципами многолетнего построения спортивной подготовки. На первых двух этапах многолетней подготовки (начальной и предварительной базовой — 4–5 лет) развитие скоростных способностей в основном реализуется в пределах двух первых направлений. На последующих этапах (специализированной базовой подготовки и подготовки к высшим достижениям — 4–6 лет) постепенно возрастает объём работы, направленной на совершенствование комплексных видов скоростных способностей специального характера. Средствам, способствующим интеграции скоростных способностей в структуру целостных двигательных действий, характерных для того или иного вида спорта, основное внимание следует уделять на этапе подготовки к высшим достижениям и последующих этапах многолетнего совершенствования (Платонов, 2021).

В течение тренировочных макроциклов также имеет место преимущественное использование возможностей различных направлений. На общеподготовительном этапе подготовительного периода и в переходном периоде могут использоваться упражнения, направленные на развитие элементарных видов скоростных способностей, а также комплексных видов с использованием общеподготовительных и вспомогательных упражнений. На последующих этапах сначала увеличивается объём средств, направленных на совершенствование специальных видов, а затем и средств интегральной направленности, которым по мере приближения к ответственным соревнованиям отводится основное место.

При развитии разных видов скоростных способностей необходимо обеспечивать сочетание аналитического и синтезирующего подходов. Например, применительно к двигательным реакциям должна реализовываться следующая методика. Вначале обеспечивается раздельное совершенствование двигательной структуры моторного компонента (техники движения) и времени скрытого периода, а далее — улучшение координационного взаимодействия скрытого периода и моторного компонента реакций в соответствии со структурой совершенствуемого действия.

Несмотря на разнохарактерность требований к выбору средств и методов, используемых для совершенствования реагирования, можно выделить некоторые общие положения методики:

- освоение каждого вида реакций (простых, дизъюнктивных, дифференцировочных) имеет самостоятельное значение;
- принципиальная общеметодическая установка заключается в последовательном совершенствовании простых, дизъюнктивных и дифференцировочных реагирований;
- каждый вид реагирований первоначально совершенствуется самостоятельно, без объединения с другими;
- совершенствование антиципации (пространственных и временных предвосхищений) в реакциях идет вслед за приобретением определённого технического и тактического фундамента;
- педагогические задачи совершенствования должны усложняться путём последовательного наращивания и чередования качественных и количественных требований в упражнениях;
- при совершенствовании способностей к реагированию последовательно должны решаться следующие задачи: а) сокращение времени моторного компонента движения; б) уменьшение времени скрытого периода действия; в) совершенствование умения предвосхищать временные и пространственные взаимодействия (Келлер, 1987; Платонов, 1997).

Аналитический и синтезирующий подходы должны лежать в основе развития и других видов скоростных способностей. Например, в спортивных играх работа над развитием быстроты замедления движения и остановки или быстроты перехода от одного движения к другому при аналитическом подходе опирается на использование запрограммированных индивидуальных двигательных программ с различными ориентирами (разметка, конусы, стойки и т.п.). Такие программы не требуют оценки ситуаций, пространственных и временных предвосхищений. Однако в реальных условиях соревновательной деятельности замедления, остановки, изменения направления движений обусловлены игровой ситуацией и требуют проявления способностей, не задействованных при реализации известных программ (Brughelli et al., 2008). Дополнительной сложностью является необходимость включения в структуру работы с мячом, шайбой, ракеткой реагирования на действия партнёров и соперников. Поэтому моделирование в тренировочном процессе широкого спектра игровых ситуаций позволяет реализовать потенциал синтезирующего подхода (Gamble, 2013). Следует отметить, что игроки высшей квалификации за счёт высокоразвитых пространственных и временных предвосхищений способны в условиях реальной соревновательной деятельности под влиянием комплекса интенсивно воздействующих факторов внешней среды демонстрировать более высокий уровень скоростных проявлений, чем в специально регламентированных и несравненно более простых тренировочных программах (Jeffreys, 2004).

Анализ факторов, определяющих комплексные виды скоростных способностей как основы для реализации аналитического подхода и последующего синтеза в целостных проявлениях, имеет решающее значение для эффективности скоростной подготовки. Например, дистанционная скорость в беге зависит от уровня скоростной силы, продолжительности амортизационной фазы при переходе от эксцентрической к концентрической работе в каждом шаге и от частоты шагов. Все эти составляющие, проявляющиеся в органическом единстве, обеспечивают бегунам высокого класса большую частоту (около 4,63 шага за 1 с) и длину шагов (около 2,7 м) (Mann, 2011). Длина шагов в значительной мере определяется соответствием проявлений силы пространственно-временным характеристикам движений (DeWeese, Nimphins, 2016). Естественно, что каждая из этих составляющих должна подлежать избирательному совершенствованию с последующим объединением в целостную систему, обеспечивающую уровень дистанционной скорости.

При развитии комплексных видов скоростных способностей специального характера необходимо ориентироваться не только на перечень основных элементов соревновательной деятельности и набор двигательных действий, но и на режим работы, характерной для конкретного вида спорта. Например, специфика проявления скоростных способностей в спортивных играх принципиально отличается от характерных для бега, плавания или конькобежного спорта. Обусловлено это исключительной вариативностью двигательных действий в спортивных играх как по координационной структуре, так и по продолжительности. Например, в футболе высшего уровня в течение матча полевые игроки преодолевают до 9–12 км. Эта дистанция включает разнообразные действия — ходьбу, бег в медленном темпе и многочисленные скоростные перемещения с мячом и без мяча, передачи, удары и др. Подавляющее большинство перемещений колеблется в пределах от 5–10 до 30–40 м и 1,0–5,0 с. Интервалы между ними в среднем составляют около 40 с с колебаниями от 15–30 до 60–120 с. Такой режим скоростной работы у футболистов высокого класса обеспечивает достаточно эффективное восстановление между отдельными двигательными действиями или их комплексами и высокую суммарную работоспособность (Williams, 2009). Естественно, что моделирование такого режима должно найти отражение в тренировочном процессе, когда речь идет об интеграции скоростного потенциала в систему двигательных действий соревновательной деятельности.

Уровень скоростных способностей тесно связан с уровнем силовых, прежде всего со скоростной силой. Для того чтобы уровень развития силовых качеств мог быть реализован при проявлении скоростных способностей, методика силовой подготовки должна обеспечивать разнообразие тренировочных средств, широкий диапазон отягощений, концентрацию внимания на увеличение импульса силы и скоростную составляющую силовых упражнений. В этом отношении наиболее эффективным оказывается использование плиометрического и баллистического методов с широким кругом средств, динамически и кинематически связанных со структурой соревновательной деятельности спортсмена (Siff, 2003; Stone et al., 2007). С другой стороны, в скоростной подготовке необходимо не только использовать упражнения с высокой долей силового компонента, но и предусмотреть разнообразие силовых проявлений в отношении различных режимов работы мышц — концентрического, эксцентрического, изометрического, плиометрического и баллистического.



ВИДЕО 34

Комплекс упражнений для развития скоростно-силовых возможностей нижних конечностей и статодинамической устойчивости

Необходимость совмещенного развития скоростных качеств проявляется не только в их органической взаимосвязи с различными проявлениями силовых качеств. Не менее важно обеспечить совмещение скоростной и координационной подготовки, скоростной подготовки и технического совершенствования. Нельзя не видеть, что разделение процесса физической подготовки на различные виды (скоростная, силовая, координационная и др.), равно как и отдельные процессы в развитии двигательных качеств от технического совершенствования, носит исключительно условный характер, что должно учитываться при развитии любого из двигательных качеств. И здесь интеграционная или системная составляющая должна лежать в основе как аналитического, так и синтезирующего подходов. Непонимание этого может привести к одностороннему подходу и серьёзному искажению процесса подготовки, нарушить необходимый для успешной соревновательной деятельности баланс между уровнем развития различных физических качеств, изолировать их проявление от технико-тактических действий (Платонов, 2019). К сожалению, в специальной литературе накопилось множество примеров одностороннего подхода к развитию различных двигательных качеств, что явилось следствием на-

учных изысканий узких специалистов, ориентированных на изучение отдельных двигательных качеств (силы, ловкости, скоростных качеств и мощности, координации) или их составляющих, вне связи с другими двигательными качествами и сторонами подготовленности, в совокупности обеспечивающими уровень мастерства спортсменов. Отсюда и противоречие с требованиями интегративного подхода к тренировочному процессу спортсменов, что способно серьёзно дезориентировать тренеров.

В процессе скоростной подготовки следует обеспечивать проявление скоростных способностей в различных функциональных состояниях — от устойчивого до явного утомления — в различных условиях внешней среды — от специально созданных максимально комфортных до максимально сложных, характерных для соревновательной деятельности (дефицит времени и пространства, сложные погодные условия, сопротивление соперников, непредсказуемость действий партнёров и соперников и т.п.). Это требует разделения понятий «развитие скоростных способностей» и «реализация скоростных способностей». Для процесса развития скоростных способностей характерна работа в благоприятных условиях внешней среды и в устойчивом состоянии, а для процесса повышения способности к их реализации — широкий спектр функциональных состояний, включая тяжёлое утомление и воздействие всякого рода экстремальных факторов внешней среды — плохие погодные условия, необъективное судейство, недоброжелательность зрителей, агрессивность соперников, отсутствие взаимопонимания с партнёрами и т.п. (Платонов, 2019).

Компоненты нагрузки в процессе скоростной подготовки

Закономерности, лежащие в основе скоростной подготовки, обуславливают требования к основным компонентам нагрузки скоростной направленности: характер упражнений, их продолжительность, интенсивность работы при выполнении упражнений и продолжительность пауз между ними, количество упражнений в отдельных сериях и программах тренировочных занятий.

Характер упражнений

Для повышения скоростных возможностей спортсменов применяют самые разнообразные общеподготовительные, специально-подготовительные (вспомогательные) и соревновательные упражнения. Чем выше квалификация спортсменов, тем в большей мере используются соревновательные и специально-подготовительные упражнения, обеспечивающие комплексное совершенствование скоростных качеств применительно к выполнению различных приёмов и действий, составляющих содержание соревновательной деятельности. Одно из основных требований к скоростным упражнениям — хорошее освоение их спортсменами. При этом условия спортсмены в состоянии сконцентрировать основное внимание и волевые усилия не на технике, а на скорости выполнения упражнений.

Широкая вариативность используемых упражнений, условий их выполнения, интенсивности работы при обязательном наличии в подготовке значительного объёма средств, требующих предельной мобилизации скоростных качеств, является одним из неперенных условий планомерного повышения уровня скоростных возможностей спортсменов и профилактики возникновения «скоростного барьера» — жесткого стереотипа, ограничивающего возможности дальнейшего повышения скоростных качеств.

Выполнение упражнений, направленных на развитие специальных видов скоростных способностей, должно сопровождаться постоянным контролем за обеспечением рациональной техники движений. Отсутствие внимания к технической составляющей упражнений не только отрицательно

влияет на эффективность скоростной подготовки, но и затрудняет использование скоростно-силового потенциала в соревновательной деятельности. Поэтому процесс скоростной подготовки сочетается с техническим совершенствованием. Недостаточно освоенные движения требуют снижения интенсивности работы, концентрации внимания спортсмена на динамических и пространственно-временных характеристиках техники. По мере становления рационального двигательного навыка акцент смещается на скоростные, силовые и мощностные параметры движений, а мощность работы может достигать максимально доступных величин. Таким образом, процесс скоростной подготовки параллельно способствует повышению силовых качеств и увеличению мощности работы, ловкости и координации, играет важную роль с реализации силы, приобретенной средствами общей и вспомогательной направленности в специфических условиях (Hansen, 2014; DeWeese, Nimphius, 2016).

Структура соревновательной деятельности любого вида спорта предопределяет характер тренировочных упражнений таким образом, чтобы каждый из компонентов соревновательной деятельности, требующий проявления скоростных качеств, нашёл отражение в содержании средств скоростной подготовки. Например, применительно к подготовке бегунов-спринтеров специальные скоростные упражнения должны быть разделены на четыре группы:

I группа – упражнения, способствующие повышению эффективности старта. Различные типы прыжков и специальных упражнений: старты из положения лёжа и упора лёжа (рис. 17.8), бег с высокого старта (рис. 17.9), кувырок вперед через голову, переходящий в бег с ускорением (рис. 17.10), бег с ускорением с низкого старта (рис. 17.11), тройной прыжок с низкого старта (рис. 17.12);

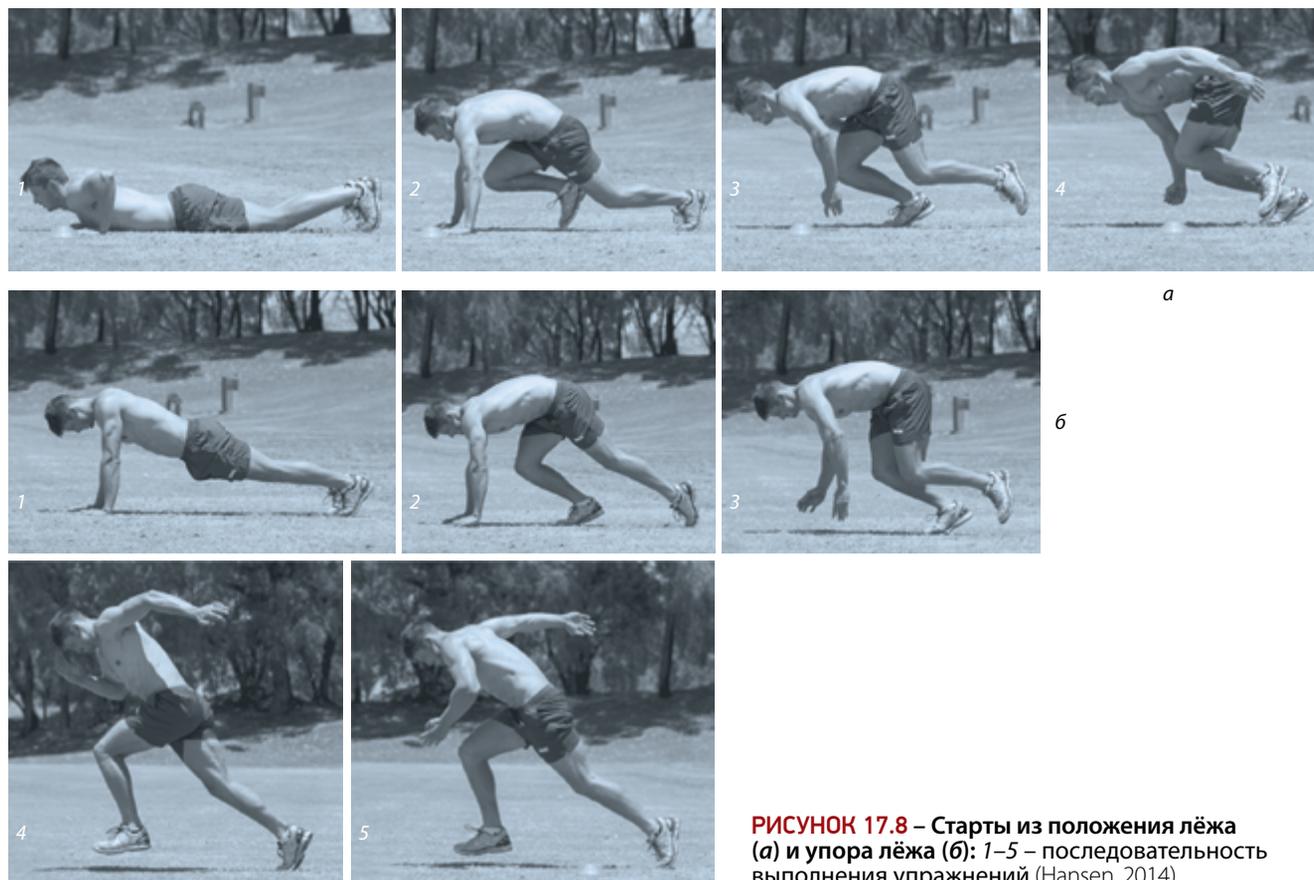


РИСУНОК 17.8 – Старты из положения лёжа (а) и упора лёжа (б): 1–5 – последовательность выполнения упражнений (Hansen, 2014)

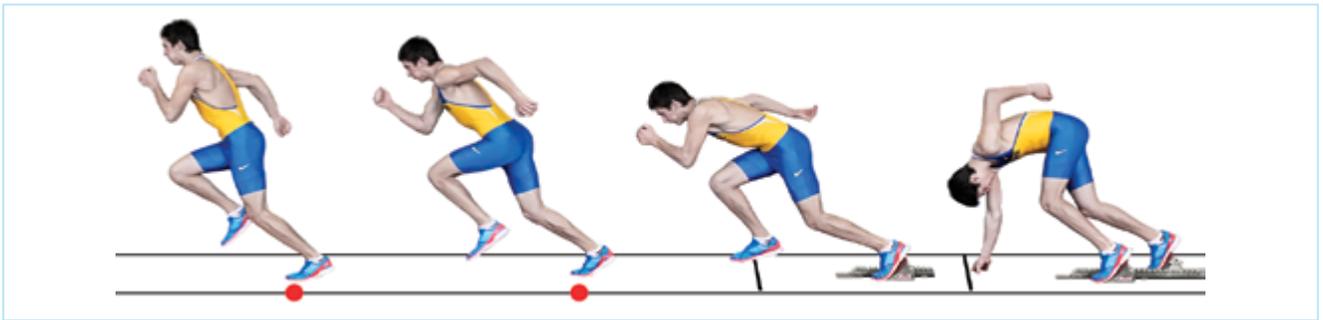


РИСУНОК 17.9 – Бег с высокого старта

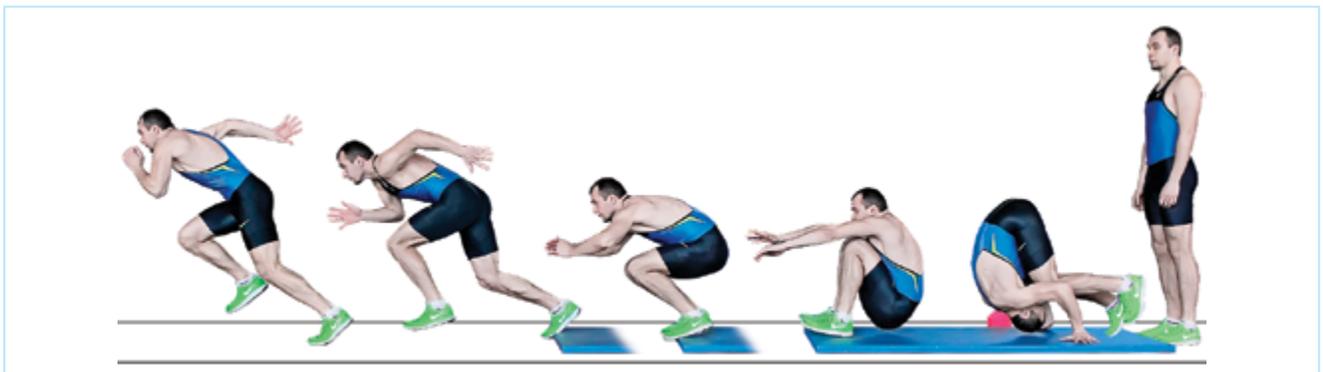


РИСУНОК 17.10 – Кувырок вперед через голову, переходящий в бег с ускорением

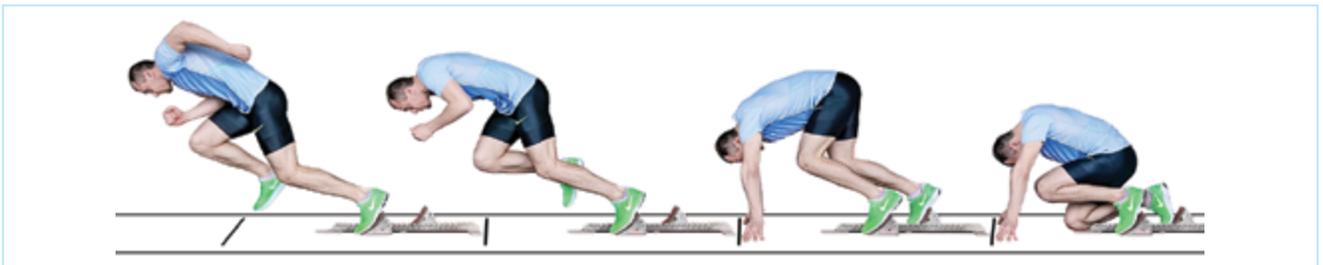


РИСУНОК 17.11 – Бег с ускорением с низкого старта

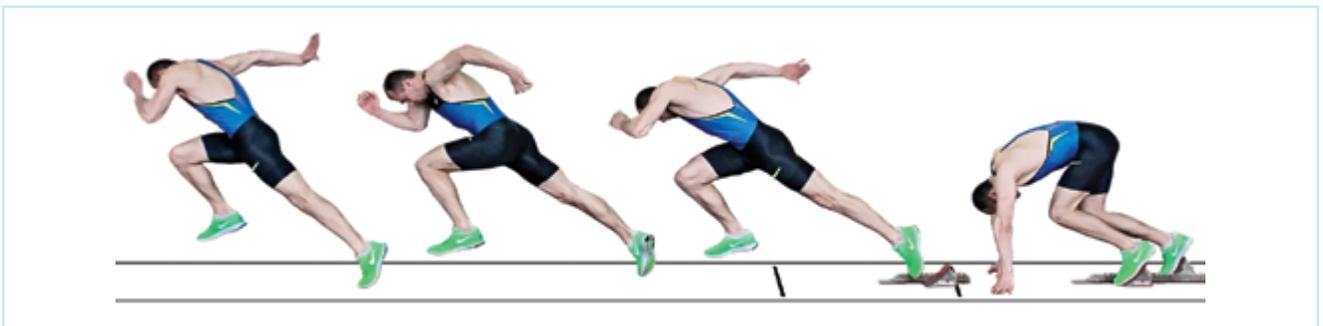


РИСУНОК 17.12 – Тройной прыжок с низкого старта

II группа — упражнения, способствующие повышению эффективности ускорения: бег с низкого старта (отрезки по 20–30 м), бег с высокого старта (отрезки по 20–30 м), различные специальные упражнения с акцентом на максимально быстрый выход на предельно допустимый уровень интенсивности (продолжительность — до 5–6 с);

III группа — упражнения, способствующие достижению высокого уровня дистанционной скорости: серии отрезков — 3–4 x 30 м, 3–4 x 40 м, 2–3 x 50 м, 2–3 x 60 м со старта; 3–4 x 60 м, 2–3 x 100 м с постепенным нарастанием скорости в первой половине отрезка и предельной скоростью — во второй;

IV группа — упражнения, способствующие достижению высокого уровня дистанционной скорости в заключительной части дистанций: 80–100 м — дистанция 100 м, 160–200 м — дистанция 200 м (серии отрезков 4 x 60 м, 3 x 80 м; дистанции — 100 м, 120, 150, 200, 220 м) (Hansen, 2014; Борзов, 2014).

Повышение эффективности старта и ускорения у спортсменов, специализирующихся в спортивных играх, осуществляется пробеганием серий коротких отрезков (4–6 x 5–10 м, 4 x 20 м, 40 x 30 м) из различных положений тела на старте. При этом важно разнообразить условия выполнения упражнений — бег по дорожке, бег по траве, бег в гору, бег по лестнице. Для повышения уровня дистанционной скорости используются отрезки большей продолжительности — 3 x 50 м, 3 x 60 м, 2 x 80 м (Hansen, 2014).

Аналогичным образом строится скоростная подготовка спортсменов, специализирующихся в других видах спорта. Например, при тренировке пловцов избирательные упражнения направлены на повышение эффективности старта и различных его компонентов (положение тела, реакция, угол вылета, сила толчка, положение тела в полете, вход в воду); уровня дистанционной скорости (различного рода специальные упражнения и проплывание коротких отрезков — 4–6 x 12,5 м, 4 x 25 м, 2–3 x 50 м); эффективности поворота и прохождения переходных участков — от старта к дистанционной работе, от дистанционной работы — к повороту, от поворота — вновь к дистанционной работе (4–6 x 35 м — 25 м, поворот, 10 м; 2–4 x 70 м — 50 м, поворот, 20 м, 400–600 м переменное плавание — 10 м перед поворотом с высокой скоростью, поворот, 10 м с высокой скоростью, 30 м — с низкой, 10 м — с высокой, поворот и т. д.). Разнообразие тренировочных упражнений является исключительно важным для эффективности скоростной подготовки (табл. 17.1).

При развитии способностей к замедлению, остановке, смене направлений и последующему ускорению важно обеспечивать не только исключительное разнообразие тренировочных упражнений, их специфичность применительно к двигательным действиям конкретного вида спорта, но и их принадлежность к атакующим или защитным действиям. Обусловлено это наличием различий в обработке информации и регуляции двигательных действий, характерных для атаки и защиты (Spiregi et al., 2014). Важно не только дифференцировать тренировочные средства по преимущественной направленности на те или иные виды скоростных способностей, но и обеспечить их совмещенное проявление в тренировочных программах. Это позволяет не только стимулировать развитие определённых скоростных качеств, но и, что исключительно важно, обеспечить их органическую взаимосвязь и проявление в сложных двигательных действиях (DeWeese, Nimphius, 2016). В качестве примера приведем упражнения такого типа, рекомендованные для подготовки спортсменов, специализирующихся в хоккее на траве (рис. 17.13) и баскетболе (рис. 17.14). Эти упражнения могут служить и тестами для оценки совмещенного проявления скоростных и координационных возможностей. Подобных средств для любого вида спорта может быть предложено большое количество. Чем разнообразнее применяемые средства скоростной подготовки, тем более разносторонним будет уровень скоростной подготовленности, шире объём мышечной памяти, теснее взаимодействие скоростных качеств с координационными и силовыми возможностями, технико-тактическим мастерством.

ТАБЛИЦА 17.1 – Скоростные упражнения в воде, широко применяемые в подготовке сильнейших пловцов плавательных центров «Мишон Вьехо», «Беркли», «Флорида Акватикс» (США) (Платонов, 2012)

Упражнение	Количество повторений	Количество серий	Паузы между повторениями, с
Совершенствование скоростных способностей при выполнении стартов и поворотов			
Стартовые прыжки с заданной точкой входа в воду	6–10	1	60
Стартовые прыжки под звуковые командные сигналы	5–6	2	60
Стартовые прыжки с разновысоких тумб с разным положением рук – вытянутые вдоль тела; вытянуты вперед, кисти соединены	3 x 2	2	60
Прыжки с бортика бассейна через разделительные плавательные дорожки	4–6	1	60
Выполнение стартовых прыжков в эстафетном плавании по 25 м	8–12	1–2	120
Выполнение стартовых прыжков и поворотов из различных исходных положений			
с захватом тумбочки руками	4–6	2–3	60
с махом руками	4	5	60
легкоатлетический, с разным положением ступней	5	2	60
с захватом тумбочки руками и переносом центра тяжести тела за линию стартовой тумбочки	2–4	2	60
с большим углом вылета и высокой траекторией	3	2	60
с малым углом вылета и низкой траекторией	4	2	60
Выполнение двойного сальто (двойное вращение) во время поворота при плавании вольным стилем	6–10	1	60
Выполнение поворота вольным стилем с прыжка, стоя лицом к поворотному щиту	6–10	2	60
Разбегаясь по бортику бассейна, прыжок в воду в направлении к поворотному щиту, сгруппировавшись выполнить поворот	6–10	1	90
С помощью резинового амортизатора, закреплённого с двух сторон разделительной дорожки бассейна и у пояса пловца, отталкивание от бортика бассейна с преодолением сопротивления амортизатора	10–12	1	60
Эстафета с выполнением поворотов различными способами			

Примечание. После каждого старта или поворота – скольжение, преодоление подводного участка дистанции, выход на поверхность воды, 2–3 цикла движений.

При развитии способностей к максимально быстрому перемещению или смене направления движения двигательные действия могут быть заранее запланированы, а могут определяться неожиданным изменением ситуации, требующей быстрой реакции на стимул. В каждом из этих случаев имеет место специфика деятельности головного мозга и регуляция движений (Nimphius, 2014). Естественно, что это должно найти отражение в подборе средств повышения скоростных способностей.

При выполнении различных упражнений, предполагающих замедление движения, остановку, резкую смену направления движения, следует концентрировать внимание на проявлении таких двух важнейших способностей, опре-

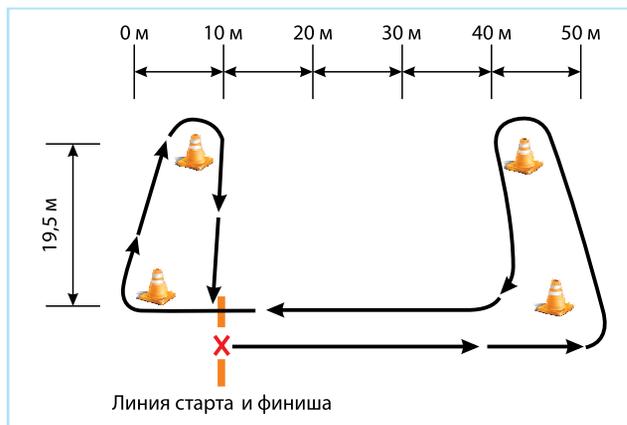


РИСУНОК 17.13 – Схематическое изображение тренировочного комплекса скоростной направленности для спортсменов, специализирующихся в хоккее на траве (Spenser et al., 2006)

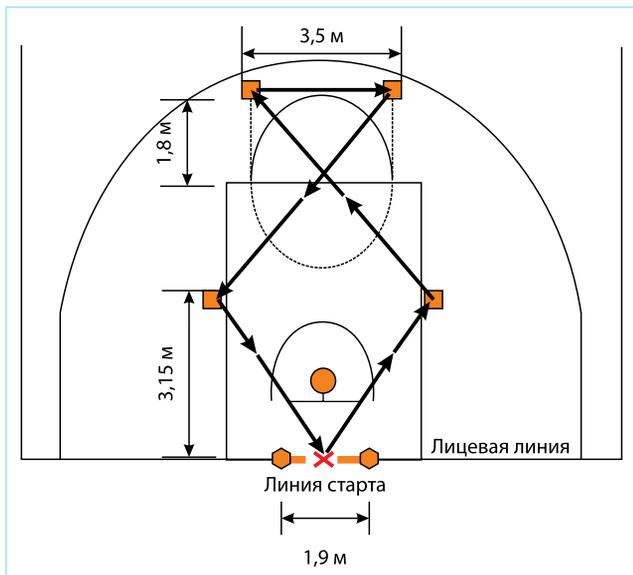


РИСУНОК 17.14 – Схематическое изображение тренировочного комплекса скоростной направленности для баскетболистов (Pyne et al., 2013)

деляющих скоростные возможности, как быстрота достижения высоких показателей силы и эффективность перехода от эксцентрической работы к концентрической, что является мощным средством стимуляции двигательных единиц, особенно при серийном выполнении упражнений, при котором скелетные мышцы не полностью расслабляются, сохраняя повышенное возбуждение. Сохранение возбуждения приводит к большей активации двигательных единиц при выполнении очередного упражнения, обеспечению более быстрого достижения высоких показателей силы (Naczka et al., 2010). Такая тренировка позволяет увеличить длину шагов параллельно с увеличением их частоты (Mann, 2011).

В игровых видах спорта основной объём скоростных упражнений бегового характера предполагает пробегание коротких отрезков — от 5–10 до 30–40 м, что соответствует специфике этих видов спорта. По мере повышения трени-

рованности протяженность отрезков возрастает. В качестве примера можно привести содержание спринтерской работы в течение 12–16 нед. (четыре мезоцикла по 3 или 4 нед.) (рис. 17.15).

Аналогичный подход реализуется и применительно к бегунам-спринтерам, специализирующимся на 100-метровых дистанциях. Однако здесь как длина пробегаемых отрезков, так и общая продолжительность тренировки увеличиваются, что связано со спецификой вида соревнований. В частности, рекомендуется 30-недельный макроцикл, состоящий из четырёх продолжительных мезоциклов, первый и второй — по 6 нед., третий и четвёртый — по 8 (рис. 17.16).

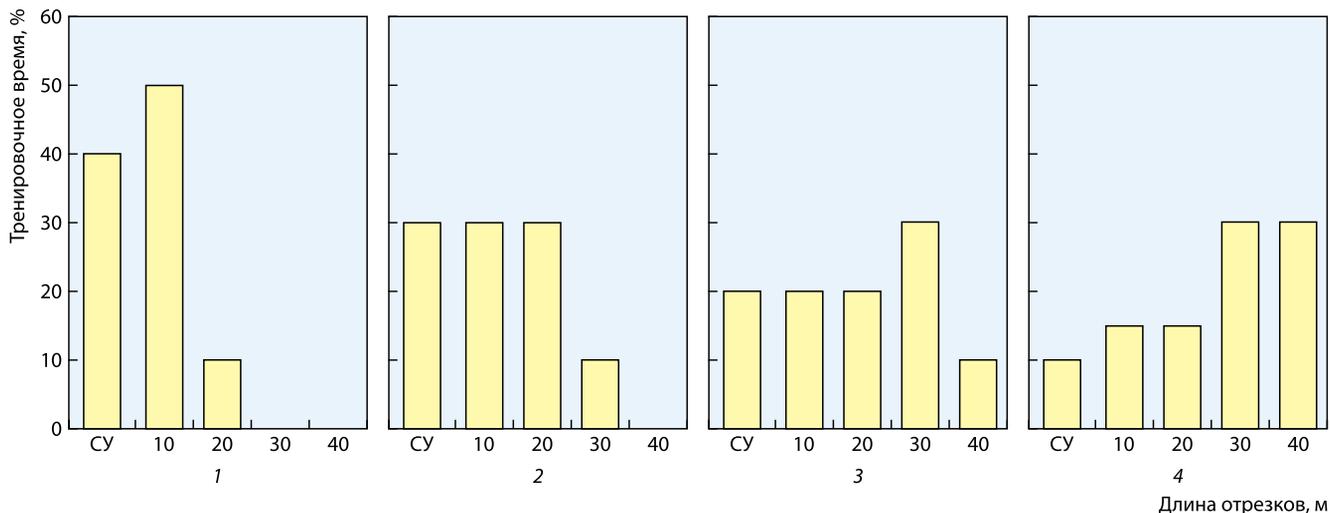


РИСУНОК 17.15 – Соотношение отрезков различной длины в процессе 12–16-недельной скоростной подготовки в спортивных играх: 1, 2, 3, 4 – 3–4-недельные мезоциклы; СУ – специальные упражнения (Hansen, 2014)

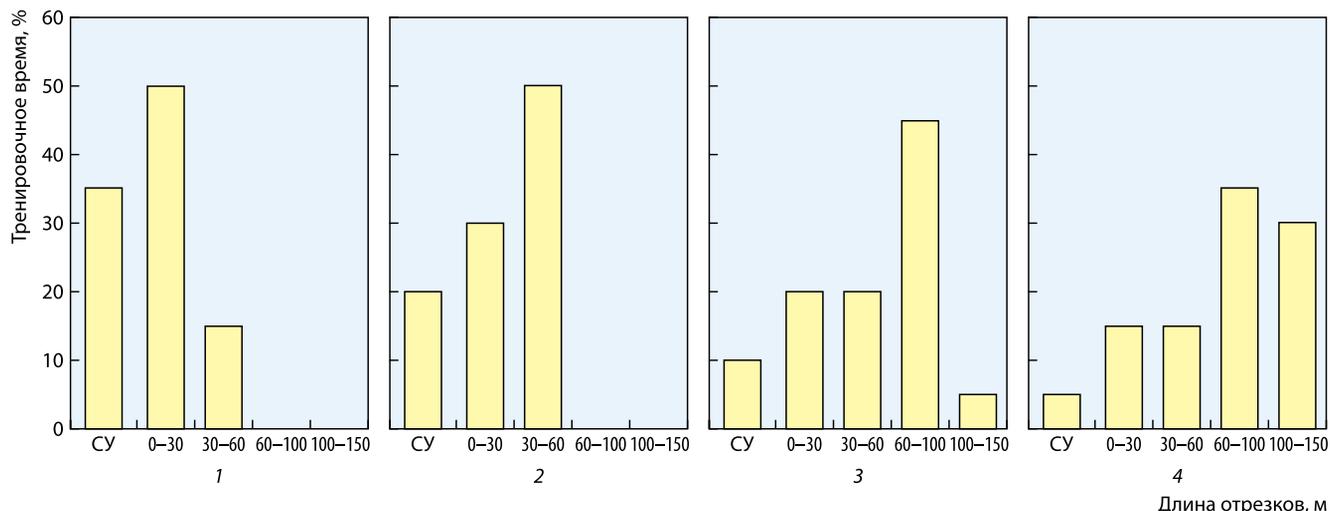


РИСУНОК 17.16 – Соотношение отрезков различной длины в процессе 30-недельной тренировки скоростной направленности в спринтерском беге: 1, 2, 3, 4 – недельные мезоциклы; СУ – специальные упражнения (Hansen, 2014)

Эффективным средством повышения скоростных возможностей является чередование скоростных упражнений, выполняемых в утяжелённых и облегчённых условиях. Например, в велосипедном спорте эффективны серии упражнений продолжительностью 6, 15, 30 и 60 с при езде в гору (2–4%) с паузами между отрезками 5–10 мин, а затем под гору в таком же режиме. Эти серии могут использоваться и в качестве специальных тестов, отражающих мощность работы, скоростные возможности, выносливость к работе анаэробного характера (Martin, 2014). Аналогичные упражнения широко используются в беге, плавании, конькобежном спорте, лыжных гонках и других видах спорта.

В каждом из видов спорта существуют средства и приёмы, увеличивающие нагрузку и затрудняющие скоростные проявления, а также уменьшающие нагрузку и способствующие повышению скоростных проявлений. Бег в гору, бег с дополнительными тормозными устройствами увеличивает нагрузку при тренировке лыжников, бегунов. Тормозные устройства, увеличенная площадь гребущей части весла повышают нагрузку в разных видах гребли. Плавание с тормозными устройствами, использование лопаток, увеличивающих площадь кисти, плавание на привязи повышают требования к скоростно-силовым возможностям пловцов. Напротив, бег под гору позволяет бегунам и лыжникам развить скорость, недоступную на ровной поверхности. Различные буксировочные устройства позволяют увеличить скорость передвижения в плавании и гребле.

В разных видах борьбы также широко используется чередование упражнений в утяжелённых и облегчённых условиях. С этой целью чередуются упражнения скоростного характера, выполняемые с большими и малыми отягощениями, различного рода скоростные приёмы при тренировке с тяжёлыми и лёгкими манекенами, серии тренировочных упражнений или тренировочные схватки с более тяжёлыми или более лёгкими партнёрами.

Повышению эффективности скоростной подготовки способствует периодическое выполнение упражнений с ориентацией на рекордный результат. В качестве таких упражнений могут выступать 5–10-кратные броски манекена в максимальном темпе, бег на дистанции 60, 100 или 200 м, плавание на дистанции 50 и 100 м, работа на различного рода эргометрах в течение 30 с с ориентацией на максимальный объём работы и т. п.

Такие упражнения должны выполняться в условиях полного восстановления после нагрузок предыдущих тренировочных занятий; после разносторонней разминки и психологической настройки на максимально доступный результат. В случаях применения серии таких упражнений (3 x 60 м — в беге, 4 x 50 м — в плавании и т. п.) между отдельными упражнениями должны планироваться продолжительные паузы (до 15–20 мин), в которых планируется комплекс тонизирующих и восстановительных процедур: массаж, ванны, упражнения на расслабление и растягивание, психическая настройка и др. Цель всех этих процедур — обеспечить оптимальные условия для выполнения упражнений на пределе скоростных возможностей.

Достижение спортсменом в таких упражнениях рекордного результата позволяет выявить скрытые функциональные резервы, преодолеть сформировавшийся скоростной барьер, вселить уверенность в правильности реализуемой методики тренировки, повысить мотивацию к дальнейшему росту результатов.

Продолжительность упражнений. Длина тренировочных отрезков

Продолжительность отдельных упражнений в процессе скоростной подготовки определяется их характером и необходимостью обеспечить высокий уровень скоростных способностей при их выполнении. При совершенствовании отдельных компонентов скоростных способностей (например, времени реакции, скорости одиночного движения) используют такие упражнения: очень непродолжительные — от долей секунды до 1–2 с, а при нескольких повторениях — до 5–10 с; непродолжительные (до 5–10 с); упражнения, направленные на совершенствование комплексных скоростных способностей при выполнении отдельных двигательных действий в спортивных играх, единоборствах, скоростно-силовых и сложнокоординационных видах. Выполнение сложных упражнений в спортивных играх, связанных со стартом, ускорениями, дистанционными отрезками, остановками, сменой направления движения, может занимать до 20–30 с.

Продолжительность упражнений зависит от компонента соревновательной деятельности для проявления скоростных возможностей в котором используются те или иные упражнения. Например, упражнения, направленные на повышение скорости старта в легкоатлетическом беге занимают не более 2–3 с. Продолжительность аналогичных упражнений в плавании (время сложной реакции на старте + время прохождения 10-метрового отрезка) занимает около 4 с. Упражнения, направленные на повышение скоростных возможностей при выполнении поворота в плавании (5–7,5 м до поворотного щита — 5–7,5 м — после), занимают около 5–8 с.

Упражнения, направленные на повышение абсолютного уровня дистанционной скорости в циклических видах спорта, могут колебаться в достаточно широком диапазоне — от 5–10 с в беге до 30 с — в плавании и гребле.

Интенсивность работы. Величина отягощений

При планировании интенсивности работы или скорости прохождения отрезков и дистанций необходимо исходить из того, что тренировочная работа должна оказывать на организм спортсмена воздействие, стимулирующее приспособительные изменения, лежащие в основе проявления свойств, которые в сумме определяют уровень скоростных возможностей. Этому способствует высокая, вплоть до максимальной, интенсивность упражнений. При выполнении скоростных упражнений спортсмен должен стремиться обеспечить уровень проявления скорости за счёт предельной мобилизации силы и быстроты, большой амплитуды и мощности движений.

Умение спортсмена в процессе тренировочных занятий выполнять скоростные упражнения на предельном и околопредельном уровнях, превышать наилучшие личные результаты в отдельных упражнениях служит основным стимулом повышения его скоростной подготовленности. Проявления скоростных качеств при тренировке спортсменов, особенно квалифицированных, во многом зависит от подбора таких средств и методических приёмов, которые обеспечивали бы оптимальный уровень стимуляции деятельности центральной нервной системы и исполнительных органов.

Однако скоростная подготовка не может быть ограничена скоростными упражнениями с максимальным и близким к нему уровнем интенсивности. Совершенствованию разных видов скоростных способностей и их составляющих помогают упражнения, выполняемые и с более низкой интенсивностью. При совершенствовании быстроты выполнения одиночного движения следует использовать различный темп — от умеренного (30–40 % максимально возможного) до околопредельного (85–95 %) и предельного.

При совершенствовании частоты движений упражнения выполняются в околопредельном и предельном темпе. Совершенствуя быстроту реакции, следует выполнять движения с максимально возможной скоростью, внимание спортсмена должно концентрироваться на предельно быстром выполнении начальных элементов движения в ответ на полученный сигнал. При этом в качестве сигнала необходимо использовать различные раздражители — звуковые, тактильные, световые, постоянно варьировать места их подачи, порядок и ритм чередования.

Не следует думать, что такие виды скоростных способностей, как время одиночного движения и даже время реакции, наилучшим образом совершенствуются при выполнении движений с минимальным отягощением и предельно допустимой скоростью. При незначительных отягощениях спортсмену не удастся обеспечить интенсивную проприоцептивную афферентацию, сопровождающую движение, активируя тем самым формирование эффективной центральной моторной программы. Если скоростные упражнения выполняются с определёнными отягощениями, интенсивная афферентная импульсация способствует установлению рациональной согласованности и быстроты включения мышц в работу, координации деятельности мышц по ходу выполнения движений, быстрому вовлечению в работу необходимого количества двигательных единиц, т. е. выработке оптимальной внутри- и межмышечной координации (Верхошанский, 1988).

Величина применяемого отягощения в определённой мере зависит от совершенствуемого вида скоростных способностей. Для совершенствования быстроты выполнения одиночного движения, а также частоты движений наиболее целесообразны отягощения, составляющие 15–20 % максимального уровня силы. При совершенствовании комплексных видов скоростных способностей величина отягощений резко возрастает и может колебаться в диапазоне от 30–40 до 100 %. Особое внимание следует уделять упражнениям, выполняемым с отягощениями, лежащими в диапазоне 50–70 %, что обеспечивает достижение максимальной выходной мощности.

Величина отягощений в процессе скоростной подготовки находится в прямой зависимости от специфики вида спорта. При подготовке спортсменов, специализирующихся в тяжёлой атлетике, борьбе вольной и греко-римской, легкоатлетических метаниях, скоростные упражнения предполагают высокую долю силового компонента — 50–70 % и более, вплоть до максимально доступного уровня проявления силы. В гребле, плавании, легкоатлетическом беге, беге на коньках, теннисе, гандболе, баскетболе основной объём скоростных упражнений связан с силовыми проявлениями, лежащими в диапазоне от 30–40 до 60–70 %, а в бадминтоне, настольном теннисе — от 15–20 до 30–40 %.

На первом (общеподготовительном) этапе подготовительного периода основной объём работы должен выполняться со скоростью 85–95%, что обеспечивает наилучшие условия для совершенствования техники и нейромышечной регуляции движений. Длину пробегаемых отрезков в приведенных диапазонах следует увеличивать постепенно, что обеспечивает более эффективную и планомерно развивающуюся адаптацию и профилактику травм. Скоростные упражнения целесообразно сочетать с силовыми, опять же плавно изменяя их преимущественную направленность – максимальная сила, скоростная сила, силовая выносливость (Hansen, 2014). На втором, специально-подготовительном, этапе подготовительного периода и в соревновательном периоде скорость при выполнении большинства упражнений должна быть увеличена до 95–100%. Паузы между упражнениями должны быть продолжительными, позволяющими обеспечить полное восстановление работоспособности.

Паузы между упражнениями и количество упражнений в сериях и программах занятий

При развитии скоростных качеств продолжительность пауз следует планировать таким образом, чтобы к началу очередного упражнения возбудимость центральной нервной системы была повышена, а физико-химические сдвиги в организме уже нейтрализованы.

Если паузы будут короче, в организме спортсмена произойдет накопление продуктов распада, что приведет к снижению работоспособности в очередных упражнениях. Дальнейшее продолжение работы в этих условиях будет в большей мере повышать анаэробную (гликолитическую) производительность, чем совершенствовать скоростные возможности. Излишне продолжительные паузы снижают ниже оптимального уровня возбудимость центральной нервной системы, могут привести к снижению внутренней температуры тела, отрицательно сказаться на психической настроенности спортсмена, снизить качество восприятий временных, пространственных и динамических параметров движений.

В процессе скоростной подготовки паузы колеблются в очень широком диапазоне; их продолжительность зависит от координационной сложности упражнений, объёма мышц, вовлечённых в работу при выполнении конкретного упражнения, продолжительности упражнения, интенсивности работы при их выполнении. Между сложными в координационном плане упражнениями, связанными с высокой нагрузкой на центральную нервную систему, паузы должны быть продолжительнее, чем между относительно простыми упражнениями, хорошо освоенными спортсменами. Между скоростными упражнениями локального характера, вовлекающими в работу менее 30% мышечной массы, паузы короче, чем между упражнениями частичного (с участием в работе до 60% мышечной массы) или глобального (свыше 60% мышечной массы) характера (табл. 17.2).

ТАБЛИЦА 17.2 – Режим работы и отдыха при развитии комплексных скоростных способностей

Продолжительность упражнения, с	Интенсивность работы, % максимальных показателей скорости	Продолжительность пауз при выполнении упражнений, с		
		локального характера	частичного характера	глобального характера
До 1	95–100	15–20	30–40	45–60
	90–95	10–15	20–30	30–45
	80–90	5–10	15–20	20–30
4–5	95–100	30–40	50–80	80–120
	90–95	20–50	40–60	60–90
	80–90	15–20	30–40	50–60
8–10	95–100	40–60	80–100	120–150
	90–95	30–40	60–80	90–120
	80–90	20–30	40–60	60–90
15–20	95–100	80–120	120–150	180–240
	90–95	60–80	100–120	150–180
	80–90	40–60	80–100	120–150

При этом следует учитывать, что многократное выполнение скоростных упражнений с высокой интенсивностью даже при оптимальных паузах вызывает кумуляцию физико-химических сдвигов, снижение уровня психической готовности к выполнению высокоинтенсивной работы. Увеличению объёма работы в оптимальных условиях для развития скоростных возможностей способствует серийное выполнение упражнений.

Паузы между кратковременными упражнениями (менее 1 с) локального характера (например, укол в фехтовании, одиночный короткий удар в боксе, удар по мячу в настольном теннисе и т. п.) могут составлять всего 15–20 с. Если такие упражнения выполняются сериями (4–5х 10–15 повторений), то отдых между упражнениями должен быть продолжительным: в случае выполнения упражнений с максимальной скоростью – 3–5 мин, со скоростью 90–95 % – 2–3 мин.

Беговые отрезки, преодолеваемые с предельной скоростью, требуют продолжительного отдыха, обеспечивающего восстановление запасов АТФ и КрФ в мышечной ткани. Например, отдых между отрезками в серии 4х 10 с должен составлять 1–2 мин; между отрезками в серии 4х 30 м – 3 мин, между отрезками в серии 4х 60 м – 5–6 мин. Преодоление с предельной скоростью отрезков большей протяженности требует существенного увеличения продолжительности отдыха: 1х 80 м, отдых 12 мин, 1х 100 м, отдых 15 мин, 1х 120 м, отдых 20 мин, 1х 150 м (Hansen, 2014). Паузы такой серии следует заполнять малоинтенсивным бегом восстановительного характера, легким массажем.

В таблице 17.3 приведена программа типового тренировочного занятия скоростной направленности, характерная для подготовки спортсменов, специализирующихся в спринтерском беге. Большую часть времени в занятии занимают разминка и паузы отдыха между упражнениями и их сериями. На спринтерские упражнения, которых в общей сложности всего девять, отводится небольшое время. При этом автор достаточно обоснованно считает, что такой режим работы в занятии, с одной стороны, оказывается мощным стимулом для развития скоростных способностей, а с другой – требует исключительно высокой мобилизации функциональных резервов. Восстановление возможностей нервно-мышечной системы к высокоскоростной работе после такого занятия может потребовать от 48 до 72 ч, что и определяет частоту применения таких занятий (Shephard, 2013).

Аналогичных взглядов придерживается известный специалист в лёгкой атлетике, двукратный олимпийский чемпион В. Борзов (2013, 2017), который считает необходимым в процессе скоростной подготовки ориентироваться исключительно на качественные характеристики упражнений при незначительном суммарном объёме работы в занятиях, чередуя высокоинтенсивные скоростные упражнения (3–10 с) с продолжительным пассивным отдыхом, бегом малой интенсивности и упражнениями на расслабление.

В тренировочных занятиях скоростные упражнения обычно составляют часть программы занятия, выполняются после разминки, в условиях устойчивого состояния. Суммарный объём

ТАБЛИЦА 17.3 – Программа занятия скоростной направленности в тренировке бегунов-спринтеров (Sheppard, 2014)

Упражнения	Паузы отдыха	
Разминка		
Медленный бег	800 м	
Статическое растяжение	10 мин	
Динамическое растяжение	10 мин	
Ходьба в максимальном темпе	2 × 10 м	1 мин
Прыжки	3 × 20 м	1 мин
Прыжки вверх с броском медицинбола	3 × 10 с	30 с
Бег прыжками	3 × 30 м	2 мин
Ускорения		
Ускорения из разных стартовых положений	20 м	3 мин
Старты		
Старты по команде	30 м	5 мин
Скоростной бег		
Бег с максимальной скоростью	20 м	5 мин
	30 м	7 мин
	40 м	10 мин

разного рода кратковременных скоростных упражнений невелик. Например, применительно к подготовке бегунов-спринтеров он может составлять 500–1000 м (Hansen, 2014). Оптимальный объём скоростных упражнений для квалифицированных пловцов — 400–600 м. Соотношение между суммарной продолжительностью работы и отдыха обычно колеблется в диапазоне от 1:10–15 до 1:20–30 (Платонов, 2015).

Скоростная подготовка на разных этапах возрастного развития и многолетнего совершенствования

На методику повышения скоростных способностей большое влияние оказывают особенности возрастного развития спортсмена, задачи и содержание каждого из этапов многолетней подготовки.

Многие специалисты рекомендуют процесс скоростной подготовки в системе многолетнего совершенствования увязывать с сенситивными периодами, т. е. периодами возрастной предрасположенности к скоростным проявлениям и более выраженным адаптационным реакциям (Гужаловский, 1984; Волков, 2002; Balyi et al., 2013; French et al., 2014). Таким образом, работа над повышением скоростных способностей может занять существенное место уже в подготовке юных спортсменов, находящихся в препубертатном периоде развития, в отличие от силовой подготовки, которой следует уделять серьёзное внимание лишь в постпубертатном периоде (Meulan, Cronin, 2014).

Конечно, возрастная предрасположенность к развитию разных видов скоростных способностей должна учитываться в тренировочном процессе, однако быть лишь одним из факторов, определяющих методику скоростной подготовки.

Скоростные способности, прежде всего их специальные комплексные виды, которые в основном обуславливают эффективность тренировочной и соревновательной деятельности, органически взаимосвязаны с техническим мастерством спортсмена, уровнем развития максимальной и, особенно, скоростной силы, мощностью и ёмкостью анаэробных систем энергообеспечения, разными видами координационных способностей. Поэтому не сенситивные периоды, а закономерности становления этих составляющих спортивного мастерства являются той основой, на которой может быть построен процесс совершенствования комплексных видов скоростных способностей.

При подготовке детей и подростков, находящихся на первых двух этапах многолетней подготовки, скоростная подготовка строится на основе использования разнообразных упражнений общеподготовительного и вспомогательного характера, объединяется в единую систему с координационной подготовкой.

Узконаправленные скоростные упражнения преимущественно связаны с проявлением элементарных форм быстроты — двигательными реакциями, частотой движений, скоростью выполнения отдельных двигательных действий. Совершенствование комплексных видов скоростных способностей осуществляется преимущественно на основе использования общеподготовительных и вспомогательных упражнений и носит базовый характер. Это вполне естественно, так как на ранних этапах многолетней подготовки технические и функциональные предпосылки для развития специальных видов у юных спортсменов крайне незначительны.

В качестве средств скоростной подготовки используют материал спортивных и подвижных игр, разного рода комплексы общеподготовительных и специальных упражнений с относитель-

но невысоким внешним сопротивлением. Специальная скоростная подготовка оказывается эффективной после окончания периода полового созревания, когда создаются естественные гормональные предпосылки для мышечной гипертрофии БС-волокон и повышения мощности движений. Таким образом, на третьем и, особенно, последующих этапах многолетней подготовки работа над развитием скоростных качеств приобретает специальный характер, преимущественно ориентирована на развитие разных видов комплексных скоростных способностей, органически увязывается с техникотактической подготовленностью, максимальной и скоростной силой, разными видами специфических координационных способностей. При подборе скоростных упражнений большое значение уделяется наличию взрывного силового компонента, что предопределяет широкое использование плиометрического метода.

В течение многолетней подготовки акцент в работе над развитием скоростных способностей постоянно перемещается с совершенствования нейрорегуляторных основ разнообразной мышечной деятельности на развитие способностей к повышению импульса силы и мощности работы в различного рода двигательных действиях, характерных для конкретного вида спорта. Например, при развитии скоростных качеств применительно к спринтерскому бегу их повышение вначале обуславливается увеличением частоты шагов. В дальнейшем повышение силовых возможностей мышц, упругости и прочности комплекса мышцы—сухожилия, улучшение межмышечной координации приводят к тому, что увеличение скорости бега происходит уже преимущественно за счёт уменьшения времени контакта ноги с поверхностью дорожки и увеличения длины шага. Это происходит уже после завершения полового созревания на этапе подготовки к высшим достижениям, когда большой объём тренировочных средств направлен на повышение силовых возможностей, мощности и ёмкости алактатной системы энергообеспечения работы и становление соответствующей техники бега.

Аналогичная ситуация и в других видах спорта. В гребле, плавании, велосипедном спорте на ранних этапах многолетней подготовки специальные скоростные способности в большей мере определяются частотой, чем мощностью движений. В дальнейшем скоростная подготовка базируется на возросшем уровне силовых возможностей и технического мастерства. В результате прирост скорости происходит за счёт мощностных характеристик, что проявляется в увеличении расстояния, преодолеваемого в каждом цикле движений.

Стимуляция работоспособности в скоростной подготовке

В процессе скоростной подготовки широко применяются различные средства, стимулирующие проявление мощности движений за счёт увеличенного сопротивления, а также скорости передвижения, превышающей доступную спортсмену в обычных условиях, путём создания облегчающих условий. Например, в беге для повышения мощности и развития взрывной силы используется бег с парашютом, сопротивлением партнёра, буксировкой отягощений, с поясом или жилетом с дополнительным отягощением, бег по песку, бег в гору. Для повышения скорости и преодоления скоростного барьера используются бег под уклон, буксировка, бег при сильном попутном ветре.

Аналогичные средства применяются в других видах спорта. Для повышения скорости в плавании или гребле широко используются буксировка, тренировка в гидрокостюмах. Для повышения мощности движений — различного рода средства, повышающие требования к силовым возможно-

стям — различные тормозные устройства, приспособления, увеличивающие площадь поверхности кисти — у пловцов, специальные весла — у гребцов и т. п.

Для повышения эффективности скоростной подготовки специального характера большое значение имеет вариативность двигательных действий при выполнении соревновательных и основных специально-подготовительных упражнений за счёт чередования нормальных, облегчённых и затруднённых условий. В борьбе это может быть чередование бросков манекенов разной массы (большая, средняя, малая) в максимальном темпе; в плавании — проплывание коротких отрезков (10–15 м) с предельной скоростью после плавания с растягиванием на максимальную длину резинового шнура или проплывания 25-метровых отрезков с принудительным лидированием (скорость 110 %) или после 30-секундного плавания на привязи с максимальной интенсивностью; в гребле академической — чередование скоростных отрезков, преодолеваемых в нормальных условиях или с гидротормозом; в велосипедном спорте на треке — чередование преодоления скоростных отрезков в обычных условиях и при гонке за лидером и т. п. Такие средства совершенствуют внутри- и межмышечную координацию, способность к реализации скоростно-силовых возможностей в условиях соревновательной деятельности, оказывают положительное влияние на формирование динамичной техники движений. При использовании всякого рода дополнительных средств следует учитывать, что как их избыточный объём, так и избыточная нагрузка способны отрицательно сказаться на технике движений. Например, бег под уклон, превышающий $5-7^\circ$, или буксирование со скоростью, превышающей максимальную на $7-10\%$, приводят к серьёзному нарушению рациональной техники бега, так как спортсмен интуитивно стремится защититься от возможного падения — отклоняет тело назад, включает мышцы, способствующие торможению (Stone et al., 2008).

Важным методическим приёмом, способствующим повышению эффективности скоростной подготовки, являются правильная психическая мотивация, создание специфического эмоционального фона, обеспечивающего более полную реализацию функционального потенциала при выполнении тренировочной и соревновательной работы. Для этой цели создается соревновательная обстановка на занятиях, проводится совместная тренировка равных по силам спортсменов, применяются разнообразные упражнения, представляется постоянная информация о результативности выполнения заданий и т. п. Умелое использование этих возможностей позволяет повысить уровень проявления скоростных способностей спортсменов, что оказывает большое влияние на эффективность тренировочного процесса.

Не менее эффективным приёмом является предварительная нервно-мышечная стимуляция работоспособности спортсменов. Возможно большое количество вариантов: средства предварительной стимуляции могут иметь избирательный (например, только педагогические или физические) или комплексный (различные средства в одном стимулирующем комплексе) характер; планироваться перед комплексом скоростных упражнений или вводиться отдельными порциями между скоростными упражнениями.

Проиллюстрировать эффективность предварительной стимуляции работоспособности можно результатами исследований, проведенных с пловцами высокой квалификации. Так, выполнение перед тренировочной серией из пяти стартовых прыжков комплекса кратковременных упражнений взрывного характера, требующих мобилизации возможностей мышц нижних конечностей, приводит к существенному повышению эффективности старта. Уменьшается время старта и под влиянием предварительного применения физических средств (например, гидромассаж $5-7$ мин в хвойной ванне). Однако наибольший эффект наблюдается при комплексном применении педагогических и физических средств (рис. 17.17).

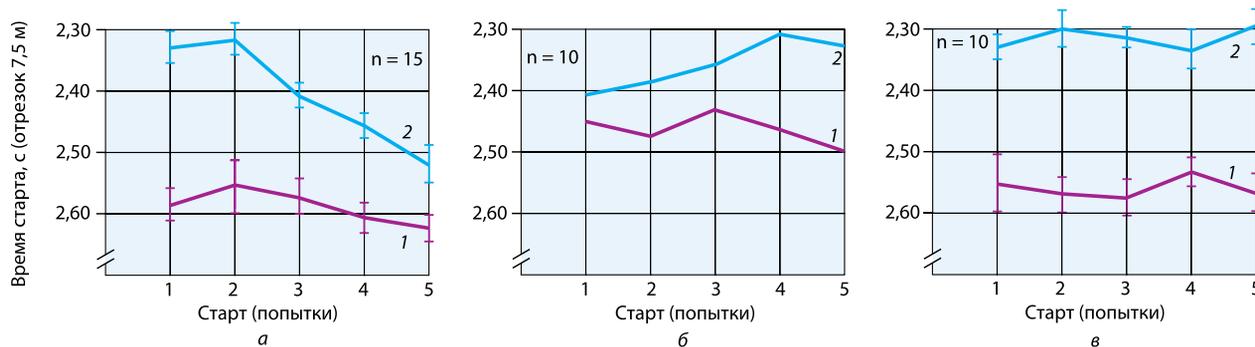


РИСУНОК 17.17 – Влияние педагогических (а), физических (б) средств и комплексного применения педагогических и физических средств (в) предварительной стимуляции работоспособности на эффективность старта: 1 – без предварительной стимуляции; 2 – с предварительной стимуляцией

Не менее перспективным является вариант, связанный с повышением скоростных показателей движений под влиянием предварительного выполнения родственных упражнений с дополнительными отягощениями. Например, перед спринтерскими упражнениями осуществляется работа 15–20 с на силовых тренажёрах, позволяющих имитировать скоростные движения, или используются утяжелённые снаряды (ядро, диск, копьё) в лёгкой атлетике, или тяжёлые манекены – в борьбе. В этом случае спортсмены чаще добиваются более высоких показателей скорости в основных упражнениях, чем без предварительного применения упражнений с повышенной силовой нагрузкой.

Одним из путей повышения эффективности скоростной подготовки является планирование в тренировочном процессе микроциклов спринтерской направленности. Необходимость этого (особенно при тренировке квалифицированных спортсменов) вызвана прежде всего тем, что большие объёмы и интенсивность работы, характерные для современного тренировочного процесса, часто обуславливают выполнение программ занятий и микроциклов в условиях недовосстановления. Это в большой степени сдерживает проявление спринтерских качеств в занятиях скоростной направленности. Планирование отдельных микроциклов скоростной направленности в значительной мере позволяет устранить данное противоречие. Однако высокий тренирующий эффект таких микроциклов возможен лишь тогда, когда их планируют после восстановительных микроциклов, что позволяет достигнуть наивысших показателей работоспособности в отдельных упражнениях.

Среди эффективных педагогических средств стимуляции скоростных качеств следует отметить выполнение кратковременных упражнений в конце занятий аэробного характера, построенных на большом объёме работы умеренной интенсивности. В этом случае спортсменам часто удается проявить скоростные качества на уровне, недоступном в начале тренировочного занятия, непосредственно после разминки. Прежде всего это обусловлено положительным влиянием длительного выполнения относительно малоинтенсивной работы на улучшение меж- и внутримышечной координации, налаживание оптимального взаимоотношения двигательной и вегетативных функций.

Для стимуляции скоростных способностей при выполнении различных упражнений эффективны некоторые технические средства и приёмы; например, использование специальных буксировочных устройств, которые позволяют бегуну, гребцу, пловцу продвигаться со скоростью, на 5–10% превышающей доступную ему. При этом спортсмен выполняет движения с максимальной интенсивностью, стараясь привести их в соответствие с более высоким уровнем скорости. Такую же роль играет гонка за лидером при тренировке велосипедистов.

Проявлению спринтерских качеств способствует правильная психическая мотивация во время тренировочной работы, применение соревновательного и игрового методов при выполнении различных упражнений, создание соревновательного микроклимата в каждом тренировочном занятии (Вайцеховский, 1985).

Тестирование скоростных способностей

Тестирование скоростных способностей может проводиться в условиях неспецифических и специфических испытаний. Неспецифические тесты приемлемы для контроля таких элементарных проявлений скоростных качеств, как скрытый период простой двигательной реакции, скорость простого одиночного движения, частота элементарных движений. Для оценки скоростных способностей в более сложных двигательных действиях, скоростные проявления в которых в большей или меньшей мере зависят от моторного компонента, необходимы специфические тесты, построенные на движениях, характерных для технического арсенала конкретного вида спорта.

К сожалению, в последние годы для оценки разных видов скоростных способностей широко рекомендуются компьютерные программы психодиагностической направленности, опирающиеся на различные виды реагирования с простейшими видами моторной составляющей. Рекомендуются тесты для определения скорости простой и сложной зрительно-моторной реакции, скорости и стабильности двигательной активности, скорости зрительно-моторной реакции в условиях дефицита времени, вариативности ситуаций, дефицита информации; скорости зрительно-моторной реакции, опирающейся на ощущения и восприятия и др. Применительно к спорту эти программы малоэффективны и, возможно, могут использоваться при тестировании скоростных способностей у детей в процессе начального отбора и то с осознанием того факта, что дети, привыкшие к работе с компьютером, увлекающиеся компьютерными играми, несомненно, опередят детей, более способных в отношении возможностей сенсомоторной системы, но не имеющих большой практики работы с компьютером. Что же касается спорта высших достижений, то ориентация на такое тестирование не приводит к получению объективной информации в силу отсутствия специфической моторной составляющей. Именно двигательная составляющая, которая опирается на обширную моторную память, включающую нейро- и психорегуляторные, а также исполнительные компоненты, в том числе реакции антиципации, является основой успешных скоростных проявлений различного рода.

При организации контроля и выборе показателей для оценки скоростных способностей необходимо учитывать следующие общие положения:

- показатели простой неспецифической двигательной реакции на различные раздражители (световой, звуковой, тактильный), регистрируемые в неодинаковых условиях (реагирование разными частями тела, в разнообразных исходных положениях), эквивалентны. Спортсмены, демонстрирующие более высокие показатели в одной ситуации, оказываются более быстрыми и во всех других ситуациях;
- показатели простой специфической реакции мало взаимосвязаны, поскольку степень освоенности движений, следующих за латентным периодом реакции, существенно влияет на общее время реакции (бегун-спринтер может оказаться медлительным при старте в беге на коньках и т. д.);
- отсутствие зависимости между показателями времени простой и сложной реакции, элементарными и комплексными формами проявления быстроты.

Тестирование скоростных способностей предполагает соответствие двигательной программы тестов специфике двигательных действий конкретного вида спорта, характерным для них режимам скоростной работы — ациклическому и циклическому, а также промежуточному, каким является стартовый разгон. Следует учитывать, что во многих двигательных действиях, характерных для тренировочной и соревновательной деятельности разных видов спорта, эти режимы в чистом виде, как правило, не проявляются, а реализуются в тесном взаимодействии друг с другом. В футболе, гандболе и других спортивных играх, например, двигательные действия скоростного характера могут базироваться как на использовании одного из режимов, так и на их сложных сочетаниях. В скоростно-силовых видах лёгкой атлетики соревновательная деятельность может базироваться лишь на ациклическом режиме (толкание ядра), либо на сочетании стартового разгона с ациклической работой (метание копья, метание молота), либо на сочетании всех трёх режимов (прыжки в длину). В плавании ациклический режим (старт, поворот) переходит в циклический. Все это, естественно, должно учитываться при разработке программ различных тестов для оценки скоростных качеств.

Специалисты (Triplett, 2012) рекомендуют дифференцировать особенности проявления скоростных способностей в тестах различной протяженности. Основанием для этого являются данные, согласно которым фаза ускорения для 30-метрового отрезка составляет около 10 м, а 100-метрового — 30 м (Plisk, 2008). Для оценки способности к ускорению эффективным является **10-метровый тест**. Этот тест информативен для бега, а также любого вида спорта, требующего быстрой реакции и большого количества коротких перемещений с максимальным ускорением, — футбола, баскетбола, тенниса, бадминтона, хоккея с шайбой и др. **30-метровый тест** объединяет два вида скоростных проявлений — способность к ускорению и поддержанию максимальной скорости в течение определённого времени. Этот тест характерен для спринтерского бега, футбола, хоккея с шайбой, баскетбола, бейсбола и др. **60-метровый тест** в основном ориентирован на оценку способности к поддержанию достигнутой максимальной скорости, что исключительно информативно для спринтерского бега, футбола, хоккея на траве, бейсбола.

При тестировании скоростных способностей в спортивных играх следует учитывать относительную независимость таких показателей, как время от стартового сигнала до окончания первого шага, ускорение на отрезке 5—10 м, скорость на отрезке 30—40 м, скорость замедления движения и остановки, скорость изменения направления движения. Регистрацию скоростных способностей в этих тестах необходимо осуществлять с помощью современного и вполне доступного электронного оборудования, которое позволяет не только оценить суммарный результат, но и выделить в каждом из тестов отдельные фазы. Тестирование следует проводить в закрытых помещениях и на покрытии, на котором игроки тренируются и выступают.

При подборе программ тестов, связанных с контролем скоростных возможностей в условиях сложных реакций и реакций предвосхищения, следует внимательно следить за необходимым объёмом информации, которую должен перерабатывать спортсмен в процессе реагирования, а также технико-тактической сложностью двигательных действий, необходимых для успешного реагирования. Малый объём обрабатываемой информации упрощает задание и не даёт возможности оценить способность к реагированию в сложных ситуациях тренировочной и соревновательной деятельности. Избыточный объём, излишняя сложность двигательных заданий также ставят спортсмена в условия, которые не позволяют реально оценить уровень скоростных способностей по причине нереально поставленной задачи.

При планировании контроля скоростных возможностей как в отношении содержания тестов, так и методики их использования, следует помнить, что в процессе испытаний спортсмен должен

находиться в условиях высокой работоспособности, без признаков развивающегося утомления. Время, в течение которого возможно выполнение работы максимальной интенсивности, обычно не превышает 15–20 с. Этим и следует руководствоваться при выборе специфических контрольных упражнений.

Тестирование скоростных способностей необходимо органически увязывать с составом двигательных действий, характерных для специальной тренировочной и соревновательной деятельности данного вида спорта. Даже в отношении простых форм проявления скоростных качеств следует ориентироваться на адекватные для данного вида спорта показатели. В частности, оценка времени простой реакции и реакции выбора особенно широко применяется в спортивных играх и единоборствах, видах спорта со сложной координацией движений. Скорость одиночного движения наиболее информативна в боксе, фехтовании, легкоатлетических метаниях, тяжелой атлетике. Частота движений является особенно важным показателем скоростных способностей в спринтерском беге, спринтерской велосипедной гонке и гонке на 1 км с места на треке.

Тестирование скоростных способностей должно иметь разносторонний и комплексный характер, охватывать все основные виды их проявлений в том или ином виде спорта. Для спортсменов, специализирующихся в беге, этим условиям отвечают следующие показатели:

- время реакции на выстрел стартера (время от момента выстрела до отрыва ног от колодок), с;
- линейное ускорение (по горизонтали) общего центра массы (ОЦМ) тела и его звеньев, $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$;
- время пробегания фиксированного расстояния со старта (5, 10, 30, 60 м), с;
- время пробегания фиксированного участка (30, 50, 100 м) с хода, с;
- частота (темп) беговых движений в 1 мин;
- число беговых шагов на заданной дистанции (50, 100 м);
- время, необходимое для выполнения заданного количества беговых циклов (10, 20) при беге с хода, с.

Для оценки скоростных возможностей пловцов в числе основных показателей следует назвать:

- время от стартового сигнала до первых подготовительных движений, с;
- время от первых подготовительных движений на старте до отрыва ног от стартовой тумбочки, с;
- время прохождения первых 5 м дистанции, свидетельствующее об эффективности полёта тела, входа в воду и скольжения, с;
- время прохождения вторых 5 м дистанции, свидетельствующее об эффективности перехода от скольжения к первым плавательным движениям, с;
- время, необходимое для выполнения поворота (5 м — до поворотного щита, 5 м — после), с;
- уровень максимальной скорости плавания, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$;
- скорость движения кисти в основной части гребка при плавании с максимальной скоростью, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Указанные показатели могут быть дополнены другими, способствующими дифференцированной оценке скоростных способностей применительно к требованиям различных участков соревновательной дистанции. Оценка скоростных способностей пловцов высокого класса — участников чемпионатов Европы, мира, Олимпийских игр — свидетельствует о том, что достижения в соревнованиях в равной мере могут определяться успешностью действий на старте, эффективностью поворота или уровнем дистанционной скорости. Например, многие выдающиеся пловцы, имея наивысшие показатели дистанционной скорости на Играх Олимпиад и чемпионатах мира, не сумели стать чемпионами или занять места соответственно уровню дистанционной скорости из-за недостаточно эффективного выполнения старта или поворота. Кроме того, ряд спортсменов, заметно уступая соперникам в дистанционной скорости, сумели достичь выдающихся результатов за счёт исключи-

тельно эффективного старта или поворота при относительно невысокой дистанционной скорости по сравнению с основными соперниками.

По такому же принципу разрабатываются тесты для лыжных гонок, конькобежного спорта, гребли академической и гребли на байдарках и каноэ, шорт-трека и др. Общая продолжительность теста не должна превышать 15–20 с; для оценки скорости старта и ускорения следует использовать 3–5-секундные тесты; для определения уровня максимальной скорости – 6–8-секундные; для выявления устойчивости максимальной скорости – 10–20-секундные (Harman, Garhammer, 2008; Triplett, 2012).

Исключительно разносторонним должно быть тестирование скоростных способностей в спортивных играх и единоборствах. Например, в спортивных играх следует оценивать быстроту сложных реакций, скорость одиночных двигательных действий (прыжков, ударов, бросков, передач, силовых противодействий и др.), скорость старта, стартового разгона, дистанционную скорость, быстроту замедления движения, быстроту остановки, быстроту изменения направления движения (рис. 17.18).

В каждой из групп видов спорта есть своя специфика в системе контроля скоростных качеств, например, в скоростно-силовых видах прежде всего регистрируют скорость вылета ОЦМ в прыжках ($m \cdot c^{-1}$), начальную скорость вылета снаряда (диска, ядра, молота) ($m \cdot c^{-1}$). В единоборствах регистрируют время выполнения отдельных приёмов: ударов – в боксе, бросков – в борьбе и др.; число разнообразных приёмов, выполняемых в единицу времени (до 10–15 с), например, количество бросков манекена за 10 с, количество разнообразных прямых и боковых ударов по мешку, выполняемых по заданной программе за 15 с, – в боксе.

Применительно к каждому из видов спорта тестирование может носить избирательный или комплексный характер. При избирательном тестировании оценивается один из видов скоростных способностей – время реакции, эффективность ускорения, дистанционная скорость, время остановки, скорость выполнения отдельного приёма и т.д. Комплексное тестирование предполагает сложные программы тестов, в которых в течение 15–20 с проявляются во взаимодействии различные виды скоростных способностей, отражающие совокупность важнейших технико-тактических действий. В спортивных играх это может быть сенсомоторная реакция, скорость старта, ускорения, замедления движения, остановки, изменения направления движения, дистанционная скорость, действия с мячом, реакция на неожиданные раздражители и др. В плавании, в 12–15-секундном тесте, проводимом в 25-метровом бассейне, может быть осуществлена комплексная оценка скоростных качеств, включающая реакцию на старте, быстроту его выполнения, скорость прохождения подводного отрезка после старта, уровень дистанционной скорости, быстроту выполнения поворота (Платонов, 2012).

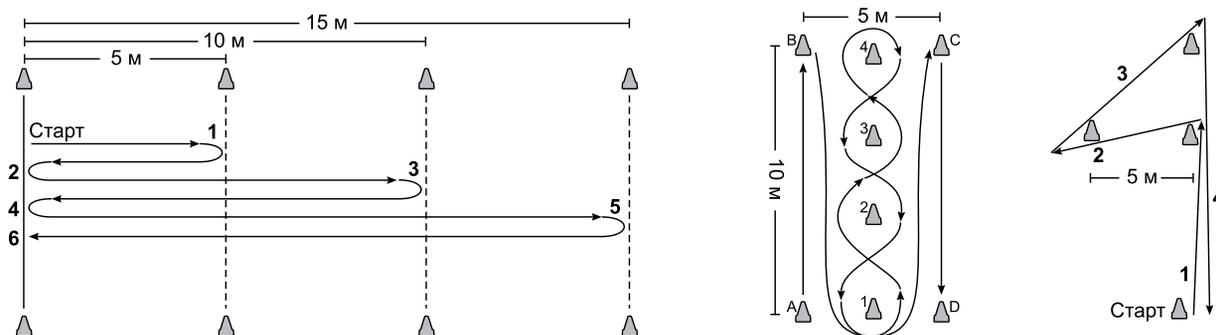


РИСУНОК 17.18 – Тесты, рекомендуемые для оценки скоростных перемещений спортсменов, специализирующихся в спортивных играх (Lockie, 2019)

При тестировании скоростных возможностей у спортсменов исключительно важно ориентироваться на проявление их автономии, способности к реализации адекватных конкретной ситуации двигательных действий на основе множества развитых в процессе тренировки нервно-мышечных путей и автоматизмов. Поэтому концентрация внимания и контроля на внешние характеристики должна постоянно сопровождать выполнение программ скоростных тестов. Если же концентрация внимания смещается на внутренние характеристики (положение тела, рук, ног, мышечные ощущения и др.), информативность контроля снижается (Никитенко, 2018; Lockie, 2019).

ВЫНОСЛИВОСТЬ И МЕТОДИКА ЕЁ РАЗВИТИЯ

Виды выносливости

Под выносливостью принято понимать способность к эффективному выполнению упражнения, преодолевая развивающееся утомление. Уровень развития этого качества обуславливается энергетическим потенциалом организма спортсмена и его соответствием требованиям конкретного вида спорта, эффективностью техники и тактики, психическими возможностями спортсмена, что обеспечивает не только высокий уровень мышечной активности в тренировочной и соревновательной деятельности, но и отдаление и противодействие процессу развития утомления.

Многообразие факторов, определяющих уровень выносливости в разных видах мышечной деятельности, побудило специалистов классифицировать виды выносливости на основе использования различных признаков. В частности, выносливость подразделяют на общую и специальную, тренировочную и соревновательную, локальную, региональную и глобальную, аэробную и анаэробную, мышечную и вегетативную, сенсорную, координационную и эмоциональную, статическую и динамическую, скоростную и силовую. Разделение выносливости на эти виды позволяет в каждом конкретном случае осуществлять анализ составляющих, определяющих проявление данного качества, подобрать наиболее эффективную методику его совершенствования.

Специфика развития выносливости в конкретном виде спорта должна исходить из анализа факторов, ограничивающих уровень проявления этого качества в соревновательной деятельности с учётом всего многообразия порождаемых ею требований к регуляторным и исполнительным органам.

В практических целях выносливость обычно подразделяют на общую и специальную.

Общая выносливость (согласно широко распространенным представлениям) — способность спортсмена к эффективному и продолжительному выполнению работы умеренной интенсивности (аэробного характера), в которой участвует значительная часть мышечного аппарата. Однако такое определение, несмотря на то, что оно достаточно прочно утвердилось в специальной литературе и спортивной практике, нельзя признать точным. Оно приемлемо только по отношению к тем видам спорта и отдельным видам соревнований, уровень достижений в которых во многом определяется

аэробной производительностью — велосипедный спорт (шоссе), бег на длинные дистанции, лыжный спорт и др. Что касается спринтерских дистанций в видах спорта циклического характера, скоростно-силовых и сложнокоординационных видов, единоборств и спортивных игр, то по отношению к ним данное определение нуждается в уточнении и дополнении, так как в структуру общей выносливости представителей этих видов спорта входят прежде всего способности к длительной и эффективной работе скоростно-силового, анаэробного, сложнокоординационного характера (Матвеев, 1999; Платонов, 2004; Swank, 2008).

Спортсмены, специализирующиеся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к скоростно-силовому потенциалу спортсмена, должны с большой осторожностью планировать работу, направленную на повышение аэробных возможностей, не злоупотреблять аэробными упражнениями, особенно выполняемыми с интенсивностью, соответствующей ПАНО и несколько превышающей его. Напряжённая тренировка, направленная на повышение мощности и ёмкости аэробной системы энергообеспечения, негативно сказывается на скоростных и скоростно-силовых возможностях спортсменов (Häkkinen, 1994; Kraemer et al., 1995), что обусловлено изменениями как нейрорегуляторного характера, так и структурного, относящегося к мышечным волокнам (Ratamess, 2008). Особенно опасна в этом отношении продолжительная аэробная работа, связанная с развитием утомления и истощением запасов гликогена в МС-волокнах. Такая тренировка неизбежно приводит к активации не только БСа-, но и БСб- волокон, вызывает их перестройку — уменьшение концентрации анаэробных ферментов (Swank, 2008), увеличение плотности капиллярной сети, уменьшение массы этих волокон (Wilmore, Costill, 2004)), повышение концентрации аэробных ферментов (Мохан и др., 2001; Swank, 2008).

Установлено, что у лиц, имеющих структуру мышечной ткани, характерную для спринтеров, но тренирующихся и выступающих как стайеры, в мышечных волокнах отмечается расширение межфибриллярных пространств вследствие отека и разрушения отдельных миофибрилл, их продольного расщепления, истощение запасов гликогена, разрушение митохондрий (Swank, 2008). Такой тренировке часто сопутствует катаболический эффект, проявляющийся в деградациии мышц и снижении их скоростно-силовых возможностей, а в отдельных случаях — и некроз мышечных волокон (Сергеев, Язвиков, 1984). У спортсменов, тренирующихся таким образом, снижается уровень анаэробных возможностей, особенно алактатной анаэробной системы. У них также снижаются скоростные и координационные возможности.

Планировать напряжённую работу аэробной направленности (на уровне ПАНО и смешанную аэробно-анаэробную) в видах спорта, предъявляющих высокие требования к скоростно-силовым и анаэробным возможностям, следует с большой осторожностью (Kraemer, Fleck, 2007). Более того, на этапах специальной подготовки спортсменов, специализирующихся в спринтерских и скоростно-силовых видах соревнований, такая работа может быть полностью устранена (Stone et al., 2007). Игнорирование этого привело к серьёзным ошибкам как в теории, так и в практике спорта, привело многих спортсменов к негативным последствиям, часто носившим непреодолимый характер. Выразилось это в угнетении возможностей спортсменов к развитию скоростно-силовых и координационных способностей, ограничении объёма технических приёмов и действий, ослаблении внимания к созданию функционального фундамента для развития профильных в данном виде спорта качеств (Платонов, 2021).

Развитие аэробной системы энергообеспечения, более чем достаточное для спортсменов, специализирующихся в подавляющем большинстве видов спорта и видов соревнований (за исключением чисто стайерских — бега на длинные дистанции, марафонского бега, лыжных гонок, триатлона т.п.),

может быть обеспечено без применения наиболее эффективной для повышения аэробных возможностей работы, выполняемой с интенсивностью, превышающей ПАНО. Достаточный для этих видов спорта уровень аэробной производительности, состояния и возможностей различных звеньев кислородтранспортной системы может быть обеспечен работой аэробного характера (первая—третья зоны интенсивности), выполняемой в основном за счёт активности МС- и БСа-волокон, а также является побочным результатом применения специальных тренировочных средств с анаэробным характером энергообеспечения.

Спортсмены, специализирующиеся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости к работе аэробного характера, должны уделять определённое внимание силовой подготовке, в том числе повышению уровня максимальной и взрывной силы. Однако направленность силовой подготовки должна быть в основном ориентирована на совершенствование нейрорегуляторных факторов, обуславливающих уровень силовых качеств, так как силовая тренировка с большими отягощениями отрицательно влияет на выносливость к работе аэробного характера (Glowacki et al., 2004). Силовая тренировка такой направленности с умеренными отягощениями не оказывает отрицательного влияния на аэробную производительность и может способствовать росту спортивных достижений (Kraemer et al., 1997; French, 2016). её результатом является увеличение силы за счёт повышенной активации двигательных единиц мышц, их более интенсивной стимуляции, синхронизации деятельности мышц-агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов. Естественно, что эти приспособительные реакции способствуют оптимизации двигательных действий, повышению их эффективности при стабилизации или уменьшении энерготрат, что позитивно сказывается на выносливости (Norman, 2014).

Таким образом, общую выносливость следует определять как способность к продолжительному и эффективному выполнению работы неспецифического характера, оказывающую положительное влияние на процесс становления специфических компонентов спортивного мастерства благодаря повышению адаптации к нагрузкам и наличию явлений «переноса» тренированности с неспецифических видов деятельности на специфические. В силу этого для данного вида выносливости следовало бы заменить термин «общая» на «базовая».

Специальная выносливость — это способность к эффективному выполнению работы и преодолению утомления в условиях, детерминированных требованиями соревновательной деятельности в конкретном виде спорта. Л. П. Матвеев (1977) предложил отличать «специальную тренировочную выносливость», которая выражается в показателях суммарного объёма и интенсивности специфической работы, выполняемой в тренировочных занятиях, микроциклах и более крупных образованиях тренировочного процесса, от «специальной соревновательной выносливости», которая оценивается по работоспособности и эффективности двигательных действий в условиях соревнований.

Специальная выносливость является сложным многокомпонентным качеством. её структура в каждом конкретном случае зависит от специфики вида спорта и вида соревнований. С учётом этого специальная выносливость преимущественно может быть рассмотрена как локальная или глобальная, аэробная или анаэробная, статическая или динамическая, сенсорная или эмоциональная и т. д. Углублённое рассмотрение факторов, определяющих конкретные проявления выносливости в том или ином виде спорта, неизбежно приводит к необходимости представить специальную выносливость с учётом путей и механизмов энергообеспечения, психических проявлений, вовлекаемых в работу мышечных волокон, причин развития утомления и др. в органической взаимосвязи с технико-тактическими возможностями спортсменов. Лишь на этой основе удаётся обеспечить полноценное развитие специальной выносливости применительно к специфическим требованиям того или иного вида спорта.

В числе прочих факторов особое место должно быть уделено энергетическому обеспечению мышечной деятельности и путям расширения его возможностей. Применительно к подавляющему большинству видов спорта именно возможности систем энергообеспечения и умение рационально их использовать при выполнении двигательных действий, составляющих содержание тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов, приобретают решающее значение для достижения высоких показателей выносливости спортсменов.

В настоящей главе, наряду с методикой развития разных видов выносливости, значительное место уделено и методике повышения энергетического потенциала спортсменов, а также совершенствованию способностей к его реализации в тренировочной и соревновательной деятельности.

Развитие общей выносливости

Развитие общей выносливости включает две основные задачи: создание предпосылок для перехода к повышенным тренировочным нагрузкам и перенос выносливости на формы спортивных упражнений, характерные для соревновательной деятельности конкретного вида спорта. Это предусматривает существенные различия в средствах и методах развития общей выносливости в зависимости от требований, диктуемых спецификой разных видов спорта.

При планировании работы, направленной на развитие общей выносливости у квалифицированных спортсменов, прежде всего, необходимо учесть строгую зависимость её направленности, состава средств и методов от специализации спортсмена. Идентичными в методике развития общей выносливости у спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, являются период, в течение которого выполняется основная работа, направленная на развитие данного качества, например, применительно к структуре макроцикла это преимущественно первый и, в определённой мере, второй этапы подготовительного периода; общность средств — применение упражнений общеподготовительного и вспомогательного характера; объём работы, направленной на развитие общей выносливости в суммарном объёме тренировочной работы. Основным отличием в методике развития общей выносливости у спортсменов разных специализаций является неодинаковый объём средств, направленных на совершенствование общей выносливости применительно к работе различного характера. Не менее важно обращать внимание и на состав тренировочных средств, так как эффективность протекания адаптационных реакций в любой системе энергообеспечения в процессе развития общей выносливости, как и их последующая реализация в соревновательной деятельности, находятся в прямой зависимости от характера применяемых упражнений. Чем ближе они по динамическим и кинематическим характеристикам, энергообеспечению к основным составляющим соревновательной деятельности, тем эффективнее окажется процесс специальной подготовки (Foster et al., 1995; Lamb, 1995; Reuter, Hagerman, 2008).

В таблице 18.1 приведено примерное соотношение различных разделов развития общей выносливости при тренировке квалифицированных спортсменов, специализирующихся в видах соревнований с различной продолжительностью соревновательной деятельности.

У спортсменов, специализирующихся на длинных и средних дистанциях циклических видов спорта, развитие общей выносливости связано с повышением возможностей организма к эффективно выполнению работы большой и умеренной интенсивности, требующей предельной мобилизации аэробных способностей. В этом случае обеспечиваются условия для перенесения больших объёмов тренировочной работы, полного восстановления после нагрузок, а также создаются необходимые предпосылки для проявления высокого уровня аэробных возможностей в специальной работе.

ТАБЛИЦА 18.1 – Соотношение разделов развития общей выносливости при тренировке спортсменов высокой квалификации (% общего объёма работы в макроцикле)

Продолжительность работы в соревновательной деятельности	Развитие общей выносливости (%) применительно к работе			
	аэробного характера	анаэробного (гликолитического) характера	скоростного, скоростно-силового характера	направленной на развитие гибкости и координационных способностей
До 15–20 с	20	20	45	15
20–45 с	25	30	30	15
45–120 с	40	25	20	15
3–10 мин	50	25	15	10
10–30 мин	60	20	10	10
30–80 мин	70	15	5	10
80–120 мин	75	15	5	5
Более 120 мин	80	10	5	5

У спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах, единоборствах, играх, на спринтерских дистанциях циклических видов, процесс развития общей выносливости значительно сложнее. Работа, направленная на повышение аэробных возможностей, должна выполняться лишь в объёме, обеспечивающем эффективное выполнение специфической работы и протекание восстановительных процессов, и в то же время не создавать препятствий для развития силовых, скоростных качеств, ловкости и координации, совершенствования скоростной техники. Основной упор должен быть сделан на повышение работоспособности при выполнении различного рода общеподготовительных и вспомогательных упражнений, направленных на развитие скоростно-силовых качеств, анаэробных возможностей, гибкости и координационных способностей.

Учитывая то, что при подготовке квалифицированных спортсменов основной объём работы, направленной на развитие общей выносливости, выполняется с начала подготовительного периода, важно определить рациональную динамику нагрузки. Оптимальным вариантом является планомерное увеличение – на 5–10 % от одного недельного микроцикла к другому (Zupan, Petosa, 1995; Hagerman, 2004). Однако по отношению к спортсменам высшей квалификации, специализирующимся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к потенциалу аэробной системы, такое увеличение эпизодически может достигать 15–20 %, что способно оказаться действенным стимулом к адапционному скачку (Платонов, 2013). Увеличение нагрузки может обеспечиваться параллельным увеличением объёма и интенсивности работы, либо увеличением объёма или интенсивности, либо сохранением объёма и интенсивности работы при переезде в условия среднегорья.

В настоящем разделе нет необходимости останавливаться на вопросах, связанных с методикой реализации в тренировочном процессе всех моментов развития общей выносливости, так как на эту методику распространяются изложенные ниже основные методические положения, реализуемые в процессе целостного развития специальной выносливости или совершенствования её отдельных компонентов. Так, например, при развитии общей выносливости применительно к работе аэробного характера применяются в основном те же положения, которые используются в процессе работы над повышением аэробных возможностей, а при развитии общей выносливости применительно к работе анаэробного (гликолитического) характера – положения, используемые при повышении анаэробных гликолитических возможностей.

Развитие специальной выносливости

В основе современных представлений в области развития специальной выносливости — интеграция в едином комплексе напряженных проявлений физических, технико-тактических и психологических составляющих спортивного мастерства, создание условий, в которых метаболизм органически связан с характеристиками соревновательной деятельности, повышение способностей к противодействию развитию утомления, отдалению его наступления и к эффективной деятельности в условиях прогрессирующего и явного утомления.

Направления развития специальной выносливости

В процессе работы над развитием специальной выносливости следует выделять два тесно связанных между собой и в то же время самостоятельных направления. Первое предполагает целостное развитие специальной выносливости в строгом соответствии с планируемой структурой соревновательной деятельности того или иного вида спорта, факторами, определяющими развитие утомления и противодействия ему, что и предопределяет состав средств и методов развития этого качества.

Второе направление связано с преимущественным воздействием на развитие отдельных способностей или компонентов, играющих важную роль в обеспечении высокого уровня специальной выносливости.

Целостное развитие специальной выносливости предполагает использование разнообразных тренировочных программ, моделирующих соревновательную деятельность с ориентацией на ту её часть, которая связана с противодействием развитию утомления и преодолению его. Являясь мощным средством совмещенного проявления и интегрального развития совокупности качеств и возможностей, определяющих уровень специальной выносливости, это направление далеко не всегда является наиболее эффективным для развития важнейших составляющих этого качества, которые связаны преимущественно с силовыми, скоростными и координационными возможностями, выносливостью отдельных мышечных групп, способностями психики к преодолению утомления и др.

Проявление выносливости в разных видах спорта имеет свою строгую специфику, обусловленную преимущественным проявлением отдельных способностей, которые часто представляются как узкоспециализированные виды выносливости — скоростная, силовая, координационная, локальная, частная или глобальная, статическая, динамическая, координационная. Например, спортивное плавание, академическая гребля или лыжные гонки связаны с активностью подавляющей части мышечного массива, что определяет глобальный с этой точки зрения характер выносливости. В то же время велосипедные гонки, бег на различные дистанции, прыжки на лыжах с трамплина вовлекают преимущественно мышцы нижних конечностей и постуральные мышцы, что предопределяет частичный характер выносливости. Скоростная выносливость преимущественно обеспечивает уровень специальной в спринтерских видах бега, плавания, конькобежного спорта, а силовая и координационная — в видах спортивной борьбы. От уровня развития статической выносливости в значительной мере зависят результаты в пулевой стрельбе и стрельбе из лука, а координационная и скоростная во многом определяют специальную выносливость в спортивных играх.

Применительно к каждому из этих локальных видов выносливости могут быть предложены узкоспециализированные средства и методы, не соответствующие в должной мере по своему содержанию структуре соревновательной деятельности, средствам и методам целостного развития специальной выносливости. Такие средства и методы, являясь высокоэффективными для развития тех

или иных значимых составляющих этого качества, создают предпосылки для более эффективного целостного развития специальной выносливости.

Таким образом, процесс развития специальной выносливости предполагает как избирательное совершенствование различных компонентов, определяющих уровень развития этого качества, так и объединение достигнутых адаптационных реакций в целостную систему путём использования различных средств, моделирующих соревновательную деятельность. Процесс избирательного совершенствования составляющих специальной выносливости, естественно, опережает процесс их объединения в единое целое в соответствии с требованиями соревновательной деятельности. На базовых этапах подготовки в основном используются средства избирательного воздействия. По мере развития соответствующих реакций адаптации в тренировочный процесс включаются средства интегрального характера, отвечающие специфике соревновательной деятельности и особенностям проявления выносливости в конкретном виде соревнований. По мере приближения к ответственным соревнованиям в процессе специализированной подготовки объём таких средств достигает максимальных величин.

Основы методики развития специальной выносливости

В основе методики развития специальной выносливости, как и других двигательных качеств, лежит рациональное планирование различных компонентов нагрузки, определяющих её направленность, величину и, естественно, особенности последующих адаптационных реакций — характера тренировочных упражнений, их продолжительности и интенсивности работы, сочетания работы с отдыхом, количества упражнений — их места в различных структурных образованиях тренировочного процесса.

Основными средствами развития специальной выносливости являются специально-подготовительные упражнения, максимально приближенные к соревновательным по форме, структуре и особенностям воздействия на функциональные системы организма. Так, у борцов это имитационные упражнения с партнёром, различные броски манекена, многократное проведение частей схватки с одним или несколькими партнёрами, тренировочные схватки соревновательного характера в течение времени, превышающего ограниченное правилами соревнований и др.

Такой подход реализуется и в других видах единоборств. В боксе, например, широко используются разнообразные упражнения, позволяющие моделировать весь спектр функциональных и технико-тактических проявлений, характерных для реального поединка (табл. 18.2), а особо выдающиеся спортсмены привлекают для спарринга до 5–6 спортсменов высокого класса с разным стилем ведения поединка и разным уровнем физической подготовленности (преимущественно скоростного или силового типа или же способного эффективно работать в условиях утомления, предпочитающего ближний бой или дистанционное противодействие и др.). С этими боксерами они проводят тренировочные 6–12-раундовые бои с постоянной сменой партнёров. Такие программы являются наиболее эффективным средством развития специальной выносливости и повышения способности реализации технического и функционального потенциала в различных функциональных состояниях, вплоть до тяжелого явного утомления, и применительно к соперникам с различным стилем ведения поединка.

Планируя работу над развитием специальной выносливости у квалифицированных гимнастов, необходимо учитывать, что им приходится сталкиваться со значительным утомлением — общим и локальным. Необходимость противостоять общему утомлению связана с тем, что спортсмены соревнуются в течение нескольких дней по 2–3 ч. За это время они многократно выполняют соревновательные упражнения на оценку, проделывают большой объём работы во время разминки. Локаль-

ТАБЛИЦА 18.2 – Тренировочные упражнения, рекомендуемые для развития специальной выносливости боксёров

Группа упражнений	Средства	Интенсивность	Средняя ЧСС, уд·мин ⁻¹	Интенсивность, %
Специально-подготовительные	Имитационные упражнения с отягощениями и с партнёром	Средний темп	150–159	60
	Бой с тенью	Высокий темп	160–169	70
	Прыжки со скакалкой	То же	160–169	70
	Бой с тенью	Высокий темп с длительными ускорениями	160–169	75
	Прыжки со скакалкой	Высокий темп с длительными ускорениями и двойной прокруткой	170–179	75
На боксерских снарядах	Насыпная, наливная груши	Низкий темп, отработка отдельных ударов или приёмов	140–149	40
	Насыпная, наливная и пневматическая груши, настенная подушка	Средний, равномерный темп, возможны кратковременные ускорения	150–159	60
	Насыпная, наливная и пневматическая груши, настенная подушка, мешок	Высокий темп с ускорениями или средний темп, возможны кратковременные ускорения	160–169	70
	Упражнения на мешке	Высокий темп с ускорениями или средний темп	170–179	80
	Упражнения на лапах	Средний темп, возможны кратковременные ускорения	170–179	80
Условные бои	Условный бой	Высокий темп с ускорениями	180–189	85
		Низкий темп, отработка отдельных приёмов (слабый партнёр)	150–159	60
		Средний, равномерный темп	160–169	70
Соревновательные бои	Вольный бой	Высокий темп с ускорениями (сильный партнёр)	170–179	80
		Средний темп, групповой метод (слабый партнёр)	170–179	80
		Высокий темп (сильный партнёр)	180–189	85
	Соревновательный бой	Средний и высокий темп	180–189	90
		Средний и высокий темп	180–200	100

ное утомление обусловлено спецификой отдельных видов многоборья – в упражнениях на коне основную нагрузку несут мышцы рук, плечевого пояса и брюшного пресса, на кольцах – мышцы предплечья и кисти, обеспечивающие хват.

Специфика выступлений в разных видах многоборья предъявляет исключительно высокие требования к максимальной и скоростной силе, требует проявления силовых качеств в различных режимах работы мышц – концентрическом, эксцентрическом, изометрическом, плиометрическом и баллистическом. ещё одной, исключительно важной особенностью двигательных действий в спортивной гимнастике является множество подходов от одних видов мышечной активности к другим – от проявления скоростной силы к максимальной, от концентрического режима работы мышц к эксцентрическому и плиометрическому, от плиометрического к изометрическому, от изометрического к эксцентрическому, от плиометрического к баллистическому и т.д. Все это многообразие кинематических и динамических характеристик двигательных действий должно найти отражение в составе средств развития специальной выносливости и методов их использования в том числе и с учётом особенностей развития утомления в течение подхода к каждому гимнастическому снаряду.

Специфика развития специальной выносливости у спортсменов, специализирующихся в спортивных играх, отражает то, что для соревновательной деятельности в этих видах спорта характерны изменчивость физиологических и психических реакций, сложные взаимодействия между процессами утомления и восстановления, различными системами энергообеспечения, что требует адекватного состава средств и методов развития специальной выносливости (Dellal et al., 2011). Высокий уровень выносливости, аэробных и анаэробных возможностей, проявляющийся при выполнении двигательных действий со строго регламентированной структурой движений, в частности, в беге на разные дистанции, вовсе не означает, что эти возможности будут проявлены в игровой деятельности (Hill-Haas et al., 2011).

Соревновательная деятельность в игровых видах спорта характеризуется огромным количеством и исключительным многообразием двигательных действий в отношении их динамической и кинематической структуры, продолжительности, нейрорегуляторного и энергетического обеспечения. Например, в течение баскетбольного матча игроки выполняют от 800 до 1200 двигательных действий с переходами от одного к другому в среднем через каждые 2 с (McInnes et al., 1995). 90-минутная игровая деятельность футболистов в среднем включает около 1200 двигательных действий (Bangsbo et al., 1991). Ускорения, замедления, остановки, смена направлений движения, прыжки, приёмы и передачи мяча, броски и удары и т.д., выполняемые в различных игровых ситуациях и функциональных состояниях организма игроков, существенно повышают и разнообразят требования к метаболизму по сравнению с теми, которые характерны для видов спорта со строго детерминированной структурой соревновательной деятельности (Dellal et al., 2011).

Естественно, что все эти моменты должны найти отражение в составе средств и методов развития специальной выносливости, так как, казалось бы, даже незначительные детали методики могут существенно влиять на тренировочный эффект. Например, был осуществлён сравнительный анализ эффективности беговых тренировочных серий 40 x 15 м и 15 x 40 м с максимальной скоростью для развития специальной выносливости футболистов. При одинаковых суммарном объёме бега и времени, затраченном на работу и отдых, значительно более соответствующими специфике игровой деятельности и эффективными оказались серии 40 x 15 м (Little, Williams, 2006). Не менее важным является и включение в серии остановок, поворотов, бега в обратном направлении. Например, скорость бега на дистанцию 25 м с поворотом на 180 град, на отметке 12,5 м оказывается на 30 % ниже скорости бега по прямой. Скорость выполнения таких элементов, как замедление, остановка, поворот, являются не менее важными, чем дистанционная скорость (Buchheit et al., 2010).

Еще одной особенностью соревновательной деятельности в игровых видах спорта является её переменный характер, проявляющийся в неустойчивом чередовании двигательных действий различной интенсивности и продолжительности с паузами, которые позволяют обеспечивать большее или меньшее восстановление гомеостаза. Паузы между высокоинтенсивными двигательными действиями могут составлять всего несколько секунд, усугубляя утомление от одного действия к другому, или достигать 30–40 с и более, создавая условия для частичного устранения из мышц продуктов промежуточного обмена (Bishop et al., 2011). В целом моделирование в тренировочном процессе двигательных действий, отвечающих специфике соревновательной деятельности и требующих проявления специальной выносливости, является действенным путём объединения и параллельного совершенствования технико-тактических составляющих спортивного мастерства с энергетическим обеспечением в различных функциональных состояниях (Plisk, 2000; Gamble, 2013).

Развитие специальной выносливости пловцов, бегунов или конькобежцев, спортсменов, специализирующихся в других видах спорта, предусматривает многократное прохождение отрезков дистанции с соревновательной или близкой к ней скоростью и непродолжительными паузами отдыха, прохождение соревновательных дистанций в условиях контрольных или официальных соревнований. Часто упражнения выполняются в усложненных условиях (работа в среднегорье, с использованием специальных масок или трубок для затруднения дыхания; бегуны и конькобежцы используют бег со специальными отягощениями, пловцы – плавание на привязи или со специальными тормозными устройствами и т. п.). Интенсивность работы планируют так, чтобы она была близкой к планируемой соревновательной. Широко используют упражнения с интенсивностью, несколько превышающей планируемую соревновательную.

Если продолжительность отдельных упражнений в сериях невелика (намного меньше продолжительности соревновательной деятельности), то длительность интервалов отдыха между ними может быть небольшой. Она, как правило, должна обеспечивать выполнение последующего упражнения на фоне утомления после предыдущего. Однако следует учитывать, что интервал времени, в течение которого можно выполнить очередное упражнение в условиях утомления, весьма велик (например, после работы с максимальной интенсивностью продолжительностью 20–30 с работоспособность остается пониженной примерно в течение 1,5–3 мин). Поэтому при планировании продолжительности пауз учитывают квалификацию и степень тренированности спортсмена, следя за тем, чтобы нагрузка, с одной стороны, предъявляла его организму требования, способные оказать тренирующее воздействие, а с другой – не была бы чрезмерной.

Когда отдельные тренировочные упражнения продолжительны, то паузы между повторениями могут быть длительными, так как в этом случае основное тренирующее воздействие оказывают сдвиги, происходящие во время выполнения каждого отдельного упражнения, а не кумулятивное воздействие комплекса упражнений.

Существенное влияние на развитие специальной выносливости оказывает сочетание упражнений различной продолжительности при выполнении программы отдельного занятия. В циклических видах спорта, например, наибольшее распространение в практике получили варианты, при которых длина отрезка в сериях является постоянной или постепенно убывает (табл. 18.3). Применение подобных

ТАБЛИЦА 18.3 – Примеры тренировочных серий при развитии специальной выносливости в беге и плавании

Тренировочные серии, м	Длина дистанции (м), отдых (с)								
	Первый отрезок	Отдых	Второй отрезок	Отдых	Третий отрезок	Отдых	Четвертый отрезок	Отдых	Пятый отрезок
Бег									
400	200	15	100	10	100	–	–	–	–
800	300	20	200	15	100	10	100	10	100
1500	500	30	400	20	300	10	200	10	100
5000	1500	30	1500	30	800	20	800	20	400
10 000	3000	45	3000	45	1500	30	1500	30	1000
Плавание									
100	50	5	25	5	25	–	–	–	–
200	100	10	50	5	25	5	25	–	–
400	250	10	100	5	50	–	–	–	–
800	300	15	200	10	100	5	100	5	100
1500	500	20	400	10	300	10	200	5	100

серий позволяет достаточно точно моделировать условия предполагаемой соревновательной деятельности. Однако при этом необходимо строго придерживаться следующих правил: паузы между отрезками должны быть непродолжительными (ЧСС не должна снижаться более чем на 10–15 уд·мин⁻¹); каждый очередной отрезок должен быть короче предыдущего или такой же длины; общее время серии должно быть близким к тому, которое планируется показать в соревнованиях. Такой режим работы приводит к усугублению утомления от отрезка к отрезку и способствует повышению способности мышц функционировать в условиях накопления метаболитов. Разнообразие тренировочных упражнений, выполняемых в условиях прогрессирующего и тяжелого утомления, существенно усиливает способность противостоять утомлению, повышает уровень ацидоза, при котором сохраняются высокие скорость и выходная мощность двигательных действий.

Такой подход к планированию продолжительности и интенсивности упражнений, выбору оптимального режима работы и отдыха при их серийном выполнении характерен не только для циклических видов спорта, но и может с успехом использоваться в других видах спорта, в частности, в сложнокоординационных, единоборствах, спортивных играх. Необходимо обеспечить лишь соответствие применяемых программ по характеру упражнений, их продолжительности и интенсивности, режиму работы и отдыха специфическим особенностям проявления выносливости в конкретном виде спорта или виде соревнований.

При работе над развитием специальной выносливости у спортсменов высокой квалификации, хорошо адаптированных к различным тренировочным средствам и большим нагрузкам, возникает проблема не только моделирования в тренировке условий, характерных для соревновательной деятельности, но и использования различных дополнительных факторов, как тренировочных, так и относящихся к внешней среде, способных увеличить нагрузку, предъявить организму спортсмена дополнительные требования, способные стимулировать дальнейшую адаптацию. Существует множество таких факторов: тренировка в условиях острой конкуренции, в окружении сильных спортсменов, спарринг (в единоборствах) со сменой через каждые 2–3 мин партнёров на отдохнувших, тренировка и соревнования с более сильным соперником, использование различного специального инвентаря и тренажёров, повышающих нагрузку на мышечную систему, искусственная гипоксическая тренировка, среднегорная и высокогорная подготовка, соревнования в условиях недоброжелательного поведения публики, необъективного судейства т. п. В спортивных играх увеличение нагрузки, приводящее к повышенным требованиям к метаболизму, обеспечивается варьированием численности игроков в командах и изменениями правил. Интенсификация тренировочного процесса связана с уменьшением количества игроков при сохранении размеров полей или площадок (Buchheit et al., 2009), наличием одного блуждающего игрока, который попеременно переходит в атакующую команду, увеличивая нагрузку на защищающуюся команду (Rampinini et al., 2007), ограничением времени, в течение которого мяч находится вне игры (Gamble, 2013). Показано, что наивысшая нагрузка обеспечивается, когда на ограниченном пространстве соревнуются команды в формате «два против двух» (Castagna et al., 2011).

Количество отдельных упражнений или их серий зависит от их характера, объёма нагрузки в занятиях, квалификации и тренированности спортсменов, методики построения программы занятия и т. д. Планируя объём работы, направленной на повышение уровня специальной выносливости, исходят из конкретной ситуации. При прочих равных условиях количество упражнений может быть увеличено за счёт серийного выполнения, а также разнообразия тренировочной программы отдельного занятия.

Разнообразие и вариативность тренировочных средств и методов

Процесс развития и проявления выносливости спортсменов обусловлен спецификой конкретного вида спорта и вида соревнований, которая отражается в факторах, относящихся как к собственно выносливости, так и к её многочисленным связям со структурой соревновательной деятельности, технико-тактическими характеристиками, уровнем развития и особенностями взаимосвязи с другими двигательными качествами, особенностями психики и психологической подготовленности спортсменов. Это предопределяет широкую вариативность двигательной и вегетативных функций, обеспечивающих высокий уровень проявлений этого качества при больших изменениях внутренней среды организма и в разнообразных условиях окружающей среды. В этой связи при развитии специальной выносливости должно быть обеспечено:

- широкое разнообразие средств и методов развития специальной выносливости при соответствии специфике вида соревнований, органической взаимосвязи со структурой соревновательной деятельности, другими двигательными качествами и сторонами подготовленности;
- моделирование в условиях тренировочного процесса всего возможного спектра состояний и реакций функциональных систем, характерных для соревновательной деятельности конкретного вида соревнований и особенностей проявления выносливости (Платонов, 2021).

Разнообразие средств и методов развития специальной выносливости — характера тренировочных упражнений, их интенсивности и продолжительности, режима работы и отдыха и т. п. обеспечивает органическую взаимосвязь выносливости со специфическим для вида соревнований навыками и умениями, важнейшими элементами структуры соревновательной деятельности, проявлениями других двигательных качеств — скоростных, силовых, ловкости, гибкости, создает условия для оперативной коррекции, диктуемой требованиями внешней среды.

Разнообразие и вариативность средств и методов развития специальной выносливости не должно входить в противоречие со спецификой вида спорта, а, напротив, максимально отражать ее. Например, в спортивных играх для развития специальной выносливости может быть использовано пробегание серии отрезков (8х30 м с паузами 10 с, 6х60 м с паузами 15 с и т. п.), что будет способствовать развитию специальной выносливости по отношению к бегу. Если же серии с таким же режимом работы и отдыха построить на материале бега с постоянным изменением направления движения через каждые 5—10 м или на материале бега с приёмом и передачей мяча, то их эффект будет значительно более разносторонним и отвечать специфике спортивных игр: стимулируются не только системы энергообеспечения, скоростные качества и способность психики спортсмена к преодолению утомления, но и координационные и технические возможности, силовые способности и выносливость применительно к работе мышц в эксцентрическом и плиометрическом режимах.

В спортивном плавании для развития специальной выносливости спортсменов, специализирующихся на дистанциях 200 и 400 м, широко используется серийное проплывание 50-метровых отрезков — 2—4 х (4 х 50 м), 10—12 х 50 м и т. п. с короткими (10—15 с) паузами отдыха. Эти серии можно выполнять как в 25-метровых, так и 50-метровых бассейнах. Казалось бы, эти программы по своему воздействию являются идентичными. Однако это не так. Энергообеспечение, процессы развития утомления и его глубина, концентрация лактата в крови, уровень потребления кислорода при выполнении упражнений в разных бассейнах практически идентичны. Однако если при проплывании отрезков в 50-метровом бассейне двигательная деятельность сводится лишь к дистанционному плаванию, то 50-метровые отрезки, проплываемые в 25-метровом бассейне, кроме дистанционного плавания включают сложное в скоростно-силовом и координационном отношении двигательное действие — по-

ворот, а за ним проплывание отрезка 10–15 м под водой, далее переход от подводной части работы к надводной. Это принципиально меняет направленность тренировочных упражнений, существенно расширяя их воздействия в сторону развития взаимосвязей между техническими и координационными составляющими, с одной стороны, и возможностями систем энергообеспечения — с другой.

Подобных примеров можно привести множество из материала других видов: бег по дорожке или пересеченной местности, упражнения в борьбе динамического характера или сочетающие динамические и статические элементы и т. п. И здесь речь не идет о преимуществе одних упражнений над другими, а лишь о необходимости расширения круга тренировочных средств как основы для разностороннего развития специальной выносливости, способности к её реализации в условиях соревнований.

Таким образом, при развитии специальной выносливости важным моментом разнообразия средств и вариативности их использования является смена характера двигательных действий, соответствующая поддержанию соревновательной деятельности. Быстрый и эффективный переход с одного рода работы на другой с обеспечением оптимального уровня функциональной активности в значительной мере определяет уровень специальной выносливости спортсменов.

Во всех видах спорта, в которых соревновательная деятельность чередуется с запланированными или случайными паузами, существенным моментом для повышения уровня специальной выносливости является эффективный переход от интенсивных двигательных действий к отдыху и от отдыха — вновь к двигательным действиям. Рациональный активный отдых, произвольное расслабление мышц, рациональное дыхание, психорегулирующие процедуры обеспечивают повышенное кровоснабжение мышц и насыщение их кислородом (Buchheit et al., 2012), интенсификацию процессов восстановления КрФ и удаления продуктов промежуточного обмена, что исключительно важно для очередной эффективной деятельности (Dupont et al., 2010).

Тренировка с задержкой дыхания

Первоначально тренировку с задержкой дыхания рекомендовали в качестве эффективного средства для повышения устойчивости к гипоксии (Counsilman, 1968). Специалисты полагали, что стимулируемая задержкой дыхания гипоксия оказывает на организм пловца воздействие, близкое к тому, которое характерно для тренировки в условиях среднегорья и высокогорья, и таким образом способствует увеличению возможностей аэробной систем энергообеспечения. Однако в ряде исследований (Stanford et al., 1985; Yamamoto et al., 1985) было показано, что тренировка с задержкой дыхания не позволяет достичь эффекта, сопоставимого с эффектом тренировки в горах, и связана с развитием особого вида гипоксимического состояния — гиперкапнии, которое развивается не только в связи с недостатком кислорода, но и накоплением в крови и тканях углекислого газа. Увеличение содержания CO_2 в организме приводит к изменению физико-химического состава внутренней среды и обмена веществ, нарушению ряда важнейших физиологических процессов, в том числе и приводящих к развитию ацидоза. При умеренной гиперкапнии реакции организма носят стимулирующий характер в отношении возможностей первичной системы, систем дыхания и кровообращения. Избыточная гиперкапния подавляет возможности этих систем и является серьёзным риском для здоровья спортсменов. Поэтому тренировка с задержкой дыхания должна проводиться с осторожностью и под постоянным контролем со стороны тренера и врача.

С начала 1970-х годов к разработке проблематики, связанной с использованием среднегорья и высокогорья в качестве эффективного средства повышения возможностей аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения, привлечено большое внимание специалистов различного

профиля, а тренировка в горах стала неотъемлемой частью подготовки спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости. Одновременно снизилось внимание к тренировке с задержкой дыхания.

Интерес к такой тренировке вновь возрос в последние годы, но уже не столько как средства повышения устойчивости к гипоксии, сколько в качестве фактора оптимизации спортивной техники, проявления скоростных и силовых качеств и повышения на этой основе работоспособности. Задержка дыхания позволяет сконцентрировать внимание и функциональный потенциал на рациональной технике движений и выходной мощности двигательных действий, что исключительно важно для тяжелой атлетики, спринтерских видов соревнований, эффективных двигательных действий в единоборствах, гимнастике спортивной, синхронном плавании, легкоатлетических прыжках и метаниях, на финише велосипедных гонок на шоссе и треке и др. (Trincat et al., 2017). Например, как показали научные исследования и передовая спортивная практика, преодоление 50-метровых дистанций в плавании вольным стилем и баттерфляем с задержкой дыхания способствует увеличению скорости за счёт более рационального положения тела, улучшенной статодинамической устойчивости, уменьшения сопротивления, улучшения согласования рабочих движений. Многие выдающиеся пловцы преодолевают эти дистанции вообще без дыхания, некоторые с 1–3 вдохами. При этом каждый из вдохов ведет к увеличению времени проплывания дистанции на 0,1–0,2 с, что может оказаться решающим в борьбе за победу в крупнейших соревнованиях, в финальных заплывах которых участники часто разделяют несколько сотых секунды.

Длительные задержки дыхания в качестве фактора, улучшающего спортивный результат, стали широко практиковать пловцы и на 100-метровых дистанциях, особенно после старта, поворотов на финишном участке. Да и при проплывании средних и длинных дистанций способность к работе с задержкой дыхания в значительной мере определяет протяженность и скорость преодоления подводных отрезков дистанции.

Таким образом, использование тренировки с задержкой дыхания в качестве средства развития специальной выносливости преследует две цели. Во-первых, это увеличение физиологической и психологической устойчивости к гипоксии, что проявляется в значительном увеличении времени, в течение которого может быть остановлено дыхание. Длительность задержки дыхания (апноэ) у взрослого человека обычно не превышает 50–60 с. Под влиянием специальной тренировки она может резко возрастать и достигать 3–5 мин и более. Например, такие возможности демонстрируют сильнейшие спортсмены мира, специализирующиеся в синхронном плавании. Во вторых, это экономизация спортивной техники и повышение способности к реализации скоростных и силовых возможностей как факторов, отдаляющих утомление и повышающих работоспособность.

Для тренировки устойчивости к гиперкапнии могут использоваться любые тренировочные средства, применяемые для развития специальной выносливости, однако предусматривающие различной продолжительности задержки дыхания (от 10–15 с до 30–45 с) или уменьшение количества вдохов. Например, в плавании используется проплывание 25–50 метровых отрезков при полной задержке дыхания, тренировочные серии типа 20 x 50 в режиме 40 с, 12 x 100 в режиме 1 мин 30 с, 8 x 200 в режиме 3 мин с вдохом на каждые 3–5 циклов. Например Том Джагер, выдающийся американский пловец-спринтер конца 1980-х — начала 1990-х годов, а в дальнейшем главный тренер Университета Айдахо, при подготовке своих учеников широко использует тренировку с задержкой дыхания. Наиболее напряженная серия, рекомендуемая им, выглядит следующим образом: 10 x 50 м с околопредельной скоростью без дыхания в режиме 5 мин (Scott, Pitsiladis, 2007). Аналогичный подход может быть использован при тренировке велосипедистов, трековиков, бегунов на средние и длинные дистанции, конькобежцев, гребцов.

Особенности тренировки с задержкой дыхания должны соответствовать специфике видов спорта. Например, в тренировке лыжников и велосипедистов-шоссейников различные варианты задержки дыхания следует использовать в переменной тренировке: 60 с — работа в обычном режиме, 15–30 с — с задержкой дыхания и т. д.; 30 с — в обычном режиме, 15 с — с задержкой дыхания; 60 с — в обычном режиме, 60 с — с 4–5 вдохами и т. п.

Для биатлонистов исключительно важна устойчивость к гиперкапнии в процессе стрельбы, что является крайне сложным в связи с тем, что к огневому рубежу спортсмены подходят в состоянии утомления. Поэтому в тренировочном процессе следует создавать условия, при которых вне зависимости от степени утомления вся серия выстрелов производится при полной задержке дыхания с пониманием того, что каждый вдох в процессе стрельбы нарушает равновесие тела и снижает оперативность и качество стрельбы.

Экономизация работы

Исторически сложилось так, что развитие специальной выносливости преимущественно связывается с функциональными возможностями кислородтранспортной системы, потенциалом систем энергообеспечения, психологической устойчивостью к преодолению утомления и т. п. В силу этого основное внимание концентрируется на объёме и интенсивности тренировочной и соревновательной деятельности, режиме работы и отдыха, суммарной величине нагрузок, адаптации функциональных систем, применении средств стимуляции работоспособности и восстановительных реакций, тренировке в среднегорье и высокогорье и т. п.

Значительно меньшее внимание уделяется другим факторам, также способным оказать большое влияние на отдаление утомления и специальную работоспособность. Прежде всего следует выделить динамические и кинематические характеристики техники движений и двигательных действий с позиций их экономичности, которая может зависеть от многих факторов. В их числе эффективная внутримышечная координация, проявляющаяся в объёме и слаженности вовлечённых в работу двигательных единиц мышц (Wilmore et al., 2009), синхронизация деятельности мышц агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов (Brewer, 2017), устойчивость пояснично-тазового комплекса (Gamble, 2013), способность к регулированию напряжения и расслабления мышц (Kato, Kanosue, 2015), эффективность внешнего дыхания и др. На все эти моменты следует обращать особое внимание как в процессе технической подготовки, так и при использовании различных средств и методов развития специальной выносливости (Платонов, 2021). При внимательном отношении и эффективной тренировке в этом направлении экономия энергии, а соответственно и нагрузки на системы энергообеспечения и психику спортсмена, может быть снижена на 15–20% и более. Об этом убедительно свидетельствуют данные, полученные на материале многих видов спорта (беговые виды лёгкой атлетики, плавание, велоспорт, гребля, лыжные гонки, конькобежный спорт и др.), согласно которым энергетические траты при одной и той же относительной скорости продвижения тесно коррелируют с квалификацией спортсменов (Reuter, Dawes, 2016).

Большое значение для экономизации работы и повышения на этой основе выносливости имеет обеспечение оптимальной массы тела, отсутствие избыточного объёма мышечной и жировой ткани, а также повышение способности к использованию жировой ткани в качестве субстрата для реакций по ресинтезу АТФ (Swank, Sharp, 2016).

Естественно, что это должно являться следствием использования как специальных диет, так и соответствующих средств и методов спортивной тренировки, включающих большие объёмы рабо-

ты, требующие истощения запасов мышечного гликогена и стимулирующие вовлечение в процессы энергообеспечения жировых ресурсов (Moughan, 2009).

Принципиальным моментом методики тренировки, направленной на повышение эффективности использования энергетических ресурсов для повышения качества двигательных действий, включая и их экономичность, является соответствие содержания тренировочного процесса специфике соревновательной деятельности в конкретном виде спорта. Чем в большей мере тренировочные средства отвечают по специфике мышечной активности, особенностям энергообеспечения, проявления двигательных качеств, психо- и нейрорегуляции двигательной активности требованиям соревновательной деятельности, тем выше будет эффективность подготовки для экономизации движений.

Огромные резервы для экономии энергии и отдаления утомления во многих видах спорта таятся в использовании спортивного инвентаря и спортивной формы. Обтекаемость костюмов бегунов-спринтеров, велосипедистов, конькобежцев, пловцов, горнолыжников и спортсменов, специализирующихся в ряде других видов спорта, является существенным фактором экономии энергии и увеличения работоспособности. Не меньшее значение имеет и конструкция и особенности спортивного снаряжения: обтекаемость бобов, саней, велосипедов, гребных судов и др. также является мощным фактором, позволяющим спортсмену сэкономить энергию и рационально использовать полученный резерв для увеличения работоспособности. На исход спортивной борьбы в лыжных гонках и биатлоне часто решающее значение приобретает смазка лыж, соответствующая погодным условиям и состоянию снега, которая сегодня превратилась в важнейшую технологическую часть обеспечения спортивного результата.

Следует отметить, что с ростом спортивного мастерства роль факторов, способствующих повышению выносливости и не связанных с собственно тренировочным процессом, постоянно возрастает на уровне спорта высших достижений, когда речь идёт об острейшей борьбе за первенство на Олимпийских играх или чемпионатах мира. Спортсмены, не уделяющие должного внимания совершенствованию в этом направлении или не имеющие для этого условий и возможностей, обречены на неудачу вне зависимости от уровня их технико-тактических и физических возможностей.

Повышение психической устойчивости к утомлению

Особое место в методике развития специальной выносливости занимает повышение психической устойчивости к преодолению тяжёлых ощущений утомления, сопровождающих тренировочную и соревновательную деятельность в большинстве видов спорта. Особо велика роль психической устойчивости для достижения высоких показателей в циклических видах спорта, связанных с проявлением выносливости, спортивных единоборствах, спортивных играх, ряде дисциплин сложнокоординационных видов.

Следует учитывать, что устойчивость к преодолению тяжёлых ощущений утомления, сопровождающих тренировочную и соревновательную деятельность, формируется применительно к конкретной работе, перенос её относительно невелик не только с материала одного вида спорта на другой, но и при выполнении работы различной интенсивности, продолжительности и характера, относящейся к одному и тому же виду спорта. Для успешной работы, направленной на развитие специальной выносливости, необходимо знать, какие требования к психике спортсмена предъявляются в конкретном виде спорта, каким образом можно повысить способность переносить психические нагрузки, как различные методы тренировки совершенствуют специфические волевые качества и др.

Особенно велика роль психологического фактора в подготовке, связанной с максимальной мобилизацией анаэробных возможностей, с необходимостью длительное время выполнять работу в

условиях большого кислородного долга, которому сопутствуют тяжёлые, часто мучительные ощущения утомления. Для их преодоления необходимы специфические волевые качества, способность спортсмена преодолевать нарастающие трудности длительным напряженным волевым усилием.

Проявляемые в соревнованиях волевые качества обычно совершенствуются параллельно с улучшением других качеств, определяющих уровень развития специальной выносливости, посредством использования тех же тренировочных методов и средств. Однако совершенствование психологической устойчивости всегда должно быть под контролем. При выполнении всех упражнений, связанных с преодолением специфических трудностей, следует акцентировать внимание спортсменов на сознательном отношении к работе, требовать от них сильного и устойчивого напряжения воли при длительной работе, максимальной концентрации воли при выполнении относительно кратковременных тренировочных и соревновательных упражнений.

Особое значение для совершенствования психологической устойчивости спортсменов имеют упражнения, максимально приближенные к соревновательным по особенностям воздействия на важнейшие функциональные системы и психологическое состояние спортсмена. Однако самым мощным стимулом совершенствования волевых качеств следует считать выступление в ответственных соревнованиях рядом с равными по силам соперниками. При этом необходимо отметить двоякую роль соревнований. С одной стороны, психическая стимуляция, характерная для ответственных стартов, приводит к значительно большему истощению функциональных ресурсов по сравнению с тренировочными упражнениями; с другой — исключительно высокие сдвиги и уровень активности важнейших функциональных систем по принципу обратной связи стимулируют совершенствование специфических психических возможностей (Weinberg, Gould, 2019; Платонов, 2021).

Эффективность процесса повышения психической устойчивости зависит от организационных форм проведения тренировочных занятий. Здесь следует выделить два взаимосвязанных фактора.

Первый из них предполагает такую организацию тренировочного процесса, при которой в группе занимаются равные по силам спортсмены, конкурирующие за место в команде. Это создает микроклимат постоянного соперничества при выполнении самых различных упражнений. Второй фактор связан с умением тренера предельно мобилизовать учеников на проявление максимальных показателей работоспособности при выполнении всех без исключения упражнений. Многие выдающиеся тренеры успехи своих учеников, прежде всего, связывают с атмосферой постоянного соперничества, полной самоотдачи в процессе тренировочных занятий.

Повышение мощности и ёмкости алактатной анаэробной системы энергообеспечения

Основные параметры тренировочных нагрузок, стимулирующих прирост алактатной производительности организма спортсменов, представлены в таблице 18.4, а на рисунке 18.1 — схематически отражены направления и резервы повышения возможностей алактатного анаэробного процесса.

Для повышения мощности и ёмкости алактатного анаэробного процесса применяются кратковременные высокоинтенсивные упражнения, вовлекающие значительную часть мышечной системы. Это естественно, поскольку максимальная мощность алактатного процесса развивается уже через 0,5–0,7 с после начала работы и может удерживаться в течение 7–12 с у лиц, не занимающихся спортом, и достичь 18–20 с у спортсменов высокой квалификации. Применение таких упражнений способствует как увеличению количества АТФ и, особенно, КрФ в работающих мышцах, так и интен-

ТАБЛИЦА 18.4 – Основные параметры тренировочной нагрузки при развитии мощности и ёмкости алактатного анаэробного процесса

Параметры нагрузки	Направленность воздействия	
	Мощность	Ёмкость
Продолжительность упражнений, с	5–20	30–60
Мощность работы	Максимальная	Максимальная и около-максимальная
Продолжительность пауз между упражнениями, мин	1,5–3	2–6
Количество упражнений в серии	3–4	3–4
Количество серий в занятии	3–5	2–4
Продолжительность пауз между сериями, мин	5–6	8–12

сификации процессов распада и ресинтеза высокоэнергетических фосфатов при выполнении кратковременной работы максимальной интенсивности (Spriet, 1999; Мохан и др., 2001). Однако такие упражнения, обеспечивая предельную активацию алактатных источников энергии, не способны привести к более чем 50–60 % истощению алактатных энергетических депо мышц. К практически полному истощению КрФ в мышцах, а следовательно, и к повышению резервов макроэргических фосфатов, приводит работа максимальной интенсивности в течение 30–45 с, т.е. такие упражнения, которые являются высокоэффективными и для совершенствования процесса анаэробного гликолиза (Di Prampero et al., 1980). Что касается АТФ, то её концентрация в мышцах снижается только до уровня 50–60 % по отношению к данным, характерным для состоя-

ния покоя, даже при использовании максимальных нагрузок алактатного и лактатного анаэробного характера (Henriksson, 1992; Kenney et al., 2012).

Вполне естественно, что продолжительность и характер упражнений, направленных на повышение алактатных анаэробных возможностей, обуславливаются спецификой конкретного вида спорта. При тренировке спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах (легкоатлетические метания и прыжки, толчок и рывок в штанге, прыжки в воду и др.), упражнения, способствующие развитию мощности алактатного анаэробного процесса, непродолжительны – от 2–3 до 5 с, в других видах спорта – до 12–15 с. Для повышения ёмкости анаэробной алактатной системы бегунов-спринтеров (дистанции 100 и 200 м) продолжительность основного объёма упражнений – 15–25 с, а для спортсменов, специализирующихся в других видах соревнований, может достигать 40–45 с.

Эффективность специальных упражнений возрастает при использовании разного рода отягощений: тормозных устройств – в плавании и гребле; бега по лестнице, педалирования на больших передачах – в велосипедном спорте. Например, в тренировке велосипедистов в продолжительную работу аэробной направленности (45–120 мин) периодически включаются отрезки продолжительностью 15–20 с, выполняемые с предельной интенсивностью на увеличенной передаче (Армстронг, Кармайкл, 2000).

Длительность интервалов отдыха между отдельными упражнениями должна обеспечивать восстановление запасов АТФ и КрФ в мышцах. В случаях, когда этого не происходит, направ-

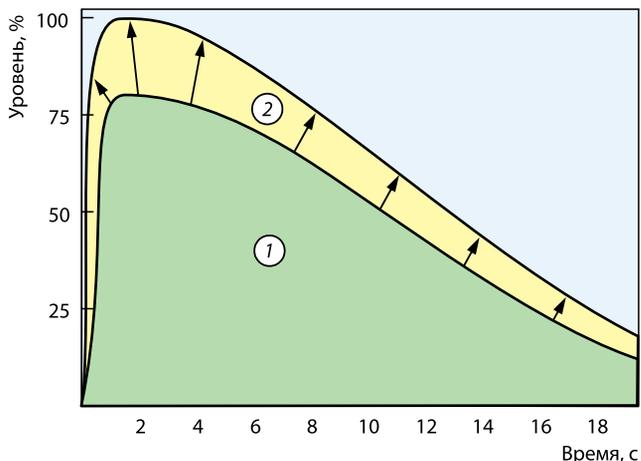


РИСУНОК 18.1 – Направления и резервы адаптации алактатного анаэробного процесса: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки

ленность воздействия смещается в сторону активации анаэробного гликолиза и смещения воздействия упражнений на повышение мощности лактатной анаэробной системы. В зависимости от продолжительности и характера упражнений, квалификации спортсменов и их способности к восстановлению паузы могут колебаться в диапазоне от 2–3 до 6–8 мин (Ratamess, 2008; Kenney et al., 2012; Gamble, 2014). У слабо подготовленных спортсменов восстановление в мышцах запасов АТФ и КрФ после 10-секундной работы с максимальной интенсивностью может затянуться до 7 мин, в то время как спортсменам высокого класса достаточно 2–3 мин. В среднем при выполнении 10–15-секундных упражнений следует ориентироваться на паузы продолжительностью 3–4 мин; 30–60-секундные упражнения требуют увеличения пауз до 5–6 мин. Эффективным является и серийное выполнение упражнений, например, 4 x 10 с с максимальной скоростью и паузами между упражнениями 5–10 с, а между сериями – 6–8 мин. Некоторые специалисты рекомендуют продолжительность пауз определять по оптимальному соотношению между продолжительностью работы и отдыха. В частности, для мобилизации анаэробной алактатной системы рекомендуются 5–10-секундные упражнения при соотношении между работой и отдыхом в диапазоне 1:12–1:20 (Kirousis, Gootman, 2012).

Количество упражнений, направленных на повышение мощности и ёмкости алактатной системы энергообеспечения, не должно быть большим 4–6 x 10–15 с с паузами 3–4 мин; 3–4 x 20–30 с с паузами 4–5 мин; 2–3 x 45 с с паузами 6 мин; 2–3 x (4 x 10 с) с паузами между упражнениями 5–10 с, между сериями – 6–8 мин.

Естественно, что планируя упражнения, стимулирующие алактатные анаэробные процессы, следует учитывать, что строго избирательного воздействия добиться не удастся. Даже 10–15-секундная работа с максимальной интенсивностью приводит к резкой интенсификации процесса гликолиза и в силу этого способствует не только повышению мощности алактатного процесса, но и мощности и подвижности лактатного анаэробного процесса (Henriksson, 1992; Wilmore, Costill, 2004). Более продолжительные упражнения (20–45 с) приводят к истощению запасов макроэргов и, стимулируя расширение субстратного фонда алактатного анаэробного процесса (Neumann, 1984; Ratamess, 2008), одновременно являются эффективным средством повышения мощности и ёмкости лактатного анаэробного процесса (Platonov, 2002) и подвижности аэробного процесса (Булатова, 1996; Мохан и др., 2001).

Следует отметить, что возможности алактатной анаэробной системы энергообеспечения существенно возрастают под влиянием упражнений, направленных на развитие максимальной и скоростной силы, скоростной выносливости, чего нельзя не учитывать при работе над повышением возможностей алактатной анаэробной системы энергообеспечения (Tesch, 1987; Ratamess, 2008). Например, экспериментально установлено, что пятимесячная тренировка, направленная на развитие максимальной и скоростной силы (3–5 серий по 8–10 повторений с 2-минутными паузами три раза в неделю), привела к увеличению в мышцах АТФ – на 28 % и КрФ – на 18 % (MacDougall et al., 1995).

Повышение мощности, ёмкости и вработываемости анаэробной лактатной системы энергообеспечения

Увеличение мощности и ёмкости анаэробной лактатной системы энергообеспечения связано с использованием методики, в основе которой – интенсивная и продолжительная активизация анаэробного гликолиза в мышечных волокнах всех типов. Такая методика предполагает достаточно широкую вариативность продолжительности упражнений, длительности пауз между отдельными

упражнениями, количества упражнений в сериях (табл. 18.5). Варьированием этих параметров нагрузки можно обеспечить преимущественное воздействие на совершенствование различных составляющих лактатных анаэробных возможностей в направлении, оптимальном для конкретного вида спорта, и добиться значительного повышения скорости высвобождения энергии и величины субстратных фондов, доступных для использования в лактатном анаэробном процессе (рис. 18.2).

Упражнения анаэробной и смешанной анаэробно-аэробной направленности способствуют увеличению выносливости в результате совокупности реакции адаптации. Важнейшие из них проявляются в увеличении запасов мышечного гликогена (French, 2016), повышении уровня максимального потребления кислорода (Fleck, 2003), уменьшении жировой прослойки и увеличении тощей массы тела (Kraemer et al., 2002), увеличении митохондриальной массы и плотности капиллярной сети (Konig et al., 2001), активации метаболической активности ферментов (Kenney et al., 2012), повышении устойчивости к метаболическому ацидозу (French, 2016).

Для увеличения ёмкости лактатного анаэробного процесса могут использоваться не только упражнения продолжительностью 1–3 мин, как это приведено в таблице 19.5, но и относительно кратковременные (20–30 с) упражнения. Однако в этом случае их количество в серии увеличивается таким образом, чтобы общая продолжительность работы составила от 3–4 до 5–6 мин. Между упражнениями планируются непродолжительные паузы отдыха – 5–10 с между 20-секундными упражнениями, 15–20 с – между 60-секундными. Спортсмены очень высокой

ТАБЛИЦА 18.5 – Основные параметры тренировочной нагрузки при развитии мощности и ёмкости лактатного анаэробного процесса

Параметры нагрузки	Направленность воздействия	
	Мощность	Ёмкость
Продолжительность работы, с	30–40 с	1–3 мин
Мощность работы	5-я и 6-я зоны интенсивности	4-я и 5-я зоны интенсивности
Продолжительность пауз между упражнениями, с; мин	60–120 с	3–6 мин
Количество упражнений в серии	3–4	4–6
Количество серий в занятии	2–4	3–4
Продолжительность пауз между сериями, мин	5–6	8–12

квалификации, специализирующиеся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к лактатным анаэробным возможностям, могут планировать в отдельном занятии до 30–40 20-секундных (сериями по 6–10) упражнений, 20–30 – 30-секундных (сериями по 4–6). По мере увеличения объёма работы преимущественно гликолитический путь ресинтеза АТФ сменяется преимущественно аэробным (Ahmaid et al., 1996; Платонов, 2019).

Некоторые специалисты (Buchheit et al., 2010; Hunter et al., 2011) не без оснований считают, что одними из наиболее эффективных серий, способствующих повышению мощности лактатной системы энергообе-

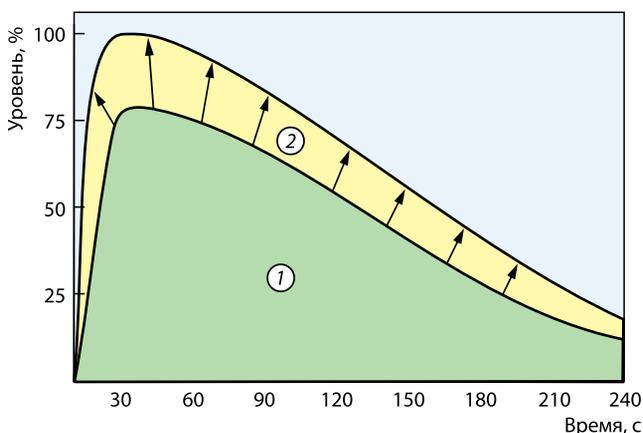


РИСУНОК 18.2 – Направления и резервы адаптации лактатного анаэробного процесса: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки

спечения, являются серии типа 15 x 3–6 с с максимальной интенсивностью работы и непродолжительными паузами между повторениями — 10–30 с. В этом случае продолжительность пауз недостаточна для ресинтеза КрФ. С каждым повторением его концентрация снижается, повышая нагрузку на анаэробную лактатную систему и приводя к предельным проявлениям её мощностных характеристик. Однако правильнее говорить о разнонаправленном воздействии таких серий: первые несколько повторений (3–5) связаны со стимуляцией мощностных и ёмкостных характеристик анаэробной алактатной системы, а также подвижности анаэробной лактатной системы; последующие 4–6 повторений требуют проявления мощности и ёмкости анаэробной лактатной системы, а заключительные 4–6 — стимулируют процессы, связанные с ёмкостью анаэробной лактатной системы и подвижностью аэробной (Платонов, 2015). Параллельно увеличиваются буферные способности крови и мышц, позволяющие интенсифицировать процесс окисления продуктов промежуточного обмена, а также проявлять высокую работоспособность при прогрессирующем увеличении концентрации молочной кислоты в мышцах (Edge et al., 2006). Естественно, что повышение буферных способностей мышц и крови обеспечивается и другими тренировочными средствами, режимами работы и отдыха. Однако это повышение имеет место лишь в случаях накопления лактата — основного стимула для повышения буферных способностей, что требует выполнения упражнений с интенсивностью, намного превышающей уровень ПАНУ (Bishop et al., 2011). Работа с интенсивностью на уровне ПАНУ и ниже является неэффективной (Edge et al., 2006).

Срочные адаптационные реакции, необходимые для стимуляции процессов, лежащих в основе мощности и ёмкости анаэробной лактатной системы, могут обеспечиваться режимами работы и отдыха, приводящими к достижению максимальных величин лактата в мышечной ткани, высоким величинам кислородного долга, резкому снижению pH. Например, в плавании к одинаковым сдвигам в мышцах и крови приводят серии отрезков 100–200 м, проплываемых с высокой скоростью и продолжительными интервалами отдыха (5–10 мин). Такого же эффекта можно добиться интенсивным проплыванием скоростных отрезков (25–50 м) с непродолжительными паузами, не позволяющими устранить продукты промежуточного обмена из мышц. Возможно и чередование отрезков различной протяженности (12,5–50 м), проплываемых с высокой скоростью и короткими паузами отдыха (рис. 18.3).

При планировании характера и продолжительности упражнений, интенсивности работы, количества упражнений следует строго учитывать специализацию спортсмена, увязывая содержание работы, направленной на повышение мощности и ёмкости лактатного анаэробного процесса, с требованиями соревновательной деятельности. Например, в подготовке велосипедистов, специализирующихся в спринте и гите

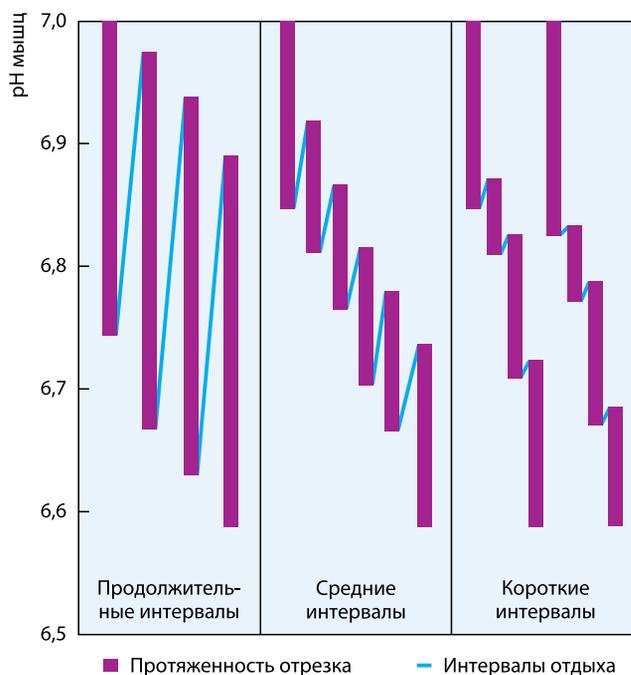


РИСУНОК 18.3 – Достижение одного и того же уровня acidоза при разных режимах работы и отдыха (Maglischo, 2003)

на 1000 м с места, в основном будут использоваться упражнения продолжительностью 20–30 с, а в гонках преследования на 4 км — от 1 до 4 мин. Применительно к велосипедным шоссейным гонкам рекомендуется двукратное выполнение следующей серии: 120 с с максимальной скоростью, отдых 120 с; 90 с с максимальной скоростью, отдых 90 с; 60 с с максимальной скоростью, отдых 60 с; 30 с с максимальной скоростью (отдых между сериями — 5 мин). Эффективной является и непрерывная длительная работа (120–150 км и более) умеренной интенсивности с периодическим включением (каждые 5–10 мин) скоростных отрезков (500–1500 м), преодолеваемых с максимальной скоростью (Армстронг, Кармайкл, 2000). Такие режимы работы и отдыха при выполнении упражнений с высокой интенсивностью являются эффективными и для улучшения координации деятельности разных систем энергообеспечения (Gaitanos et al., 1993).

Специфика вида соревнований и соответствующая ей подготовка приводят и к специфическим реакциям адаптации анаэробной лактатной системы: велосипедисты высшего класса, специализирующиеся в спринте и гите, достигают наивысших показателей кислородного долга при выполнении 70-секундной работы, а соревнующиеся в гонке преследования на 4 км — 300-секундной (Craig et al., 1995).

Важным механизмом адаптации анаэробной лактатной системы энергообеспечения является увеличение концентрации и активности анаэробных ферментов, вовлекаемых в процессы гликогенолиза и гликолиза. Адаптация в этом направлении происходит наиболее эффективно при использовании интервального метода в режиме: 30–40 с — высокоинтенсивная работа, 4 мин — отдых (Gibala, McGee, 2008; Bishop et al., 2011). Кратковременные упражнения 5–10 с и непродолжительные паузы (30 с) являются значительно менее эффективными (Bishop et al., 2011).

Врабатываемость анаэробной лактатной системы повышается путём многократного использования непродолжительных упражнений (15–30 с), выполняемых с максимальной или близкой к ней интенсивностью с паузами различной продолжительности — от кратковременных (5–10 с) до продолжительных (2–3 мин). Эффективной является и продолжительная непрерывная работа умеренной интенсивности с периодическим включением 15–30-секундных отрезков, преодолеваемых с максимально доступной интенсивностью.

Повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения

Аэробная система энергообеспечения является более сложной и многофакторной по сравнению с анаэробной лактатной и, особенно, анаэробной алактатной. Поэтому состав средств и методов, направленных на развитие её возможностей, значительно шире и разнообразнее.

Повышение потенциала аэробной системы энергообеспечения под влиянием напряженной тренировки предполагает совершенствование в четырёх относительно независимых направлениях. Первое из них связано с повышением мощности аэробной системы энергообеспечения, второе — её ёмкости, третье — вработываемости, четвертое — экономичности. Четкой грани между повышением возможностей спортсменов в каждом из этих направлений провести невозможно. Подобрать средства и методы избирательного воздействия на каждый из этих факторов сложно. Можно говорить лишь о преимущественной стимуляции процессов адаптации, связанных с развитием потенциала системы энергообеспечения в отношении одного из факторов с параллельным более или менее выраженным воздействием на другие.

Методы и средства повышения возможностей аэробной системы энергообеспечения

Повышение потенциала аэробной системы энергообеспечения зависит от использования методов, предполагающих четкое планирование различных компонентов нагрузки — характера и продолжительности упражнений, интенсивности работы при их выполнении, режима работы и отдыха. Этим условиям отвечает использование различных вариантов непрерывного и интервального методов.

Интервальный метод, по сравнению с непрерывным, отличается значительно более широким спектром стимуляции адапционных реакций. Например, серийное выполнение (5–6 серий) 30–60-секундной работы (4–6 повторений) циклического характера с высокой интенсивностью и непродолжительными паузами отдыха (10–15 с) между упражнениями и 3–4 мин — между сериями, оказывается исключительно эффективным для разносторонней адаптации. Увеличиваются уровень максимального потребления кислорода, быстрота вработывания аэробной системы энергообеспечения, повышаются ПАНО и содержание гликогена в мышцах, увеличиваются устойчивость к накоплению в мышцах продуктов промежуточного обмена и выносливость к аэробной и анаэробной работе (Gibala, McGee, 2008; Kirousis, Gootman, 2012). Для увеличения содержания и повышения активности аэробных ферментов эффективной оказывается интервальная тренировка типа 8 x 4 мин с интенсивностью на уровне 100–130% $\dot{V}O_{2max}$ и паузами 2 мин (Talanian et al., 2007). Возможны и другие сочетания продолжительности работы и отдыха при сохранении её интенсивности и использования интервалов отдыха в два раза меньших по сравнению с продолжительностью работы (Bishop et al., 2011). Изменяя продолжительность и характер упражнений, интенсивность работы и длительность пауз между упражнениями и их сериями, можно добиваться преимущественного воздействия на различные стороны аэробной производительности, сужать и углублять направленность воздействия, стимулируя таким образом специфическую адаптацию.

Например, по мере увеличения количества упражнений в серии несмотря на постоянную или даже снижающуюся мощность работы и относительно постоянный или несколько снижающийся уровень потребления кислорода оксигенация мышечной ткани возрастает (рис. 18.4).

Однако это ни в коей мере не свидетельствует о второстепенной роли непрерывного метода. Продолжительная непрерывная работа является исключительно эффективной для повышения способности к использованию жиров в качестве энергетического субстрата (Swank, Sharp, 2016), возрастанию экономичности работы (Herda,

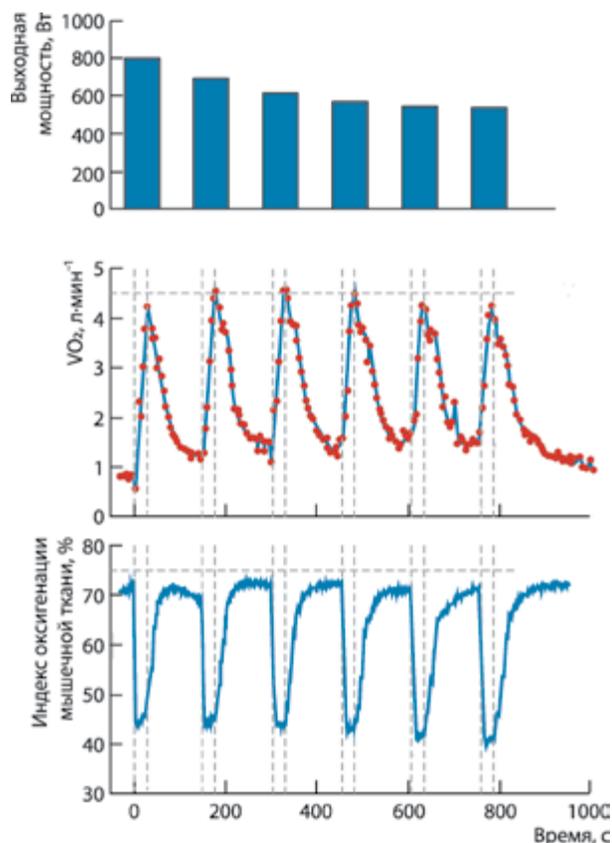


РИСУНОК 18.4 – Мощность работы, потребление кислорода и оксигенация мышц у велосипедиста высокой квалификации в течение интервальной серии упражнений – 6 x 30 с с паузами 2 мин (Buchheit, Laursen, 2019)

Cramer, 2016), увеличению количества мышечного гликогена и способности к его экономному использованию (Hargreaves, 1999; Dupont, 2014).

Таким образом, необоснованным является стремление отдельных специалистов противопоставить один метод другому и строить тренировку, направленную на повышение аэробной производительности, пользуясь только непрерывным или интервальным методом.

Каждый из методов имеет характерные особенности. По-разному они влияют на вовлечение в работу мышечных волокон различного типа, центральные и периферические звенья кислородтранспортной системы, время развертывания функциональных возможностей систем кровообращения и дыхания, способность к длительному удержанию высоких величин потребления кислорода, использование углеводов и жиров для энергообеспечения работы, скоростные и специфические силовые возможности, выносливость при работе анаэробного характера и другие качества, от которых зависит спортивный результат. Только комплексность непрерывного и интервального методов при широком варьировании различных компонентов нагрузки обеспечивает разностороннюю адаптацию аэробной системы энергообеспечения по всем её важнейшим характеристикам — мощности, ёмкости, вработываемости и экономичности.

В качестве средств используются все виды упражнений — общеподготовительные, вспомогательные, специально-подготовительные. Основным является объём мышц, вовлечённых в работу и уровень их активности. Наиболее широко используются упражнения глобального характера, вовлекающие в работу большие мышечные объёмы, требующие мобилизации всех звеньев кислородтранспортной системы и стимулирующие её разностороннюю адаптацию. Однако находят применение и упражнения частичного и локального характера, сила которых в избирательной стимуляции адаптационных процессов в конкретных мышечных группах за счёт их повышенной активности.

Мощность аэробной системы энергообеспечения

Тренировку, направленную на повышение мощности аэробной системы энергообеспечения, условно можно разделить на два относительно самостоятельных направления, отличающихся своей направленностью и особенностями адаптационных перестроек.

Первое предполагает увеличение сердечного выброса, которое происходит в результате возрастания систолического объёма и, в меньшей мере, частоты сокращений сердца. Это обусловлено рядом адаптационных реакций структурного и функционального характера, в результате которых возрастает конечный диастолический объём крови в конце фазы медленного наполнения, увеличивается активность катехоламинов (адреналина и норадреналина), стимулирующих мощность сокращения и объём выброса крови; обеспечивается большее растяжение волокон миокарда, усиливающее силу сокращения и количество выбрасываемой крови (Wilmore, Costill, 2004; Swank, 2008; VanPutte et al., 2017). Одновременно увеличиваются возможности системы внешнего дыхания: резко возрастают максимальная частота дыхания и максимальная вентиляция лёгких при интенсивной работе, снижаются частота дыхания и вентиляция лёгких в покое (McConnell, 2011; Swank, Sharp, 2016). Целенаправленная тренировка способна существенно увеличить возможности аэробной системы энергообеспечения по всем важнейшим характеристикам, связанным с величиной сердечного выброса и насыщением артериальной крови кислородом (табл. 18.6).

Второе направление, не менее значимое для обеспечения мощности аэробной системы энергообеспечения, направлено на формирование комплекса периферических адаптационных реакций, происходящих в мышечной ткани. Развиваются процессы, приводящие к увеличению ёмкости ка-

пиллярной сети, что повышает доступ крови и метаболических субстратов к мышечным волокнам (Kraemer et al., 1998; Gamble, 2014). На клеточном уровне аэробная тренировка приводит к увеличению размера и количества митохондрий — органелл, обеспечивающих окисление органических соединений и использование освобождающейся при их распаде энергии в синтезе молекул АТФ. Не менее важной реакцией является и увеличение содержания в эритроцитах крови миоглобина — кислородсвязывающего белка, своего рода аналога гемоглобина, обеспечивающего транспорт кислорода в пределах мышечной клетки. Третьим направлением адаптации является возрастание количества и активности ферментов, вовлечённых в аэробный метаболизм глюкозы (Kenney et al., 2019), увеличение количества гликогена (Swank, Sharp, 2016), способности к утилизации жиров (Wilmore, Costill, 2004; Dupont, 2014).

Адаптационные реакции, происходящие в аэробной системе энергообеспечения как на центральном, так и периферическом уровнях, проявляются в повышении мощности аэробной системы, которая оценивается по интегральному показателю — максимальному потреблению кислорода. У здоровых молодых мужчин, не занимающихся спортом, уровень $\dot{V}O_{2max}$ обычно составляет 40–45 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ при колебаниях от 35–38 до 50–55 мл·кг⁻¹·мин⁻¹. У спортсменов высокого класса, специализирующихся в видах соревнований, предъявляющих высокие требования к аэробной системе энергообеспечения, уровень $\dot{V}O_{2max}$ может достигать 70–80 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ и более (Волков и др., 2000; Kenney et al., 2012). Уровень $\dot{V}O_{2max}$ определяется как природными задатками, так и влиянием тренировки, в результате которой относительный уровень $\dot{V}O_{2max}$ может быть увеличен в среднем на 30 % (Shephard, 1992) при колебаниях от 20 до 50 % (Fox et al., 1993; Swank, 2008).

Решающее значение при работе над повышением мощности аэробного процесса имеет рациональный выбор интенсивности работы, от которой зависит уровень активации важнейших механизмов аэробного энергообеспечения, способный стимулировать протекание реакций адаптации. В специальной литературе достаточно широко распространено мнение, согласно которому работа с интенсивностью, составляющей около 60 % уровня $\dot{V}O_{2max}$, является достаточно эффективной (Phillips et al., 1996; Spina et al., 1996; Wilmore, Costill, 2004; Kenney et al., 2012), поскольку при таких условиях достигается максимальный систолический объём (Swank, 2008). Например, показано, что после 20-недельной тренировки с такой интенсивностью у мужчин значение $\dot{V}O_{2max}$ увеличилось в среднем на 384 мл (Baker et al., 2012); при выполнении стандартной нагрузки с интенсивностью 60 %

ТАБЛИЦА 18.6 – Возможности аэробной системы энергообеспечения у молодых здоровых нетренированных мужчин и спортсменов высокой квалификации, адаптированных к аэробной тренировке и специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости

Показатель	Нетренированные мужчины	Спортсмены высокой квалификации
Частота сокращений сердца, уд·мин ⁻¹	70–75	40–45
Максимальная частота сокращений сердца, уд·мин ⁻¹	180–190	200–230
Объём мышцы сердца, мл	750–800	1300–1500
Объём крови, л	4,7–5,0	5,8–6,2
Систолический объём в покое, мл	60–70	120–130
Максимальный систолический объём, мл	115–125	200–220
Сердечный выброс в покое, л·мин ⁻¹	4,2–4,6	4,0–4,4
Максимальный сердечный выброс, л·мин ⁻¹	20–24	40–46
Вентиляция лёгких в покое, л·мин ⁻¹	7–8	6–7
Максимальная вентиляция лёгких, л·мин ⁻¹	120–130	190–220
Частота дыхания в покое, дых. движ·мин ⁻¹	12–14	10–11
Максимальная частота дыхания, дых. движ·мин ⁻¹	40–45	55–60

$\dot{V}O_{2\max}$ ЧСС уменьшилась на 3,1%, а систолический объём и сердечный выброс возросли соответственно на 10,8 и 7,3% (Wilmore et al., 2001); масса митохондрий в скелетных мышцах увеличилась примерно на 30% (Chesley et al., 1996; Holloway, Spriet, 2009). Однако эти данные базируются на исследованиях, проведенных с участием молодых здоровых мужчин, не занимающихся спортом.

Повышение аэробных возможностей под влиянием тренировки поднимает порог интенсивности работы, необходимой для дальнейшего повышения мощности аэробной системы энергообеспечения. Некоторые специалисты (Burgomaster et al., 2005; Terada et al., 2005) проводили сравнительные продольные эксперименты по сравнению эффективности аэробной тренировки с различной интенсивностью работы. Например, было установлено, что при подготовке квалифицированных спортсменов упражнения, выполняемые с интенсивностью 90% уровня $\dot{V}O_{2\max}$, оказались значительно более эффективными по сравнению с упражнениями, интенсивность которых составляла 60% $\dot{V}O_{2\max}$. Интенсивные упражнения, сопровождаемые малоинтенсивной работой восстановительного характера, позволяют добиться увеличения окислительной способности мышц при значительно меньшем суммарном объёме работы. Обусловлено это различие более интенсивным кровообращением, вовлечением в работу большего количества двигательных единиц и повышенной активизацией ферментов аэробного окисления. Увеличенный мышечный кровоток является не только стимулом к повышению окислительной способности мышц, но и интенсифицирует процесс удаления из них молочной кислоты (Juel et al., 2004), усиливает их буферную способность (Kubukeli et al., 2002).

Повышение интенсивности работы является также стимулом для прироста дыхательной способности митохондрий за счёт увеличения их количества, объёма и интенсивности протекающих в них процессов окисления (Wilmore, Costill, 2004). Установлено, что под влиянием длительной тренировки аэробного характера количество митохондрий в мышцах, несущих основную нагрузку, может увеличиться более чем в 2 раза, а размеры митохондрий — на 15–40%. Эти изменения даже под влиянием напряжённой тренировки в течение 12 нед. столь велики, что у не занимающихся спортом могут в два раза увеличить количество используемого гликогена и липидов для энергообеспечения мышечной деятельности (Мохан и др., 2001).

Интенсивность продолжительной работы, направленной на повышение аэробных возможностей, определяется установкой на достижение конкретного тренировочного эффекта. Для центральной адаптации, проявляющейся, прежде всего, увеличением систолического объёма и сердечного выброса, прямо связанных с возможностями миокарда, эффективными являются упражнения, выполняемые с интенсивностью, соответствующей второй и третьей зонам и не превышающей уровня ПАНО. При выполнении таких упражнений частота сокращений сердца не превышает 85–90% максимальной, уровень лактата в крови не превышает 3–4 ммоль·л⁻¹. При такой интенсивности обеспечивается основной тренировочный стимул — максимальный систолический объём, гарантированный максимальным кровенаполнением левого желудочка сердца и мощным сокращением миокарда (Swank, 2008, Kenney et al., 2012).

Периферическая адаптация, связанная с расширением капиллярного русла мышц и повышением эффективности процессов, увеличивающих утилизацию мышцами кислорода, проявляется при более высоком уровне интенсивности — 90–130% и более уровня $\dot{V}O_{2\max}$ (Buchheit et al., 2011). Такие упражнения требуют смешанного аэробно-анаэробного обеспечения, выполняются на околопредельной или предельной частоте сокращений сердца, приводят к накоплению в крови лактата. В этом случае активируются не только МС-волокна, но и БСа, а по мере развития утомления в выполнение работы вовлекаются и БСб-волокна (Cramer, Smith, 2012). Этим объясняется и факт, согласно которому наибольший эффект для повышения мощности аэробной системы энергообеспечения

оказывают продолжительные упражнения с интенсивностью на уровне порога анаэробного обмена и более высокой, приводящей к активации анаэробного гликолиза. Однако следует помнить, что увеличение $\dot{V}O_{2max}$ за счёт аэробных возможностей БС-волокон связано со снижением их скоростно-силового потенциала (Laursen, 2010; Buchheit, Laursen, 2013; Платонов, 2013).

Не следует ограничивать тренировочный процесс даже квалифицированных и хорошо адаптированных к аэробной работе спортсменов узким диапазоном интенсивности. Среди прочих причин такая необходимость обусловлена и тем, что во время аэробной работы с интенсивностью, не превышающей уровня ПАНО, истощение мышечного гликогена происходит преимущественно в МС-волокнах. По мере истощения гликогена в этих волокнах в работу вовлекаются БСа-волокна, и, в дальнейшем, и БСб-волокна, что постепенно приводит к истощению их гликогенных ресурсов. При выполнении высокоинтенсивной работы процесс носит противоположный характер: истощение гликогена прежде всего происходит в БС-волокнах и лишь в состоянии утомления истощаются запасы гликогена в МС-волокнах (Stephens, Greenhaff, 2009).

Потому, когда речь идет о повышении мощности аэробной системы энергообеспечения, упражнения могут выполняться с интенсивностью от 60 до 110–130 % и более уровня $\dot{V}O_{2max}$. Соотношение упражнений, выполняемых с различной интенсивностью, зависит от возраста, квалификации и специализации спортсменов, периода многолетней и годичной подготовки. Юные спортсмены, находящиеся в препубертатном и пубертатном периодах возрастного развития, должны основной объём работы аэробной направленности выполнять с интенсивностью, не превышающей 60–65 % уровня $\dot{V}O_{2max}$. Такую же интенсивность следует рекомендовать взрослым спортсменам, находящимся на первом этапе подготовительного периода макроцикла и специализирующимся в спортивных играх и единоборствах, плавании на короткие и средние дистанции, гребле академической и других видах соревнований, продолжительность соревновательной деятельности в которых составляет несколько минут. На втором этапе подготовительного периода интенсивность работы может быть увеличена до 70–85 % уровня $\dot{V}O_{2max}$. При повышении возможностей аэробной системы энергообеспечения спортсменов, специализирующихся в стайерских видах бега, лыжного спорта, биатлона, плавания, то здесь следует рекомендовать значительно большую интенсивность работы – от 75–80 до 100–130 % и более уровня $\dot{V}O_{2max}$.

В большинстве случаев наиболее эффективной является интенсивность работы, соответствующая уровню ПАНО, который в зависимости от специализации и квалификации спортсменов обычно составляет 60–80 % $\dot{V}O_{2max}$, иногда достигая 85–90 % $\dot{V}O_{2max}$. Однако для хорошо подготовленных спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в видах спорта, требующих проявления выносливости, выполнение упражнений на уровне ПАНО уже не приносит ожидаемого эффекта. В этих случаях возможно выполнение упражнений в смешанной (аэробно-гликолитической и даже, преимущественно, в анаэробной гликолитической) зоне (рис. 18.5).

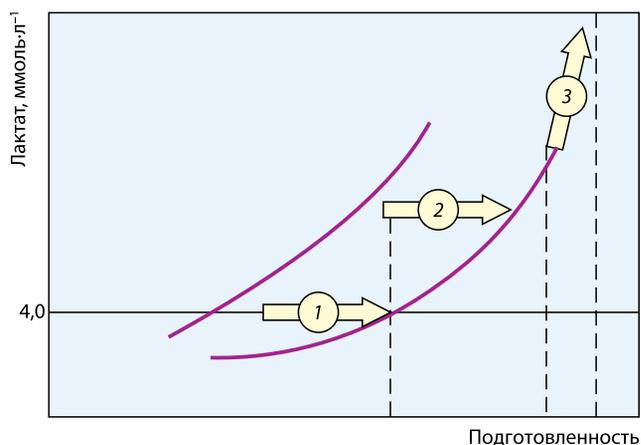


РИСУНОК 18.5 – Изменение интенсивности работы при выполнении упражнений, направленных на повышение аэробных возможностей в зависимости от уровня подготовленности спортсменов: 1 – на уровне ПАНО; 2 – выше уровня ПАНО; 3 – околомаксимальная активизация гликогена (Pansold et al., 1985)

При подборе интенсивности работы и характера упражнений следует исходить из того, что центральные адаптационные перестройки (система внешнего дыхания, мышца сердца) зависят лишь от объема функционирующих мышц и не связаны с их локализацией. Наиболее эффективными оказываются упражнения глобального характера, вовлекающие в работу большие мышечные объемы. Что касается периферической адаптации (улучшение капилляризации, увеличение объема и количества митохондрий, активности оксидативных ферментов и др.), то здесь важна локализация работающих мышц, что выражается в строгом соответствии характера упражнений необходимой направленности приспособительных реакций (Платонов, 2019). Наряду с повышенной интенсивностью работы глобального характера, выполняемой на уровне ПАНО (третья зона интенсивности) и в смешанном аэробно-анаэробном режиме (четвертая зона интенсивности), следует использовать упражнения с повышенной нагрузкой локального характера (бег по пересеченной местности с тяжелыми подъемами, плавание с помощью лопаток и тормозных поясов, педалирование на велосипеде при работе одной ногой, бег с парашютом или протягиванием дополнительного груза, гребля с увеличенной площадью весел или тормозными устройствами и т. п.). Подобные упражнения приводят к существенному перераспределению крови в мышечной системе, резко увеличивают кровоток и обменные процессы в работающих мышцах, стимулируя прирост возможностей периферической системы кровоснабжения и утилизации кислорода (Abbiss et al., 2011).

В основе одной из версий интервальной тренировки, преимущественно направленной на увеличение мощности мышцы сердца, лежит феномен увеличения систолического объема сердца во время пауз после относительно напряженной работы. Таким образом, в начале отдыха мышца сердца испытывает специфическое воздействие, превышающее то, которое наблюдается во время мышечной деятельности. Это позволило обосновать так называемую интервальную тренировку с воздействующими паузами, при которой на протяжении большей части работы и в течение всего периода отдыха сохраняется максимальная величина систолического объема сердца (Reindell et al., 1962).

Применяя *интервальный метод* для повышения уровня аэробной производительности, необходимо руководствоваться следующими правилами, основанными на физиологическом подходе:

- продолжительность отдельных упражнений не должна превышать 1–2 мин;
- в зависимости от продолжительности упражнения паузы отдыха, как правило, находятся в диапазоне 45–90 с;
- определяя интенсивность работы при выполнении упражнения, следует учитывать, что ЧСС должна быть в пределах 170–180 уд·мин⁻¹ к концу работы и 120–130 уд·мин⁻¹ к концу паузы.

Увеличение ЧСС свыше 180 уд·мин⁻¹ во время работы и снижение её ниже 120 уд·мин⁻¹ в конце паузы нецелесообразно, так как и в одном и другом случаях наблюдается уменьшение систолического объема.

Такая интервальная тренировка в основном направлена на повышение функциональных возможностей сердца, которые в значительной мере обуславливают уровень аэробной производительности. Однако воздействие этого метода не ограничивается увеличением объема сердечной мышцы, систолического объема и сердечного выброса. Применение его ускоряет процессы вработывания аэробной системы, развивает способность спортсмена к интенсивной утилизации кислорода тканями (Takahashi et al., 2005; Buchheit, Laursen, 2019).

Более разностороннее воздействие на кислородтранспортную систему оказывают серии интервальной тренировки с большей продолжительностью работы в каждом повторении и более продолжительными паузами. Эффективными являются серии, общая продолжительность работы в которых составляет от 12 до 30 мин — 6 x 2 мин, 5 x 3 мин, 4 x 4 мин, 6 x 4 мин, 6 x 5 мин (Millet et al., 2003; Seiler, Hetlelid, 2005). Наиболее целесообразная интенсивность работы в таких сериях — 90–105 %

$\dot{V}O_{2max}$ (Billat, 2001). Интервалы отдыха должны позволять обеспечить восстановление работоспособности и обычно составляют от 2 до 4–5 мин (Buchheit, Laursen, 2019).

Методику повышения выносливости к работе аэробного характера следует строить с учётом различий в структурно-функциональных и адаптационных возможностях МС- и БС-волокон мышц. Продолжительные нагрузки аэробного характера (например, 2–3-часовая работа на уровне 60–70% $\dot{V}O_{2max}$), выполняемые с интенсивностью, не превышающей уровень ПАНУ, связаны с прогрессирующей потерей гликогена, а затем и триглицеридов в мышечных МС-волокнах. Потеря углеводных резервов БС-волокон отмечается лишь при очень продолжительной работе, связанной с развитием явного утомления. В то же время интервальное выполнение кратковременных упражнений с высокой интенсивностью (например, 1-минутные упражнения с интенсивностью, эквивалентной 150% $\dot{V}O_{2max}$) приводит к тому, что первыми истощают свои гликогенные ресурсы БС-волокна. Величины лактата в крови при такой работе у спортсменов высокой квалификации достигают 15–20 ммоль·л⁻¹ и более (Hargreaves, 1999; Kenney et al., 2019). В результате в этих волокнах происходят структурные и функциональные изменения (увеличение размера и количества митохондрий, содержания миоглобина, активности ферментов), повышающие их способность к потреблению кислорода и выносливость к работе аэробного характера (Wilmore, Costill, 2004; Swank, Sharp, 2016).

Вовлечение в работу БСа- и БСб-волокон обуславливается не только интенсивностью работы, но и её продолжительностью. По мере развития утомления при выполнении продолжительной работы с интенсивностью, не превышающей уровень ПАНУ, связанного с исчерпанием запасов гликогена в МС-волокнах, в работу включаются БСа-, а затем и БСб-волокна, что приводит к адаптационным перестройкам, обеспечивающим повышение общей мощности системы аэробного энергообеспечения. Однако здесь следует учитывать, что такие адаптационные перестройки БС-волокон приводят к одновременному снижению её скоростно-силового потенциала.

Ёмкость аэробной системы энергообеспечения

Повышение ёмкости аэробной системы энергообеспечения связано с использованием средств и методов, стимулирующих совокупность адаптационных реакций структурного и функционального характера, обеспечивающих продолжительную и интенсивную мышечную деятельность, не сопровождаемую вовлечением в работу анаэробных источников энергии. Возможности тренировки в этом направлении исключительно велики (рис. 18.6). Нетренированные лица способны поддерживать интенсивность работы на уровне около 70% $\dot{V}O_{2max}$ непродолжительное время, обычно не более 20–30 мин (Lacour, Flandrois, 1977; Wilmore et al., 2009). Спортсмены высшей квалификации, специализирующиеся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к ёмкости аэробной системы энергообеспечения, способны выполнять работу с интенсивностью, соответствующей 70% $\dot{V}O_{2max}$ в течение 2 ч и более. Более того, некоторые выдающиеся спортсмены способны в течение более 30 мин выполнять работу с интенсивностью 95% $\dot{V}O_{2max}$, а в течение более 2 ч – с интенсивностью 80% $\dot{V}O_{2max}$.

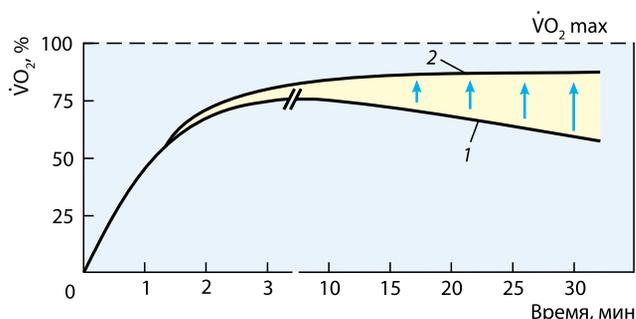


РИСУНОК 18.6 – Повышение ёмкости аэробного процесса у квалифицированных спортсменов под воздействием специальной тренировки: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки (Платонов, 2004)

И это при том, что уровень $\dot{V}O_{2max}$ у них в 1,5–2 раза выше, чем у не занимающихся спортом (Hollmann, Hettinger, 1980; Kenney et al., 2012).

Основными реакциями, обеспечивающими ёмкость аэробной системы энергообеспечения, являются следующие:

- повышение количества гликогена в мышцах и печени как основного и наиболее эффективно-го источника энергии для аэробных реакций (Romijn et al., 1993; Stephens, Greenhaff, 2009; Kenney et al., 2012);
- оптимизация процессов гликогенолиза и глюконеогенеза, обеспечивающих поступление в кровь глюкозы (Kjaer, 1999; Weinberg, Gould, 2003; Сили и др., 2007);
- увеличение запасов внутримышечных триацилглицеридов и эффективности их использования для увеличения концентрации СЖК в плазме крови и интенсивности их окисления (Kiens et al., 1993; Turcotte et al., 1999; Holloway, Spriet, 2009);
- стимуляция процесса липолиза и поступления в кровь СЖК из липозной ткани с последующей их утилизацией (Holloway, Spriet, 2009; Wilmore et al., 2009).

К настоящему времени ещё не накоплено достаточно объёма знаний для точного и дифференцированного воздействия на расширение потенциала этих реакций под воздействием тренировочных нагрузок. Однако уже достаточно оснований для того, чтобы увидеть имеющиеся резервы и представить процесс увеличения ёмкости аэробной системы в виде относительно стройной системы средств и методов, в совокупности обеспечивающих способность спортсменов к продолжительной и интенсивной работе аэробного характера.

В качестве одного из примеров перспективности исследований в этом направлении можно привести сведения, отражающие баланс между углеводным и жировым обменом при выполнении продолжительной работы (рис. 18.7).

В состоянии покоя и во время упражнений с интенсивностью от низкой до умеренной (ниже 60% максимального потребления кислорода) липиды служат основным субстратом для выработки АТФ. Во время высокоинтенсивных упражнений (более 75% максимального потребления кислорода) усиление мышечного гликогенолиза и привлечение большего количества мышечных волокон типа II способствует переходу к использованию углеводов в качестве преобладающего субстрата для выработки АТФ. Точка пересечения — это интенсивность пересечения использования жиров и углеводов (см. рис. 18.7), когда энергия жира уменьшается, а энергия углеводов увеличивается. За пределами этой точки перехода происходит дальнейшее увеличение мощности с дальнейшим увеличением использования углеводов и уменьшением окисления жиров. Под влиянием тренировки в мышечных волокнах протекают реакции адаптации, которые способствуют и поддерживают окисление свободных жирных кислот, включая увеличение количества митохондрий, увеличение окислительных ферментов и изменения β -окисления и цепи переноса электронов, которые являются важными детерминантами метаболизма жиров. Резуль-



РИСУНОК 18.7 – Баланс между углеводным и жировым обменом при выполнении продолжительной работы (Kenney et al., 2019)

тат тренировки — сместить точку пересечения вправо и позволить организму сэкономить мышечный гликоген, поскольку запасы углеводов в организме ограничены. Эти вызванные тренировкой адаптации смещают точку перехода в сторону более интенсивных упражнений (Kenney et al., 2019).

Как и при работе, направленной на повышение мощности аэробной системы, увеличение её ёмкости является следствием использования различных вариантов непрерывного и интервального методов. Но если повышение мощности аэробной системы требует первоочередного внимания к рациональному выбору интенсивности работы, то при стремлении увеличить её ёмкость в качестве ведущего компонента нагрузки выступает продолжительность работы, хотя и её интенсивности необходимо уделять серьёзное внимание.

Продолжительность работы должна обеспечивать практически полное расходование гликогена мышц, активное использование гликогена печени, что является, во-первых, стимулом к интенсивному восстановлению гликогена, его суперкомпенсации и увеличению запасов, а, во вторых, стимулом к поступлению в кровь и доставке к мышцам СЖК, образующихся в результате липолиза в адипозной ткани и окисления триацилглицеридов — в мышечной (Turcotte et al., 1999; Holloway, Spriet, 2009).

Суммарный объём работы, необходимой для стимуляции адаптационных реакций, направленных на повышение ёмкости аэробной системы энергообеспечения, во многом зависит от квалификации и специализации спортсменов. В одних случаях объём непрерывной и интервальной работы в течение одного занятия может ограничиться 1,5–2 ч, в других может потребоваться до 5–6 ч тренировки при 2–3 занятиях в течение дня. Пловцы высокой квалификации могут в течение дня проплыть до 15–18 км, велосипедисты-шоссейники преодолевать расстояние 150–200 км и более, суммарное время, затрачиваемое в течение дня спортсменами, специализирующимися в триатлоне, может достигать 6–7 ч.

Средствами повышения ёмкости аэробной системы могут являться различные общеподготовительные, вспомогательные и специальноподготовительные упражнения, выполняемые с использованием как непрерывного, так и интервального методов. Интенсивность работы может быть постоянной или носить переменный характер. Упражнения могут вовлекать различные мышечные объёмы и с этих позиций носить глобальный, частичный или локальный характер. Основной их характеристикой, определяющей развитие процессов, связанных с увеличением ёмкости аэробной системы, является продолжительность работы, которая при определённой интенсивности влияет на развитие адаптационных реакций, в совокупности обеспечивающих ёмкость аэробной системы энергообеспечения.

При определении продолжительности работы при прочих равных условиях (специализация, квалификация, возраст, подготовленность спортсмена) следует обеспечивать направленную стимуляцию тех или иных реакций, связанных с ёмкостью аэробной системы, — исчерпание запасов гликогена, активацию процесса окисления внутримышечных триацилглицеридов, интенсификацию гликогенолиза и затем глюконеогенеза, доставку СЖК в мышечную ткань в результате липолиза. Недостаток энергии за счёт окисления мышечного гликогена параллельно и последовательно восполняется другими источниками — внутримышечными триацилглицеридами, адипозной тканью, гликогенолизом и глюконеогенезом. В различных стадиях продолжительной работы аэробного характера имеет место разное участие реакций энергообеспечения. В начале работы это в основном использование мышечного гликогена, а в её завершающих стадиях — липолиз и глюконеогенез (Holloway, Spriet, 2009; Herda, Cramer, 2016).

Программы тренировочных занятий, направленных на повышение ёмкости аэробной системы, при подготовке квалифицированных спортсменов могут составлять 2–3 ч, в основном заполненных непрерывной или интервальной работой с непродолжительными паузами отдыха.

Когда речь идет о повышении ёмкости аэробной системы за счёт всех процессов, её обеспечивающих, продолжительность работы может быть увеличена до 3–4 ч, что характерно, например, для подготовки велосипедистов-шоссейников или бегунов-марафонцев. Убедительно доказано, что такая тренировка приводит не только к повышению использования для энергообеспечения СЖК, но и более экономному использованию мышечного гликогена (Hargreaves, 1999), снижению потребления глюкозы (Coggan et al., 1990; Армстронг, Кармайл, 2000).

С такой же целью может быть проведено 2–3 занятия в течение дня с большим суммарным объёмом работы, приводящим к исчерпанию запасов гликогена в организме. Однако такие серии занятий, как и однократные занятия такой направленности, не следует проводить чаще, чем 2 раза в течение недельного микроцикла. При рационально построенной тренировке, следующей за такими занятиями, и повышенном содержании углеводов в диете через 48–72 ч можно ожидать суперкомпенсации гликогена в организме как основы для очередной напряжённой работы аэробной направленности (Платонов, 2013). Более интенсивный режим работы, направленной на повышение ёмкости аэробной системы энергообеспечения, смещает направленность тренировочных средств в сторону анаэробного гликолиза, является риском переутомления, перенапряжения функциональных систем и перетренированности (Wenger, Bell, 1986; Платонов, 2015).

При выборе интенсивности работы, стимулирующей повышение ёмкости аэробной системы энергообеспечения, следует ориентироваться на применение средств и методов, воздействующих на всю совокупность реакций адаптации, определяющих уровень ёмкости, а также сочетание их со средствами относительно избирательного воздействия, способствующими преимущественному развитию тех или иных способностей.

Однако следует помнить, что интенсивность работы на уровне 55–65 % $\dot{V}O_2\max$ является оптимальной для стимуляции липолиза. Более высокая интенсивность приводит к увеличению окисления углеводов и снижению интенсивности окисления жиров (Holloway, Spriet, 2009).

Максимально доступное снижение уровня гликогена в мышечной ткани отмечается, когда работа выполняется с интенсивностью, составляющей 75 % $\dot{V}O_2\max$. Это вторая зона интенсивности, предусматривающая работу в чисто аэробном режиме (рис. 18.8). Более высокая интенсивность работы, достигающая уровня ПАНУ и превышающая его, затрудняет выполнение больших объёмов работы в силу развивающегося утомления, а низкая приводит к преимущественному использованию жировых источников энергии и ограничивает использование гликогена.

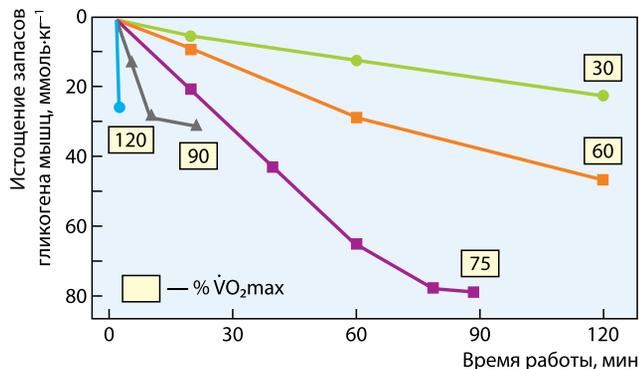


РИСУНОК 18.8 – Истощение запасов гликогена при выполнении работы аэробного характера с различной интенсивностью (Fox et al., 1993)

Однако приведенные на рисунке 18.8 данные относятся к здоровым молодым людям, а не к спортсменам высокой квалификации, отличающимся высоким уровнем аэробных возможностей. Такие спортсмены способны выполнять работу с интенсивностью, соответствующей 80–90 % $\dot{V}O_2\max$ в течение 2 ч и более, а в случае переменного характера работы с колебаниями её интенсивности от 60 до 120 % и более – в течение 3–4 ч и более, как это имеет место, например, в шоссейных велогонках.

В пользу выполнения работы с повышенной интенсивностью до уровня ПАНУ, а, иногда, и несколько более высокой, что характерно для пере-

менных режимов непрерывного и интервального методов, свидетельствует факт, согласно которому может отмечаться недостаток насыщения крови глюкозой за счёт процессов, связанных с утилизацией мышечного гликогена. Это стимулирует поступление глюкозы в кровь за счёт других источников, в частности, расщепления внутримышечного триацилглицерола. Исследования показывают, что при повышенной интенсивности работы эта реакция разворачивается достаточно быстро и уже через несколько минут отмечается существенное снижение в мышцах содержания триацилглицерола, а через 30 мин работы его уровень снижается на 30% (Turcotte et al., 1999). Эта реакция, во-первых, является одной из составляющих мощности аэробной системы, а, во-вторых, существенным фактором её ёмкости, обеспечивающим дополнительное продуцирование энергии и экономию мышечного гликогена.

Недостаточное для обеспечения работы повышенной интенсивности количество энергии, поступающей в результате окисления мышечного гликогена, стимулирует и участие печени в продуцировании энергии за счёт двух связанных с её деятельностью реакций — гликогенолиза (процесса распада гликогена) и следующего за ним при накоплении продуктов промежуточного обмена глюконеогенеза (трансформации в глюкозу лактата, пирувата, глицерола, так называемых гликогенных аминокислот, извлекаемых печенью из крови).

Совсем иная ситуация с интенсивностью работы возникает тогда, когда ставится задача увеличения ёмкости аэробной системы за счёт интенсификации процесса поступления в кровь СЖК в результате липолиза. Эффективность этой реакции зависит от скорости кровотока в адипозной ткани, что обеспечивает доставку СЖК к мышечным клеткам. Максимальный кровоток отмечается при работе с умеренной интенсивностью — вторая зона, потребление кислорода $50\text{--}65\% \dot{V}O_{2\max}$. Повышение интенсивности работы приводит к интенсификации мышечного кровотока, уменьшает кровоснабжение адипозной ткани и ухудшает процесс доставки СЖК в мышечную ткань (Holloway, Spriet, 2009). В случае, если работа выполняется с умеренной интенсивностью, липолиз разворачивается постепенно, но уже через 30—40 мин её энергообеспечение в равной мере осуществляется как за счёт углеводов, так и жиров (Kiens et al., 1993; Herda, Cramer, 2016).

Врабатываемость аэробной системы энергообеспечения

Тренировка, направленная на повышение эффективности вработывания аэробной системы энергообеспечения, требует использования средств и методов, способствующих ускорению процессов развертывания функциональных возможностей центральной (лёгочная вентиляция, сердечный выброс, систолический объём, частота сокращений сердца) и периферической (ёмкость капиллярной сети, доступ крови к мышечным волокнам, утилизация кислорода) частей кислородтранспортной системы; активизации и оптимизации процесса гликогенолиза в мышечной ткани; привлечения к энергообеспечению внутримышечных триацилглицеридов (Kenney et al., 2012; Dupont, 2014; Swank, Sharp, 2016).

При работе над развитием способности к вработыванию аэробной системы энергообеспечения в определённом объёме могут использоваться упражнения общеподготовительного и вспомогательного характера. Однако основное место отводится специально-подготовительным упражнениям, позволяющим развиваться процессам вработывания в органической взаимосвязи с технико-тактическим совершенствованием и структурой соревновательной деятельности, характерной для конкретного вида спорта (Платонов, 2012).

Активизация всех звеньев аэробной системы энергообеспечения наилучшим образом может быть обеспечена упражнениями глобального характера, вовлекающими большие мышечные объёмы. Однако

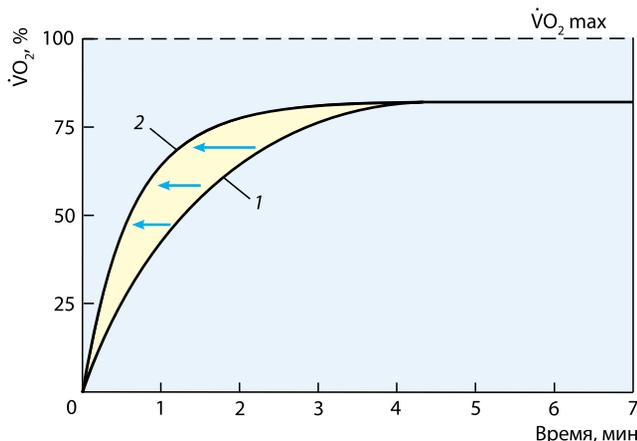


РИСУНОК 18.9 – Укорочение периода вратывания под воздействием специальной тренировки: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки (Платонов, 2004)

проплывание отрезков по 50 и 100 м (20–30 x 50 м, 15–20 x 100 м) с интенсивностью, достигающей околомаксимальной (95 %) частоты сокращений сердца и паузами между отрезками, обеспечивающими восстановление ЧСС до 120–130 уд·мин⁻¹. Эффективным является многократное выполнение упражнений с возрастающей скоростью. В качестве примера можно привести серию 4 x (8 x 100 м) с возрастающей скоростью: в первой серии ЧСС возрастает до 80–85 %, во второй – до 90–95 %, в третьей – ЧСС максимальная, в четвёртой отрезки проплываются с максимальной скоростью. Такой режим работы во всех четырёх частях серии эффективен для повышения скорости развёртывания возможностей кислородтранспортной системы, а в третьей и, особенно, четвёртой – для активизации процесса гликогенолиза (рис. 18.10) и окисления внутримышечного триацилглицерола.

Высокой эффективностью отличаются и различные варианты непрерывного метода с переменным характером работы: 15–60-секундные упражнения, выполняемые с интенсивностью, характерной для четвертой–шестой зон энергообеспечения (аэробно-анаэробная, анаэробно-аэробная, анаэробная лактатная), чередуются с работой малой интенсивности (первая и вторая зоны) в соотношении 1:1,3; 1:1,5; 1:2.

Такой характер двигательной активности в этих видах спорта характерен для тренировочного процесса, направленного на развитие скоростных и координационных способностей, совершенствования технико-тактического мастерства, развития специальной выносливости. В этих условиях способность к ускорению процесса вратывания аэробной системы является побочным адаптационным ответом на тренировку иной преимущественной направленности. Это, однако, не должно отвлекать от необходимости использования интервальной и переменной тренировки, избирательно направленной на повышение способностей к быстрой активации аэробной системы энергообеспечения.

определённое место должны занимать и упражнения частичного и локального характера, стимулирующие быстроту развития реакции в периферической части кислородтранспортной системы.

Наиболее эффективным методом, способствующим ускорению процесса вратывания, является интервальный. Объясняется это тем, что при такой тренировке происходит быстрая смена интенсивной работы пассивным отдыхом и на протяжении одного занятия многократно активизируется до околопредельных величин деятельность систем кровообращения и дыхания, что сказывается на развитии способности соответствующих функциональных систем к укорочению периода вратывания (рис. 18.9). Например, в плавании широко используется многократное

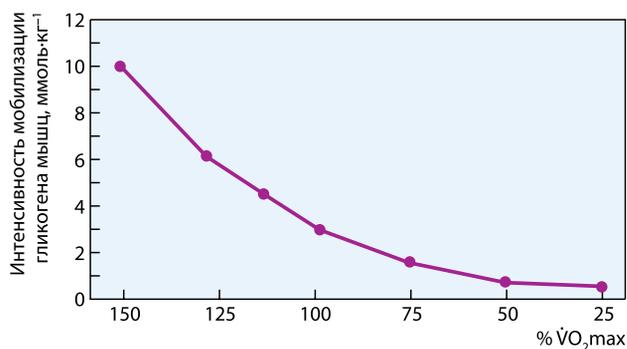


РИСУНОК 18.10 – Влияние интенсивности работы (% $\dot{V}O_{2\max}$) на мобилизацию гликогена (Fox et al., 1993)

Особое внимание при работе над увеличением скорости развертывания потенциала аэробной системы энергообеспечения должно быть обращено на интенсивность работы, которая должна превышать порог анаэробного обмена и выполняться в четвёртой—шестой зонах интенсивности — от смешанной аэробно-анаэробной до преимущественно анаэробной лактатной. Такая интенсивность работы способствует скорости развертывания срочных адаптационных реакций аэробной системы в значительно большей мере, чем работа во второй и третьей зонах, в том числе и за счёт активации быстросокращающейся мышечной ткани. Кроме того, повышенная интенсивность, приводящая к быстрому снижению концентрации глюкозы в крови, стимулирует процессы гликогенолиза и окисления мышечных триацилглицеридов.

С целью интенсификации процессов вработывания в периферических звеньях кислородтранспортной системы, обеспечивающих доступ кислорода к мышечной ткани и его утилизацию, в процессе интервальной и переменной тренировки следует широко использовать упражнения, стимулирующие периферическое кровоснабжение: бег в гору, по песку, с тормозными устройствами — при подготовке бегунов; использование лопаток, разного вида устройств, увеличивающих сопротивление — в плавании; серии бросков манекена большой массы — в борьбе и т. п. (Платонов, 2015).

Следовательно, быстрота вработывания аэробной системы энергообеспечения обуславливается не только факторами, связанными непосредственно с этой системой, но и эффективностью технического мастерства, особенно в тех частях, которые обеспечивают частоту и глубину дыхания, уровень лёгочной вентиляции, синхронизацию активности различных мышц и мышечных волокон. Неэффективная техника дыхания может существенно сдерживать поступление воздуха в лёгкие, а плохая синхронизация мышечной активности, проявляющаяся в вовлечении в работу излишних мышечных объёмов, включая избыточную активность антагонистов, — затруднению периферического кровообращения и доступа кислорода к работающим мышцам. Поэтому совершенствование технического мастерства в этих направлениях существенно влияет на быстроту вработывания аэробной системы энергообеспечения.

Экономичность использования потенциала аэробной системы энергообеспечения

В основе методики повышения экономичности лежит использование методов и средств, обеспечивающих оптимизацию и синхронизацию механизмов аэробного обеспечения двигательной деятельности, совершенствование спортивной техники и тактики, налаживание эффективной взаимосвязи двигательной и вегетативной функций, совершенствование нервно-психической регуляции мышечной активности (Платонов, 2015). Реализация методики, опирающейся на эти положения, повышает эффективность использования потенциала аэробной системы энергообеспечения, что обеспечивается смещением порога анаэробного обмена в зону значительно более высокой интенсивности работы, повышая её экономичность (рис. 18.11, 18.12).

Экономичность реализации энергетического потенциала в специальной тренировочной и соревновательной деятельности обеспечивается в случае использования в тренировочном процессе широкого комплекса упражнений, в которых моделируются основные элементы соревновательной деятельности (Buchheit et al., 2011). Например, применительно к футболу следует использовать упражнения скоростного характера различной продолжительности, упражнения со сменой направления движения, перемещением боком, назад и т. д., что отражает специфику перемещений в матчах (Reilly, 1994). При этом принципиально важно постоянно сочетать различные упражнения

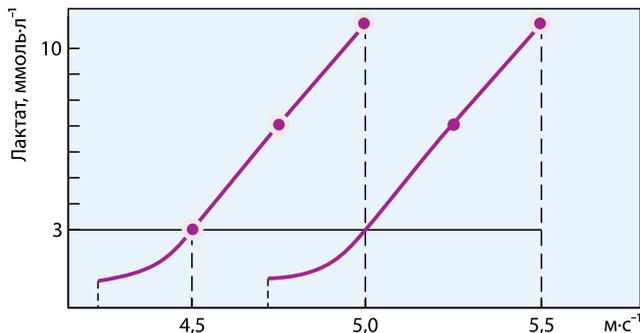


РИСУНОК 18.11 – Увеличение скорости бега (м·с⁻¹) на уровне ПАНО под влиянием целенаправленной тренировки (Bube, Kampfe, 1979)

триацилглицеридов, соответствующего увеличения концентрации СЖК в плазме крови и интенсивности их окисления. В этом случае эффективной оказывается интервальная продолжительная тренировка с использованием 30–60-секундных упражнений с небольшими паузами (10–30 с) и количеством повторений, достигающих 20–30 при интенсивности работы, находящейся во второй и третьей зонах интенсивности (работа на уровне ПАНО и в аэробно-анаэробном режиме). Перспективно и использование переменного метода с чередованием относительно продолжительной части работы (45–60 с) с интенсивностью, несколько превышающей ПАНО (лактат 4–5 ммоль·л⁻¹), и непродолжительной (20–30 с) малоинтенсивной (первая зона интенсивности). Экономии внутримышечного гликогена способствует и вовлечение в энергообеспечение СЖК, образующихся в результате процесса липолиза. Стимуляции этого процесса способствует продолжительная непрерывная работа (до 1–2 ч и более) с интенсивностью, не достигающей ПАНО (вторая зона).

Существенным моментом, влияющим на рациональное использование потенциала аэробной системы энергообеспечения и экономичность работы, является эффективность внешнего дыхания. Поэтому работа над совершенствованием техники дыхания, обеспечивающей высокую легочную вентиляцию без нарушения рациональной динамической и кинематической структуры двигательных действий, является серьёзным резервом для увеличения энергопродукции аэробной системы. Средствам совершенствования рациональной техники дыхания как в процессе активной соревновательной деятельности, так и в возникающих паузах или периодах пониженной активности (в спортивных играх, единоборствах и других видах спорта) следует уделять пристальное внимание с акцентом на полный выдох и максимально возможную в конкретных условиях лёгочную вентиляцию.

Не менее важной является работа, направленная на улучшение внутримышечной и межмышечной координации, обеспечивающая активизацию лишь необходимого для эффективной мышечной деятельности количества мышечных

в комплексных двигательных действиях, воздействуя не только на механизмы, обеспечивающие эффективность каждого из действий, но и механизмы, обеспечивающие переход от одного к другому (Gamble, 2013).

При развитии экономичности применительно к видам спорта и дисциплинам, предъявляющим особые требования к аэробной производительности (бег на длинные дистанции, лыжные гонки, стайерские дистанции плавания, велоспорт (шоссе) и др.), внимание должно быть обращено на экономию мышечного гликогена за счёт окисления запасов внутримышечных

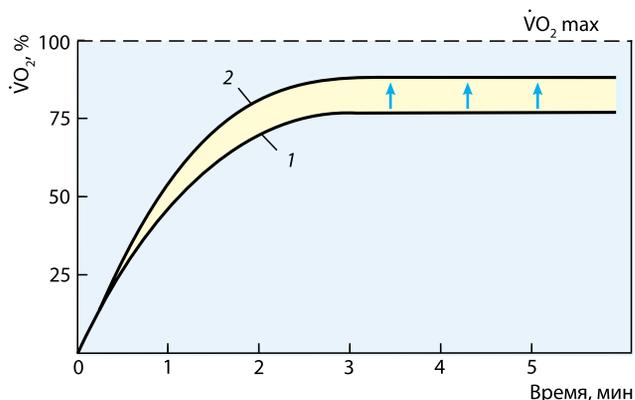


РИСУНОК 18.12 – Повышение устойчивости аэробного процесса у квалифицированных спортсменов под воздействием специальной тренировки: 1 – до тренировки; 2 – после тренировки

волокон, последовательность их вовлечения в работу, а также синхронизацию деятельности мышц агонистов, синергистов, стабилизаторов и антагонистов. В основе методики, способствующей развитию этих способностей, исключительное разнообразие тренировочных упражнений, интенсивности их выполнения, режима работы и отдыха с постоянным контролем за ощущениями, связанными с чувством времени, пространства, темпа, ритма, развиваемых усилий (Платонов, 2015).

При работе, направленной на увеличение способностей к напряжению и расслаблению мышц, следует применять упражнения, обеспечивающие выборочную активизацию ключевых групп мышц. Так, спортсмены, специализирующиеся в борьбе, обучаются способности поочередно напрягать и расслаблять мышцы левой и правой руки, шеи, грудные мышцы и мышцы спины; пловцы, готовящиеся к плаванию брассом и баттерфляем, совершенствуют способность поочередно напрягать мышцы обеих рук или обеих ног. Такой подход позволяет оптимизировать координацию работы мышц при выполнении двигательных действий.

Очень важно научить спортсменов расслаблять мышцы лица. Если спортсмен умеет работать с высокой интенсивностью с расслабленными мышцами лица, то меньшее напряжение будут испытывать и многие другие мышцы, не принимающие участия в работе. При этом спортсмен более экономно расходует энергию, медленнее утомляется, эффективнее восстанавливает силы по ходу работы (Борзов, 2014).

Повышение экономичности работы за счёт использования потенциала аэробной системы энергообеспечения в видах спорта, требующих высокого уровня как аэробных, так и анаэробных возможностей (работа во временном диапазоне от 1 до 5 мин), требует специфической методики. Здесь широко используются упражнения, выполняемые в четвертой (аэробно-анаэробной) и пятой (анаэробно-аэробной) зонах интенсивности. Такие упражнения, являясь исключительно эффективным средством увеличения мощности и вработываемости аэробной системы, способствуют совершенствованию способностей, непосредственно связанных с экономией мышечного гликогена. Они ускоряют процесс вовлечения в энергообеспечение мышечных триацилглицеридов и стимулируют глюконеогенез — метаболический процесс, приводящий к образованию глюкозы из неуглеводных источников — пирувата, глицерола, молочной и пировиноградной кислот. Продолжительность упражнений при использовании интервального метода составляет от 30 с до 4 мин, паузы между упражнениями — 1—3 мин. Эффективно серийное выполнение упражнений: 3—4 х (3 х 3 мин) с паузами 2 мин между упражнениями, 5 мин — между сериями; 4—6 х (4 х 60 с) с паузами между упражнениями 30 с, между сериями — 3 мин. Использование переменного метода предполагает непрерывную работу в течение 15—30 мин с чередованием интенсивной и малоинтенсивной частей: 30—45 с — интенсивная, 15—30 с — малоинтенсивная.

Повышение экономичности двигательной деятельности смешанного аэробно-анаэробного характера требует расширения аэробного потенциала БСа- и БСб-волокон. Поскольку изменения в этих волокнах являются важной частью экономизации, средства и методы соответствующей направленности должны найти место в тренировочном процессе. Эффективными являются упражнения, выполняемые в аэробно-анаэробной, анаэробно-аэробной и анаэробной лактатной зонах энергообеспечения, с использованием интервального и непрерывного методов с переменным характером работы. Чем выше интенсивность, тем меньший объём работы необходим для повышения аэробных возможностей этих типов мышечных волокон. Эффективной является и длительная непрерывная работа в условиях компенсированного и явного утомления, в которую вовлекаются указанные мышечные волокна, а также продолжительная работа на уровне порога анаэробного обмена с периодически включаемыми ускорениями.

Повышение экономичности работы в тренировочном процессе осуществляется преимущественно при выполнении программ, способствующих увеличению потенциала других важнейших составляющих аэробной системы энергообеспечения. И это вполне естественно, так как экономичность работы во многом обуславливается мощностью, ёмкостью и вработываемостью аэробной системы энергообеспечения. Высокий уровень вработываемости предопределяет высокую интенсивность работы с её начала, минимизируя привлечение анаэробных источников энергообеспечения. Мощность аэробной системы повышает количество продуцируемой ею энергии до уровня ПАНУ, а её ёмкость – продолжительность работы на заданном уровне интенсивности. В свою очередь и экономичность может рассматриваться в качестве составляющей, влияющей на проявление мощности, ёмкости и вработываемости аэробной системы энергообеспечения. Эта взаимосвязь отражается и на составе средств и построении программ тренировочных занятий, способствующих повышению экономичности.

В таблице 18.7 приведены комплексы упражнений, способствующие повышению экономичности работы спортсменов, специализирующихся в велосипедном спорте (шоссе). По такому же принципу могут быть составлены комплексы упражнений для спортсменов, специализирующихся в других видах спорта. В качестве примера приведем программу тренировочного дня с большой суммарной нагрузкой из опыта подготовки одного из выдающихся австралийских пловцов, специализирующихся в плавании вольным стилем (табл. 18.8). Содержание обеих таблиц отражает исключительное разнообразие тренировочных средств, что позволяет обеспечивать преимущественное воздействие на различные способности, обуславливающие уровень экономичности работы, а также повышение способности к экономному расходованию энергии в органичной связи с другими факторами, обеспечивающими потенциал аэробной системы энергообеспечения – её вработываемость, мощность и ёмкость.

ТАБЛИЦА 18.7 – Упражнения, рекомендуемые для повышения экономичности системы энергообеспечения у квалифицированных велосипедистов-шоссейников (Platonov, Bulatova, 2003)

Упражнения	Длина дистанции, км	Реакция организма (по данным ЧСС, уд·мин ⁻¹)
Прохождение длинных дистанций на равнинных участках трассы с равномерной скоростью и ориентацией на эффективное дыхание и экономную работу мышц	От 60–80 до 100–120	Во время работы – 150–165
Прохождение длинных дистанций со ступенчато-возрастающей скоростью	60 (15 + 15 + 15 + 15), 80 (20 + 20 + 20 + 20), 100 (25 + 25 + 25 + 25)	На первом отрезке – 140–150, на втором – 150–160, на третьем – 160–170, на четвёртом – 170–180
Прохождение длинных дистанций со ступенчато-убывающей скоростью	60 (15 + 15 + 15 + 15), 80 (20 + 20 + 20 + 20), 100 (25 + 25 + 25 + 25)	На первом отрезке – 170–180, на втором – 160–170, на третьем – 150–160, на четвёртом – 140–150
Прохождение дистанций в группе на сложной трассе с постоянным варьированием скоростей, сменой позиций, режима работы и других показателей в поисках наиболее эффективного с точки зрения экономичности технико-тактического варианта	От 50–70 до 150–200	Реакция организма обусловлена особенностями гонки
Прохождение дистанций с повышенной по сравнению с ездой на равнинных участках трассы скоростью (езда под уклон, гонка за лидером на треке, езда за автомобилем на шоссе и т. п.)	От 5–10 до 40–50, скорость максимальная для данной дистанции	170–200

ТАБЛИЦА 18.8 – Программы занятий, способствующие повышению экономичности, применяемые пловцом высокого класса (Платонов, 2012)

Упражнение	Показатели (длина отрезков, дистанции, характеристика серии, режим работы)	Реакция организма по данным ЧСС за 1 мин
Утро		
Проплывание дистанции вольным стилем	5 x 200 ярдов в режиме 3 мин 10 с	160–170
Комплексное плавание	4 x 200 ярдов в режиме 3 мин 30 с	150–160
Плавание вольным стилем при помощи рук с лопатками	500 ярдов	120–130
Проплывание дистанции вольным стилем переменного (3-, 6-, 9-, 12-й отрезки с максимальной интенсивностью)	12 x 100 ярдов в режиме 1 мин 25 с	Малоинтенсивные отрезки – 130–140, интенсивные отрезки – 170–180
Проплывание дистанции вольным стилем при помощи рук с тормозным кругом	500 ярдов	120–130
Проплывание дистанции вольным стилем, переменного 3-, 6-, 9-, 12-й отрезки с максимальной интенсивностью	12x200 ярдов	Малоинтенсивные отрезки – 130–140, интенсивные отрезки – 170–180
Проплывание дистанции вольным стилем при помощи рук с лопатками	500 ярдов	120–130
Проплывание дистанции вольным стилем переменного	16 x 100 ярдов в режиме 50 с (25 интенсивно + 75 свободно; 50 быстро + 50 свободно)	Интенсивные отрезки – 170–180, малоинтенсивные отрезки – 130–140
Общий объём – 8500 м		
Вечер		
Проплывание отрезков в порядке комплексного плавания	10 x 100 ярдов	130–140
	10 x 50 ярдов в режиме 45 с	150–160
	4 x 125 ярдов в режиме 1 мин 50 с	150–160
Проплывание отрезков вольным стилем, прогрессивно, с улучшением	6 x 450 ярдов в режиме 9 мин 20 с	140–180
Проплывание отрезков при помощи ног	50 x 50 ярдов в режиме 1 мин	160–170
Проплывание отрезков при помощи рук, переменного	8 x 100 (100 интенсивно + 100 свободно) в режиме 2 мин	Интенсивный отрезок – 170–180, свободное плавание – 120–130
Свободное плавание	100 ярдов	120–130
Проплывание отрезков вольным стилем, переменного	12 x 125 ярдов (50 интенсивно + 75 свободно)	Интенсивный отрезок– 160–170, свободное плавание 120–130
Общий объём – 7300 м		

Устойчивость процесса аэробного обеспечения мышечной деятельности

Сбалансированность процессов, относящихся к мощности, ёмкости, вработываемости и экономичности аэробной системы энергообеспечения, гарантирует её устойчивость, т. е. способность к функционированию в течение длительного времени, обеспечивая высокую интенсивность и большую продолжительность мышечной деятельности. Развитие устойчивости предполагает интеграцию различных составляющих системы аэробного обеспечения в функциональную систему (Анохин, 1975), что отражается в соответствующих положениях методики, в основе которой:

- тесная взаимосвязь тренировки, направленной на повышение мощности, ёмкости, вработываемости и экономичности аэробной системы энергообеспечения с процессом технико-тактического совершенствования;
- моделирование в условиях тренировочной деятельности всего спектра реакций аэробной системы энергообеспечения, характерных для соревновательной деятельности;
- обеспечение эффективного взаимодействия с алактатной и лактатной анаэробными системами энергообеспечения применительно к требованиям эффективной соревновательной деятельности;
- развитие психической устойчивости к выполнению работы в условиях компенсируемого и явного утомления.

При совершенствовании устойчивости процессов энергообеспечения следует стремиться к разнообразию средств и методов воздействия на организм спортсмена при строгом контроле за характером энергообеспечения.

Повышение устойчивости аэробного процесса связано с расширением углеводных запасов мышц и печени и их экономичным расходом, по возможности более ранним включением жирных кислот в процесс ресинтеза АТФ дополнительно к окислению гликогена. Этому способствует длительная работа – от 30–40 мин до 2–3 ч. Интенсивность работы, как правило, должна быть постоянной, обеспечивающей наиболее экономичный её режим. Однако для более разносторонней мобилизации различных источников энергообеспечения, формирования гибкой техники и тактики следует использовать продолжительные упражнения и с варьирующей интенсивностью работы (высокая – низкая, постепенно возрастающая, постепенно убывающая).

Особое внимание должно быть обращено на необходимость выполнения больших объёмов работы в состоянии компенсируемого утомления, предъявляющего организму повышенные требования в отношении устойчивости процессов энергообеспечения. Это повышает устойчивость аэробного процесса, позволяя существенно увеличить продолжительность работы при стабильно высоком уровне потребления кислорода, а также способствует уменьшению жировой ткани, не затрагивая объём обезжиренной массы (Noble, McGraw, 1973; Brooks et al., 1991).

Следует помнить, что высокие показатели устойчивости процессов энергообеспечения спортсмен может успешно реализовать в процессе соревнований лишь в том случае, когда указанные способности являются результатом применения специфических средств тренировочного воздействия (Gamble, 2013). Если они были приобретены с помощью неспецифических упражнений, то на последующих этапах подготовки с использованием комплекса специально-подготовительных средств их необходимо преобразовать в специфические изменения, соответствующие особенностям соревновательной деятельности (Платонов, 2011).

Внешнее дыхание и дыхательные мышцы

В спортивной физиологии прочно укоренились представления, согласно которым основными факторами, лимитирующими аэробную производительность организма человека, являются производительность сердца, отражённая в его способности обеспечить высокие величины сердечного выброса и, в меньшей мере, копилляризация мышечной ткани, интенсивность периферического кровоснабжения и утилизация кислорода, отражённая в величине артериовенозной разницы.

Что же касается основных показателей внешнего дыхания (жизненная ёмкость лёгких, частота и глубина дыхания, максимальная вентиляция лёгких и др.), то они не находятся в числе лимитирующих транспорт кислорода и его утилизацию в мышечной ткани.

Это абсолютно справедливо, когда речь идёт об условиях, в которых под влиянием внешних факторов не ограничиваются возможности системы внешнего дыхания. Однако в большинстве видов спорта техника движений и двигательных действий, особенности соревновательной деятельности ограничивают возможности грудной клетки в обеспечении доступа воздуха в лёгкие и обмена газов между атмосферным и альвеолярным воздухом. Достаточно подвергнуть даже поверхностному анализу особенности дыхания спортсменов в условиях соревнований в спортивной борьбе, боксе, плавании, фигурном катании, даже не рассматривать такие виды как артистическое плавание, чтобы убедиться в том, что технические требования и условия соревновательной борьбы резко ограничивают возможности мышц, обеспечивающих вдох и выдох, сокращение диафрагмы. Понятно, что в таких условиях внешнее дыхание становится не менее, а во многих случаях и более важным фактором, лимитирующим аэробную производительность, по сравнению с сердечным выбросом и артериовенозной разницей.

К сожалению, это не учитывается в должной мере в методике развития дыхательных мышц, совершенствовании техники дыхания. И если в содержании специальной технической и физической подготовки совершенствованию внешнего дыхания отводится определённое внимание, то в базовой подготовке считается достаточным выполнение продолжительной работы аэробного характера без какого-либо внимания к развитию дыхательных мышц. Однако, важно отметить, что развитие мышц, определяющих движения ребер, диафрагмы и живота должно стать одной из сторон базовой подготовки системы дыхания, а также привлечь больше внимания в специальной подготовке, включая соревновательную. Приведём несколько упражнений базового характера, направленных на увеличение при дыхании объёма грудной клетки, развитие дыхательных мышц, увеличение роли мышц живота в обеспечении полноценного выдоха, а также диапазона движений диафрагмы (Фельденкрайз, 2020). Основные особенности этих упражнений в отношении техники дыхания могут быть распространены и на упражнения, направленные на развитие силовых качеств, гибкости и выносливости как в базовой, так и специальной подготовке.

Объём груди и дыхание. Из исходного положения лёжа на спине, ноги на ширине плеч, колени согнуты сделать глубокий вдох и задержать дыхание. Принципиально важно обеспечить глубину дыхания отодвижением груди от позвоночника (за счёт расширения грудной клетки), обеспечить наполнение лёгких воздухом при естественном придавливании позвоночника к полу по всей длине груди. Необходимо исключить типичную ошибку, при которой вместо того, чтобы при вдохе увеличить объём груди, отрывается от пола спина.

Дыхательные движения без дыхания. Положение тела как и в предыдущем упражнении. Осуществлять дыхательные движения, но без вдыхания и выдыхания воздуха. После нескольких повторений сделать глубокий вдох, как и в предыдущем упражнении, затем повторить движения грудью без дыхания.

Движения нижней части живота. Из исходного положения лежа на спине, локти на полу, кончики пальцев на животе, сделать глубокий вдох и задержать дыхание одновременно сжимая грудь как бы для интенсивного выдоха, но не выдыхая. Возрастающее давление воздуха увеличит давление в животе, округлив его нижнюю часть. После этого выдохнуть воздух посредством выдвигания живота вперёд и его кругового расширения до тех пор, пока не появится ощущение давления таза и бедер на пол.

Колебательные движения диафрагмы. Положение тела как и в предыдущем упражнении. Сделать глубокий вдох и задержать дыхание. Затем сжать грудь и расширить живот, после чего расширить грудь и сжать живот. Попеременно выполнять эти попеременные движения сериями по 6–10

раз, задерживая дыхание. В каждой из серий может использоваться различный темп движений — от медленного до быстрого. Выполнение этого упражнения приводит к последовательному перемещению диафрагмы, то в направлении ног, то в направлении головы.

Движения груди и живота при нормальном дыхании. Из положения лёжа на спине, руки и ноги выпрямлены, осуществлять попеременные движения груди и живота при глубоком нормальном дыхании.

Деадаптация аэробной системы энергообеспечения и побочные эффекты

Прекращение тренировки или резкое снижение объёмов тренировочной работы приводят к деадаптации во всех звеньях аэробной системы энергообеспечения, приводящей к снижению её мощности и ёмкости. Уже через 2 нед. пассивного отдыха отмечается снижение сердечного выброса, систолического объёма, уровня $\dot{V}O_2\max$ (Olbrecht, 2007; Wilmore et al., 2009; Swank, Sharp, 2016), количества функционирующих капилляров (Saltin, Rowell, 1980), запасов мышечного гликогена (Kenney et al., 2012), величины и количества митохондрий, активности оксидативных ферментов (Hargreaves, 1999) и др. В течение такого же времени развиваются процессы деадаптации в БС-волокнах, которые постепенно возвращаются к состоянию, имевшему место до начала напряженной тренировки аэробной направленности (Staron et al., 1991; Cramer, Smith, 2012).

Вначале процесс деадаптации охватывает быстросокращающуюся мышечную ткань, а затем (обычно через 3–4 нед.) развивается и в медленносокращающейся. Высоквалифицированные и хорошо тренированные спортсмены подвержены более интенсивной деадаптации по сравнению со спортсменами невысокой квалификации или плохо тренированными.

Восстановление утраченного уровня адаптации требует значительно большего времени, чем его утрата в результате пассивного образа жизни (рис. 18.13). Как видим, изменения, касающиеся митохондрий скелетных мышц, достигнутые в результате пяти месяцев напряженной тренировки, были в значительной мере утрачены в течение одного месяца после прекращения тренировки. Для восстановления утраченного уровня адаптации потребовалось четыре месяца. Точные клеточные механизмы, обуславливающие стремительно развивающуюся деадаптацию и медленную реадаптацию, во многом остаются неизвестными, однако специалисты едины во мнении относительно ведущей роли ферментативной основы в развитии этого процесса (Swank, 2008).

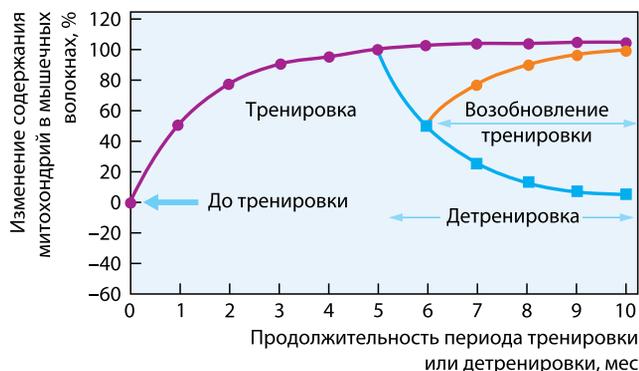


РИСУНОК 18.13 – Изменение содержания митохондрий в мышечных волокнах в процессе тренировки и детренировки (Мохан и др., 2001)

Сохранение достигнутого уровня адаптации аэробной системы энергообеспечения должно обеспечиваться как в процессе годичной подготовки, когда решаются вопросы содержания и динамики работы в макроциклах, так и в процессе многолетнего совершенствования, что особенно важно после завершения этапа подготовки к высшим достижениям. Завершение этого этапа в подавляющем большинстве случаев связано с максимально доступными величинами мощности аэробной системы энергообеспечения и отсутствием предпосылок для её увеличения.

Сохранение достигнутой в результате напряженной тренировки мощности аэробной систе-

мы энергообеспечения может быть обеспечено 50—60-процентным объёмом тренировочной работы от предшествовавшего в течение напряженной аэробной тренировки (Reuter, Hagerman, 2008). Специальная подготовка квалифицированных спортсменов, специализирующихся в большинстве видов спорта, предполагает выполнение больших объёмов работы, направленной на развитие специальной выносливости и других двигательных качеств, активную соревновательную деятельность. Это оказывает косвенное воздействие на аэробную систему энергообеспечения, достаточное для сохранения достигнутого уровня адаптации без включения специальных тренировочных программ аэробной направленности (Платонов, 2015).

Проблема возникает при наличии вынужденных продолжительных перерывов в подготовке, как правило, обусловленных спортивными травмами, а также при планировании излишне продолжительного переходного периода без наличия в его содержании тренировки, поддерживающей уровень возможностей аэробной системы энергообеспечения. её решение — в активной двигательной деятельности не пораженных травмами частей тела, использовании искусственной гипоксической тренировки, рациональном планировании переходного периода — ограничении его продолжительности до 2—3 нед., использовании разнообразных общеподготовительных упражнений аэробного характера в объёме около 30% характерного для подготовительного периода.

Тренировка, направленная на повышение аэробных возможностей, должна планироваться с учётом взаимодействия и взаимосвязей уровня аэробной производительности средств и методов, способствующих её развитию, с другими двигательными качествами и сторонами подготовленности спортсмена.

Продолжительная тренировка, направленная на повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения и построенная на материале упражнений, выполняемых с интенсивностью 60% $\dot{V}O_{2max}$ (вторая зона интенсивности), оказывая положительное влияние на различные звенья транспорта и утилизации кислорода, параллельно приводит к снижению потенциала анаэробных систем энергообеспечения (Green et al., 1995; Holloway, Spriet, 2009) и силовых качеств (Stewart, 2014). Тренировка с более высокой интенсивностью, соответствующей ПАНО и смешанной аэробно-анаэробной зоне (третья и четвертая зоны интенсивности), наряду с повышением аэробных возможностей способствует увеличению мощности и ёмкости анаэробной лактатной системы (Swank, 2008). Однако она приводит к существенным изменениям в структуре и функциональных возможностях БСа- и, особенно БСб-волокон, повышая их оксидативные возможности и подавляя скоростные (Carl, 2008; Swank, Sharp, 2016). Эти изменения отрицательно сказываются на скоростных, скоростно-силовых и координационных возможностях спортсменов (Dudley, Djamil, 1985; Kraemer et al., 1995; Платонов, 2004).

Естественно, что эти особенности напряжённой тренировки аэробного характера с использованием средств, относящихся ко второй—четвертой зонам интенсивности, должны учитываться при работе со спортсменами в видах спорта, требующих высокого скоростного и скоростно-силового потенциала, координационных способностей, мощности и ёмкости алактатной системы энергообеспечения.

При работе над повышением мощности и ёмкости аэробной системы энергообеспечения необходимо учитывать и возможность отрицательного влияния на эту систему средств и методов, ориентированных на развитие других двигательных качеств. Например, силовая подготовка, ориентированная на гипертрофию мышечной ткани, применение упражнений с большими отягощениями приводят к уменьшению плотности митохондрий (MacDougall et al., 1979) и ёмкости капиллярной сети (Staron et al., 1989), увеличению массы тела и, естественно, снижению

аэробных возможностей спортсмена. Отрицательно сказывается на аэробных возможностях интенсивная скоростно-силовая тренировка с использованием разнообразных упражнений, выполняемых с различными отягощениями. Такие средства являются стимулом для адаптации БС-волокон, повышая в них запасы АТФ и КрФ, активность гликолитических ферментов, силу и скорость сокращения, способности к анаэробному метаболизму (Baechle, Earle, 2008; Carl, 2008) и одновременно снижая активность окислительных ферментов, ёмкость капиллярной сети, плотность митохондрий, сопротивляемость утомлению, экономичность (Dudley et al., 1982; French, 2016).

Сочетание в тренировочном процессе методов и средств развития выносливости

В тренировочном процессе, направленном на развитие выносливости, требуется как дифференцированное, так и интегральное воздействие на совокупность факторов, обуславливающих уровень общей и специальной выносливости, возможности алактатной анаэробной, лактатной анаэробной и аэробной систем энергообеспечения. Такое воздействие обеспечивается использованием широкого круга средств и методов, от рационального сочетания которых в тренировочных занятиях и микроциклах зависит наличие должных тренировочных стимулов, естественное сочетание процессов утомления и восстановления, протекание срочных и долговременных адаптационных реакций, профилактика переутомления и перетренированности.

Вопросы, касающиеся построения программ тренировочных занятий и микроциклов, режима работы и отдыха в процессе тренировки подробно рассмотрены в главе «Нагрузки в системе физической подготовки спортсменов». Здесь же мы ещё раз обозначим основной принцип, реализация которого позволяет обеспечить всестороннее воздействие на различные структурные и функцио-

нальные составляющие, которые определяют уровень развития выносливости и возможности систем энергообеспечения, стимулировать эффективное протекание адаптации и профилактику негативных воздействий больших объёмов работы. В его основе — разнообразие средств и методов, их соответствие совокупности факторов, определяющих уровень выносливости и потенциал систем энергообеспечения, и оптимальное сочетание в программах тренировочных занятий и микроциклов.

В качестве примеров рационального планирования работы, направленной на развитие специальной выносливости и повышение возможностей аэробной системы энергообеспечения, приведём части программы недельных микроциклов, рекомендуемые для велосипедистов-шоссейников (табл. 18.9) и бегунов-марафонцев (табл. 18.10).

ТАБЛИЦА 18.9 – Средства развития выносливости в тренировочных занятиях недельного микроцикла при тренировке велосипедистов-шоссейников (Reuter, Hagerman, 2008)

День микроцикла	Тип аэробной подготовки
Воскресенье	Отдых
Понедельник	60-минутная работа с интенсивностью 70% $\dot{V}O_2 \max$
Вторник	30-минутная работа в соревновательном темпе на уровне ПАНО
Среда	45-минутная переменная работа (фартлек) – чередование езды с интенсивностью 70% $\dot{V}O_2 \max$ с ездой с интенсивностью 85–90% $\dot{V}O_2 \max$
Четверг	45-минутная езда в медленном темпе
Пятница	30-минутная работа в соревновательном темпе на уровне ПАНО
Суббота	90-минутная работа с интенсивностью 70% $\dot{V}O_2 \max$

Для этих программ характерно:

- использование средств различной преимущественной направленности, стимулирующих адаптационные процессы, связанные с увеличением мощности, ёмкости, вработываемости и экономичности аэробной системы энергообеспечения; использование средств интегральной направленности, предполагающих объединение различных компонентов в целостную систему, обеспечивающую уровень специальной выносливости;
- рациональная смена от занятия к занятию преимущественной направленности воздействия тренировочных программ, что обеспечивает высокую готовность спортсмена к эффективной работе в каждом из занятий, оптимизирует режим работы и отдыха в отношении взаимосвязи процессов утомления и восстановления, стимуляции реакций адаптации, профилактики переутомления.

Достижение необходимого тренировочного

эффекта в приросте аэробной производительности связано также с количеством в микроциклах занятий, направленных на повышение аэробных возможностей. При тренировке квалифицированных спортсменов, специализирующихся в видах спорта, требующих высокого уровня аэробной производительности, повышение возможностей аэробного процесса энергообеспечения наблюдается при объёмной работе, направленной на повышение возможностей мышцы сердца, системы внешнего дыхания, которая планируется 3–4 раза в неделю. Формирование периферической адаптации происходит наиболее эффективно, когда соответствующие упражнения планируются ежедневно.

Вполне понятно, что различия в тренировочном эффекте нагрузок разной продолжительности и применяющихся с разной частотой в значительной мере зависят от тренированности и квалификации спортсменов, специфики вида спорта. В частности, плохо тренированные или неквалифицированные спортсмены эффективно адаптируются при 2–3-разовом в неделю планировании нагрузок относительно небольшой продолжительности. Даже незначительный объём работы при 3–4 занятиях в неделю приводит к достаточно эффективному приросту аэробных возможностей у спортсменов, специализирующихся в сложнокоординационных и, особенно, в скоростно-силовых видах спорта.

Не менее важно обеспечить рациональное сочетание работы, направленной на повышение возможностей разных систем энергообеспечения с работой, способствующей целостному развитию специальной выносливости. В этом отношении может оказаться полезным подход, сформированный специалистами США, Австралии и Великобритании применительно к циклическим видам спорта (Bowman, 2003; Maglisco, 2003; Sweetenham, Atkinson, 2003). Виды выносливости выделяются в соответствии с механизмом энергообеспечения — выносливость к аэробной и анаэробной работе. Для совершенствования каждого из видов выносливости систематизированы средства тренировочного воздействия. В частности, для повышения выносливости в работе аэробного характера рекомендованы три группы

ТАБЛИЦА 18.10 – Средства развития выносливости в тренировочных занятиях недельного микроцикла при тренировке бегунов-марафонцев (Reuter, Hagerman, 2008)

День микроцикла	Тип аэробной подготовки
Воскресенье	Отдых
Понедельник	45-минутный переменный бег (фартлек) Чередование бега с интенсивностью 70% $\dot{V}O_{2max}$ с отрезками высокоинтенсивного бега на уровне 85–90% и более $\dot{V}O_{2max}$
Вторник	60-минутный бег в умеренном темпе с интенсивностью на уровне 70% $\dot{V}O_{2max}$
Среда	45-минутная интервальная тренировка Отрезки продолжительностью 3–5 мин чередуются с отдыхом в соотношении 1:1 Интенсивность работы на уровне $\dot{V}O_{2max}$
Четверг	60-минутный бег с переменной скоростью
Пятница	45-минутная интервальная тренировка Отрезки продолжительностью 30–90 с чередуются с отдыхом в соотношении 1:2 Интенсивность работы – 100–120% уровня $\dot{V}O_{2max}$
Суббота	120-минутный бег в умеренном темпе с интенсивностью на уровне 70% $\dot{V}O_{2max}$

тренировочных упражнений: аэробные упражнения на уровне порога аэробного обмена — EN1 (ЧСС 120–150 уд·мин⁻¹ — 60–70% максимальной, лактат 1–3 ммоль·л⁻¹); аэробные упражнения на уровне ПАНО — EN2 (ЧСС 140–170 уд·мин⁻¹ — 70–85% максимальной, лактат 3–4 ммоль·л⁻¹); аэробно-анаэробные упражнения с преимущественно аэробным энергообеспечением — EN3 (ЧСС 160–180 уд·мин⁻¹ — 85–95% максимальной, лактат 4–8 ммоль·л⁻¹).

Для развития выносливости к работе анаэробного характера выделены две группы упражнений: анаэробно-аэробные преимущественно с анаэробным гликолитическим механизмом энергообеспечения — SP1 (ЧСС 100%, лактат 6–12 ммоль·л⁻¹); анаэробные — SP2 (ЧСС 100%, лактат — 10–20 ммоль·л⁻¹). ещё одна группа упражнений (SP3) используется для повышения как скоростных качеств, так и мощности и ёмкости алактатного анаэробного процесса (непродолжительные упражнения (5–20 с) с максимальной или близкой к ней интенсивностью).

Развитие выносливости осуществляется применительно к каждой из этих групп упражнений с использованием их серий, составляющих основную часть тренировочных занятий. Соотношение в тренировочном процессе различных групп упражнений определяется длиной дистанции, на которой специализируется спортсмен, этапом многолетней подготовки, особенностями периодизации годичной подготовки.

Тренировка в указанных направлениях составляет первую часть работы над развитием выносливости. Вторая часть — объединение накопленного функционального потенциала и формирование способности к его реализации в соревнованиях на конкретной дистанции. Для этого планируются серии упражнений, моделирующих предстоящую соревновательную деятельность.

На общеподготовительном этапе подготовительного периода преимущественно используются средства, относящиеся к первой части — избирательному повышению возможностей систем энергообеспечения. На специально-подготовительном этапе подготовительного периода и в соревновательном периоде превалируют средства интегрального характера, способствующие целостному развитию специальной выносливости.

Интересный методический приём, обеспечивающий эффективное сочетание в тренировочных занятиях работы, направленной на повышение аэробных возможностей и специальной выносливости в видах соревнований стайерского характера (марафонский бег, шоссейные велогонки, лыжные гонки, биатлон и др.), рекомендуют У. Кироузис и Д. Гутмен (Kirousis, Gootman, 2012). Например, при общей продолжительности тренировочной дистанции в велоспорте 120 км в начале тренировочного года рекомендуется большую часть дистанции (60–70%) проходить в оптимальном аэробной режиме, не превышающем уровня ПАНО, а остальную — в темпе соревновательной гонки. В дальнейшем соотношение между этими двумя видами работы постепенно изменяется в сторону работы соревновательного характера, который может быть увеличен до 75–85% общего объёма работы.

Тестирование выносливости и возможностей систем энергообеспечения

Тестирование выносливости проводится с помощью разнообразных тестов, которые могут носить специфический и неспецифический характер. **Неспецифические тесты** включают физическую деятельность, отличающуюся от соревновательной деятельности координационной структурой движений и особенностями функционирования обеспечивающих систем. Неспецифические тесты наиболее часто основаны на материале бега или ходьбы на тредбане, педалирования на велоэргометре.

Специфические тесты строятся на выполнении работы, при которой координационная структура движений, деятельность систем обеспечения максимально приближены к специфике соревновательной деятельности. С этой целью используются различные сочетания специальноподготовительных упражнений (например, дозированные серии бросков в борьбе, серии отрезков в беге или гребле, комплексы специфических упражнений в играх и т. п.). Для бегунов специфическими являются тесты, построенные на материале бега на тредбане, для велосипедистов — педалирование на велоэргометре, лыжников — бег на лыжероллерах, на тредбане, для пловцов — плавание в гидроканале.

Контроль за специальной выносливостью следует осуществлять с учётом факторов, определяющих работоспособность и развитие утомления в данном виде спорта. При этом необходимо помнить, что локализация и механизмы развития утомления в каждом виде спорта специфичны и определяются характером мышечной деятельности, поэтому не удивительно, что, как уже отмечалось, выносливость делят на общую и специальную; тренировочную и соревновательную; локальную, региональную и глобальную; аэробную и анаэробную; мышечную и вегетативную; сенсорную и эмоциональную; статическую и динамическую, скоростную и силовую. Вполне естественно, что при подборе методов для контроля выносливости в каждом частном случае должны быть проанализированы факторы, определяющие проявление данного качества, подобраны методы и процедуры, позволяющие дать ему объективную оценку с учётом специфики двигательной деятельности и выдвигаемых ею требований к регуляторным и исполнительным органам (Garvican et al., 2013; Gamble, 2013).

Для оценки выносливости наряду с показателями соревновательной деятельности и специальных тестов широко используют показатели, отражающие деятельность функциональных систем организма спортсменов. Так, при оценке выносливости в работе, связанной с аэробным характером энергообеспечения (прежде всего циклические виды спорта), информативными оказываются показатели максимального потребления кислорода, ПАНО, сердечного выброса и др., а также показатели, свидетельствующие об экономичности работы, подвижности и устойчивости деятельности аэробной системы энергообеспечения.

Применительно к другим группам видов спорта (спортивные игры, единоборства, сложнокоординационные виды) наряду с показателями, отражающими возможности систем энергообеспечения, могут использоваться различные характеристики, свидетельствующие об устойчивости спортсменов к сбивающим факторам психического порядка, эффективности деятельности анализаторов путём учета изменений сенсомоторных проявлений при различных нагрузках; эффективности решений двигательных задач в условиях относительно устойчивого состояния и при напряженной физической деятельности.

Тестирование специальной выносливости спортсмена. Специальная выносливость наиболее полно проявляется в условиях соревнований. Однако спортивный результат сам по себе не несет в должном объеме информацию об её уровне, поскольку он зависит от ряда других факторов. Для оценки специальной выносливости, по данным результата на соревновательной дистанции, обычно рассчитывают относительные показатели, предполагающие устранение влияния скоростных возможностей. Наиболее просто это можно сделать в циклических видах спорта, где может быть определен индекс специальной выносливости (ИСВ) — показатель отношения средней скорости при прохождении соревновательной дистанции ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$) к скорости ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$), зарегистрированной при прохождении короткого (эталонного) отрезка: чем ближе величина ИСВ к 1, тем выше уровень специальной выносливости.

Однако использовать такие показатели следует с определённой долей осторожности, так как они не выявляют различий в механизмах работоспособности при работе максимальной мощности

на коротком (эталонном) отрезке и при работе меньшей мощности (субмаксимальной, большой), характерной для соревновательных дистанций различной протяженности. Очевидно, приведенный метод можно применять в тех случаях, когда работа на эталонном отрезке и на соревновательной дистанции относится к смежным зонам мощности. Так, оценку специальной выносливости пловцов осуществляют следующим образом. Для спортсменов, специализирующихся на 100-метровой дистанции, в качестве эталонного избирают 25- или 50-метровый отрезок, на 200-метровой — 50-метровый, на 400-метровой — 100-метровый, на 800-метровой — 200-метровый, на 1500-метровой — 400-метровый. В этом случае оценка специальной выносливости, по данным результата на соревновательной дистанции, несомненно, будет достаточно объективной.

Для оценки специальной выносливости используются тесты, в которых моделируются основные условия, имитирующие специальную выносливость в реальной соревновательной деятельности. Например, специальную выносливость **велосипедистов-трековиков** можно оценить по данным следующих тестов: 5 x 200 м с ходу с максимально доступной скоростью и паузами отдыха 20 с (для дистанции 1000 м); 4 x 1000 м с ходу с максимально доступной скоростью с паузами отдыха 1 мин (для дистанции 4000 м).

Для **бегунов на дистанции 100 м** эффективным является тест 3 x 60 м с максимальной скоростью с паузами 10 с; 200 м — 3 x 120 м или 2 x 150 м с максимальной скоростью и паузами 20 с; 400 м — 4 x 150 м с паузами 30 с; 800 и 1500 м — пробегание дистанций от 1000 до 2000 м или интервальный бег трёх-четырёх отрезков по 400 м с паузами 1 мин; 3000—10 000 м — дистанционный бег в течение 8—20 мин; для марафонского бега — бег на 20, 30, 50 км.

В **циклических видах спорта** специальная выносливость может быть проконтролирована и в условиях лабораторных исследований. Для бегунов это могут быть нагрузки различной продолжительности с равномерной или ступенчато возрастающей мощностью работы (за счёт увеличения скорости или угла наклона движущейся ленты тредбана) до наступления явного утомления. Для велосипедистов — аналогичная работа на велоэргометре, для пловцов или гребцов — работа на специальных эргометрах или в гидроканале с регулируемой скоростью встречного потока воды. Вполне естественно, что для спортсменов, специализирующихся на различных дистанциях, должна подбираться соответствующая нагрузка.

Аналогично решается проблема контроля специальной выносливости и в других видах спорта, например, в боксе может быть зарегистрировано максимальное количество ударов при работе на мешке в течение 15 с и в тесте «3 x 1 мин работы на мешке с максимально доступной интенсивностью и паузами 20 с». Специальная выносливость оценивается по отношению среднего количества ударов за 15 с в тесте к максимально возможному количеству ударов за это же время: чем ближе этот показатель к 1, тем выше специальная выносливость боксёра.

Специальная выносливость **борцов вольного стиля** может быть достаточно точно оценена по комплексному тесту, программа которого заключается в следующем: борец в интервальном режиме выполняет специфическую работу различного характера с максимально доступной интенсивностью и строго регламентированными интервалами отдыха. В частности, предусматривается трехкратное выполнение следующей программы:

- 20 с — броски манекена;
- 10 с — отдых;
- 20 с — забегания, стоя на мосту, в правую сторону;
- 10 с — отдых;
- 20 с — передние подсечки.

После первой и второй серий упражнений, входящих в программу теста, спортсмену представляется 20-секундный пассивный отдых. Таким образом, суммарный объём работы при выполнении программы теста составляет 3 мин, а суммарная продолжительность пауз — 1 мин 40 с. Масса манекена дифференцируется в зависимости от весовой категории спортсмена.

Обработка результатов теста осуществляется следующим образом: определяется количество повторений при выполнении каждой из девяти 20-секундных порций работы, суммируется количество повторений в течение первой минуты работы. Эти данные берутся в качестве максимального уровня. Количество повторений в течение второй и третьей минут суммируется и определяется среднее значение. После этого вычисляется индекс выносливости (ИВ), который представляет собой отношение средних данных, полученных в течение второй и третьей минут, к данным, зарегистрированным в течение первой минуты (табл. 18.11).

Максимальное количество повторений (результаты работы в первой части) — 27. Среднее количество повторений во второй и третьей частях теста — $22 ((24 + 20) / 2)$.

Индекс выносливости — $0,814 (22 / 27)$.

Среди специалистов в области спортивных игр утвердилось мнение в необходимости тестирования специальной выносливости исключительно в полевых тестах, в которых достаточно точно моделируются условия соревновательной деятельности (Aziz et al., 2005; Impellizzeri et al., 2005; Carey et al., 2007). Лабораторное тестирование, даже с использованием современных эргометров и тщательно разработанных тестов, для спортивных игр представляется нерациональным по причине как недостаточной информативности, так и громоздкости (Bosquet et al., 2002; Gamble, 2013). Одним из тестов, рекомендуемых для контроля специальной выносливости футболистов, может быть бег по периметру квадрата со стороной 15 м, ограниченного стойками. Стартуя, футболист делает рывок на 15 м, затем изменение направления движения на 90° с обеганием четырёх стоек (расстояния между стойками 3 м), следующее изменение направления движения на 90° с выполнением рывка на 15 м, последнее изменение направления движения на 90° с пробеганием по 15-метровой стороне квадрата с преодолением двух барьеров (высота 40 см), стоящих друг от друга на расстоянии 5 м. Для оценки специальной выносливости регистрируется суммарное время пробегания в пяти попытках (между попытками — 15-секундный отдых, заполняемый ходьбой).

В волейболе широко применяется тест, ориентированный на преимущественную оценку прыжковой выносливости. Выполняются прыжки с места на максимально возможную высоту. Продолжительность работы — 2 мин, темп — 15 прыжков в 1 мин. Для оценки выносливости определяется отношение высоты прыжка в конце теста (средний показатель последних трёх прыжков) к высоте прыжка в начале теста (средний показатель первых трёх прыжков).

ТАБЛИЦА 18.11 – Тест для оценки специальной выносливости борцов

Степень нагрузки	Максимальное количество повторений	Продолжительность работы, с	Количество повторений	Общее количество повторений
1	Броски манекена	20	9	27
	Забегания, стоя на мосту, в правую сторону	20	8	
	Передние подсечки	20	10	
2	Броски манекена	20	8	24
	Забегания, стоя на мосту, в правую сторону	20	7	
	Передние подсечки	20	9	
3	Броски манекена	20	6	20
	Забегания, стоя на мосту, в правую сторону	20	6	
	Передние подсечки	20	8	

Тестирование возможностей систем энергообеспечения. При оценке энергетических возможностей организма спортсмена в качестве нагрузок обычно используется дозированная работа циклического характера, выполняемая чаще всего на велоэргометре или тредбане. Педальирование на велоэргометре и бег на тредбане требуют участия в работе значительной части мышечного аппарата и в силу этого предъявляют высокие требования к системам энергообеспечения. В условиях таких нагрузок легко дозировать мощность работы, разместить на обследуемом спортсмене различные датчики и приборы, обеспечивающие разностороннее исследование функциональных возможностей.

Следует учитывать, что беговые и велоэргометрические нагрузки дают наиболее точную информацию при обследованиях бегунов и велосипедистов, так как для спортсменов этих специализаций нагрузка является специфической. Хорошие результаты удается получить и при обследованиях конькобежцев, лыжников, футболистов. В видах спорта, в которых преимущественная нагрузка связана с использованием мышц плечевого пояса (например, пловцы и гребцы), результативность исследований с применением велоэргометрических и беговых нагрузок снижается (Thoden, 1991; Платонов, 2004). Поэтому специалисты стараются проводить обследования и в условиях специфических нагрузок. В плавании, например, применяется дозированное плавание на привязи или в гидродинамическом канале; в гребле — в естественных условиях или в специальном бассейне; в различных видах борьбы используются нагрузки с дозированным количеством стандартных бросков манекена и т. п.

Следует помнить, что чем разнообразнее характер тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов (сложнокоординационные виды спорта, спортивные игры и единоборства) или условия, в которых она осуществляется (горнолыжный спорт, бобслей и др.), тем сложнее условия для сбора разносторонней информации, отражающей возможности энергетического обеспечения работы. В этих случаях приходится значительно упрощать программу исследований, уменьшать количество регистрируемых показателей, что, естественно, ведет к ограничению объема получаемой информации.

Часто оценку функциональных возможностей спортсмена в условиях таких нагрузок осуществляют не по показателям, зарегистрированным во время работы, а по реакциям важнейших функциональных систем организма в ближайшем восстановительном периоде. При этом следует учитывать, что после напряженных и продолжительных нагрузок в течение первой минуты восстановительного периода реакции организма спортсменов, как правило, несущественно отличаются от тех, которые регистрировались во время работы (Платонов, 1997).

Планируя режим работы при исследовании возможностей анаэробных и аэробного процессов, исходят из необходимости назначения работы такой продолжительности и интенсивности, которая обеспечила бы предельную активизацию соответствующих процессов.

При исследовании мощности анаэробного алактатного процесса наиболее целесообразными являются нагрузки продолжительностью 20–30 с. Интенсивность — максимальная. Работа выполняется при задержке дыхания или с минимальным количеством вдохов. Суммарный объем работы, выполненный в течение такого времени, позволяет достичь предельного уровня проявления анаэробных алактатных возможностей, а способность к поддержанию работоспособности в конце нагрузки в значительной степени отражает ёмкость анаэробного алактатного процесса. Эти данные могут быть дополнены измерением скорости распада КрФ — для определения мощности процесса и количества израсходованного КрФ — для оценки его ёмкости.

Важно отметить, что для изучения возможностей алактатной системы энергообеспечения используются как кратковременные тесты (высота или длина одного или нескольких прыжков, 10-секундный бег с максимальной скоростью, преодоление 12,5 и 25-метровых отрезков в плавании со

старта и т. п.), так и более продолжительные — 30 с. Связь между мощностью работы в кратковременных тестах (до 10 с) и более продолжительных (30 с) незначительна (Martin, 2014), что объяснимо, так как в первом случае проявляется мощность системы, а во втором — её ёмкость и вработываемость лактатной системы.

При оценке мощности анаэробного лактатного процесса продолжительность нагрузки увеличивается до 45–90 с. Помимо суммарного объёма работы для оценки мощности анаэробного процесса регистрируются максимальный кислородный долг и его лактатная и алактатная фракции, концентрация лактата в крови, сдвиги кислотно-основного состояния и более локальные показатели (количество АТФ в мышце, активность ферментов гликолиза и др.).

Определение ёмкости анаэробного лактатного процесса предусматривает увеличение продолжительности нагрузки до 3–5 мин, при этом наиболее рациональным представляется интервальный режим работы: 4 x 1 мин с предельно допустимой интенсивностью и прогрессивно уменьшающимися интервалами отдыха: 120, 60, 30 с. Кроме суммарного объёма работы, выполненной в данном тесте, следует регистрировать суммарное избыточное выделение лактата.

При исследовании мощности и ёмкости анаэробного лактатного процесса взятие пробы выдыхаемого воздуха и регистрация лёгочной вентиляции проводятся в течение 20–30 мин восстановительного периода, что оказывается достаточным для получения объективной информации. Взятие крови для последующего определения максимальной концентрации лактата и других показателей, свидетельствующих о мощности анаэробного лактатного процесса, целесообразно осуществлять на 5–8-й минутах восстановления.

Для оценки подвижности анаэробной лактатной системы может быть использована 30-секундная работа с максимально доступной скоростью без дыхания с последующей регистрацией уровня лактата. Сопоставление величин лактата в этом тесте с максимально доступными величинами, зарегистрированными в специальном ступенчатом тесте, будет отражать подвижность анаэробной лактатной системы. Например, если при выполнении такой работы величины лактата у одного спортсмена составили $9 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$, а максимальные — $20,0 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$, а у другого соответственно $8,5$ и $12,0 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$, то можно констатировать, что первый спортсмен сумел мобилизовать возможности анаэробной лактатной системы на 45 %, а второй — на 71 %. В то же время мощность анаэробной лактатной системы у второго спортсмена составила всего 60 % характерной для первого.

В отличие от исследования анаэробных возможностей изучение мощности и ёмкости аэробного процесса, а также экономичности и устойчивости требует значительно более продолжительных нагрузок. Исследования могут проводиться в условиях непрерывных длительных нагрузок, в отдельных случаях достигающих 60–120 мин (например, при определении способности организма к удержанию высокого уровня потребления кислорода). Однако наиболее популярными являются нагрузки со ступенчато возрастающей мощностью работы до момента достижения индивидуально возможных величин потребления кислорода — уровня критической мощности. Работа на таком уровне продолжается до отказа спортсмена от поддержания нагрузки на заданном уровне мощности (Thoden, 1991; Weinberg, Gould, 2003). Например, применительно к бегу информативным окажется тест, в котором начальная скорость бега на беговой дорожке установлена в $10 \text{ км}\cdot\text{ч}^{-1}$, а затем каждые 2 мин увеличивается на $1 \text{ км}\cdot\text{ч}^{-1}$ (рис. 18.14). Как видим, уровень максимального потребления кислорода был достигнут на 18-й минуте.

Мощность аэробного процесса может быть оценена по показателю удельной величины критической мощности нагрузки, а ёмкость — по продолжительности работы на уровне критической мощности ($\text{Вт}\cdot\text{мин}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$) (Åstrand, 1992).

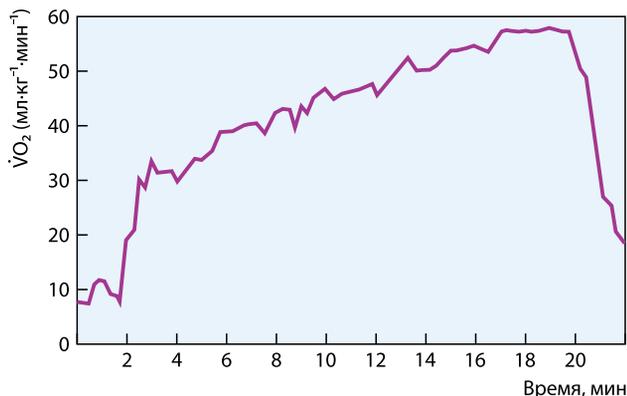


РИСУНОК 18.14 – Регистрация ($\dot{V}O_2\max$) в многоступенчатом беговом тесте (Dupont, 2014)

Для комплексной оценки возможностей аэробной системы энергообеспечения, включающей её вработываемость, мощность, устойчивость и ёмкость, эффективными являются тесты типа 12–20 х х 2 мин с паузами 15–20 с, 6–10 х 4 мин с паузами 30 с, выполняемые со стандартной интенсивностью, незначительно превышающей уровень ПАНО, или при ЧСС на 5–10 ударов ниже максимальной. После выполнения программы теста регистрируются концентрация лактата и суммарное количество сокращений сердца, затраченных на восстановление после теста. Уменьшение количества сокращений сердца и концентрации лактата

при одной и той же работоспособности в тестах свидетельствует о повышении возможностей аэробной системы энергообеспечения. Объективным является также метод, при котором спортсмен выполняет программу теста, ориентируясь на субъективные ощущения тяжести работы. Улучшение работоспособности при одном и том же субъективном восприятии тяжести работы свидетельствует о повышении возможностей аэробной системы энергообеспечения. Напомним, что ПАНО определяется по максимально допустимому уровню интенсивности работы, на котором она выполняется за счёт аэробных источников энергообеспечения без накопления молочной кислоты в мышцах. Чем выше потребление кислорода на уровне ПАНО по отношению к $\dot{V}O_2\max$, тем выше возможности аэробной системы энергообеспечения. Поэтому $\dot{V}O_2$ на пороге анаэробного обмена является более важным критерием оценки аэробной производительности по сравнению с $\dot{V}O_2\max$ (Reuter, Dawes, 2016).

Оценка потенциала систем энергообеспечения может осуществляться и путём анализа работоспособности в стандартных программах тренировочных занятий, предъявляющих высокие требования к анаэробным (алактатной и лактатной) и аэробной системам энергообеспечения. Одним из примеров такого рода являются рекомендации Дуга Фроста — одного из ведущих тренеров Австралии, специализирующегося в подготовке пловцов на средние и длинные дистанции, который советует контролировать возможности систем энергообеспечения пловцов по следующему комплексу тестов, проводимых в стандартных условиях с интервалом 4–6 нед.:

3000 м вольным стилем на уровне ПАНО с регистрацией скорости, темпа движений, шага гребка;

5 х 200 м в режиме 5 мин с максимально доступной скоростью и регистрацией времени проплывания дистанций, ЧСС и концентрации лактата в крови;

5 х 100 м в режиме 6 мин с максимальной скоростью и регистрацией времени проплывания дистанции, ЧСС и концентрации лактата в крови;

8 х (4 х 100 в режиме 1:15) в режиме 6 мин;

4 х (50 м с максимальной скоростью + 450 восстановительное плавание) (Платонов, 2012).

Контроль интенсивности работы. Обобщая информативность методов, рекомендуемых для определения порогов аэробного и анаэробного обмена по концентрации лактата в крови, видный американский специалист Э. Маглиско приходит к выводу, что интенсивности работы на уровне порога анаэробного обмена соответствуют величины лактата на 1 ммоль·л⁻¹ больше, чем в состоянии покоя, а ПАНО — на 1,5–2,0 ммоль·л⁻¹ больше характерного для уровня порога аэробного обмена

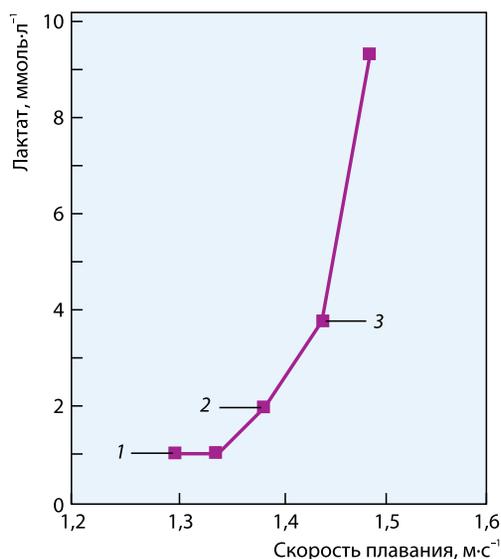


РИСУНОК 18.15 – Концентрация лактата в крови: 1 – на уровне покоя; 2 – порога аэробного обмена (1,0 выше уровня покоя); 3 – порога анаэробного обмена (1,5–2,0 выше порога аэробного обмена) (Maglischo, 2003, переработано)

Для выявления индивидуальной интенсивности работы на уровне ПАНО необходимо соответствующее тестирование. Например, применительно к плаванию, информативным будет следующий тест: 2 x 50 м с отдыхом 10 с с максимальной скоростью и последующей регистрацией уровня лактата в крови в течение 8 мин; 5 x 300, первое повторение с невысокой скоростью, каждое последующее – с результатом лучше на 5 с (рис. 18.17). Как свидетельствуют приведенные данные, исходная концентрация лактата у конкретного спортсмена после проплытия 50-метровых отрезков составляла 9,6 ммоль·л⁻¹. После первых 300 м концентрация лактата снизилась до 7,0 ммоль·л⁻¹, вторых – до 5 ммоль·л⁻¹, третьих – 3,6, что соответствовало скорости 1,4 м·л⁻¹. Проплытие четвёртого и пятого 300-метровых отрезков с прогрессирующей скоростью привело к увеличению концентрации лактата, что явилось свидетельством превышения ПАНО. Таким образом, скорость 1,4 м·л⁻¹ была зарегистрирована как соответствующая уровню ПАНО.

При выполнении работы со ступенчато возрастающей интенсивностью можно выявить динамику повышения концентрации лактата в крови (рис. 18.18).

Простым и в то же время достаточно информативным способом контроля за интенсивностью и направленностью тренировочных упражнений является субъективная оценка спортсменом тяжести работы. Хорошо известно, что спортсмены высокого класса обладают исключительными способностями субъективной оценки динамических, пространственных и временных характеристик движений. С вы-

таким образом, работа, соответствующая порогу аэробного обмена, достигается при уровне лактата в крови около 2 ммоль·л⁻¹, а анаэробного обмена – 3,5–4,0 ммоль·л⁻¹.

При определении интенсивности работы, соответствующей ПАНО, можно ориентироваться не только на показатели лактата крови, но и на данные потребления кислорода и соответствующие им показатели ЧСС. Например, у нетренированных спортсменов средней квалификации, специализирующихся в беге, гребле, плавании, велосипедном спорте, накопление лактата на уровне ПАНО и выше наблюдается при интенсивности работы, соответствующей 60–65% уровня $\dot{V}O_{2max}$. У хорошо тренированных спортсменов высокой квалификации интенсивное подключение анаэробной лактатной системы к энергообеспечению работы происходит при более высокой интенсивности работы – около 80% уровня $\dot{V}O_{2max}$ (рис. 18.16).

Для выявления индивидуальной интенсивности

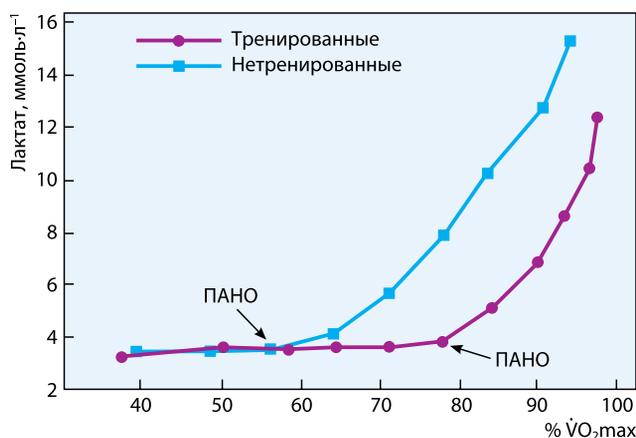


РИСУНОК 18.16 – Взаимосвязь между концентрацией лактата в крови и уровнем $\dot{V}O_{2max}$ у нетренированных и тренированных спортсменов (Kenney et al., 2019)

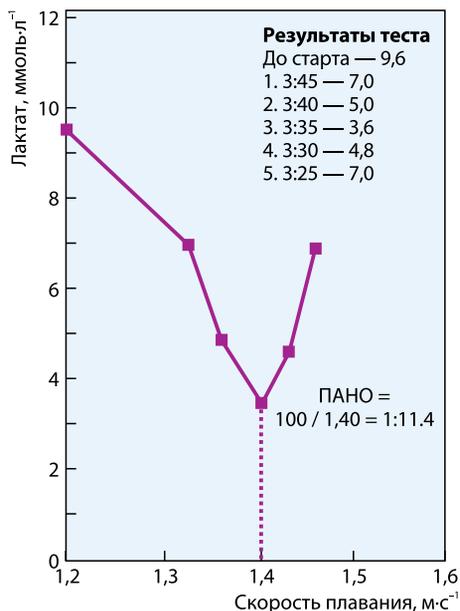


РИСУНОК 18.17 – Определение скорости, соответствующей уровню ПАНО (Maglischo, 2003)

использовании объективных методов контроля.

Ориентация на субъективное восприятие спортсменами тяжести тренировочных программ и управление на этой основе интенсивностью работы в последние годы получила широкое распространение среди тренеров США, использующих в своей работе так называемую шкалу Борга (Borg, 1982). Согласно этой шкале все тренировочные средства в зависимости от восприятия спортсменами их тяжести разбиты на ряд уровней — от шестого до двадцатого, тесно взаимосвязанных с направленностью воздействия на организм спортсменов:

6 — ощущения, соответствующие пассивному, послеразминочному состоянию;

7–8 — малоинтенсивные упражнения, воспринимаемые как исключительно лёгкие;

9–10 — очень лёгкие упражнения, соответствующие требованиям восстановительного плавания;

10–12 — лёгкие упражнения, способствующие поддержанию аэробных возможностей;

13–14 — умеренно тяжёлые упражнения, соответствующие порогу аэробного обмена;

15–16 — тяжёлые упражнения, соответствующие ПАНО;

17–18 — очень тяжёлые упражнения смешанного аэробно-анаэробного характера;

19–20 — крайне тяжёлые (экстремальные) упражнения преимущественно анаэробной направленности.

сокой точностью они могут регулировать время выполнения упражнений, величину усилий при работе на специальных тренажёрах, пространственные и временные характеристики движений. Эти способности формируются в течение длительного времени путём постоянного сопоставления субъективных ощущений с объективными характеристиками. Не менее подвержены спортсмены и к развитию способности отождествлять субъективную оценку тяжести работы с объективными показателями — ЧСС, концентрацией лактата в крови. Регулярная регистрация в тренировочном процессе этих показателей, постоянное информирование спортсмена о количественных характеристиках концентрации лактата и ЧСС и его ориентация на совершенствование способности к выявлению взаимосвязи между объективными показателями и соответствующими им субъективными ощущениями создают основу для качественной подготовки при очень ограниченном

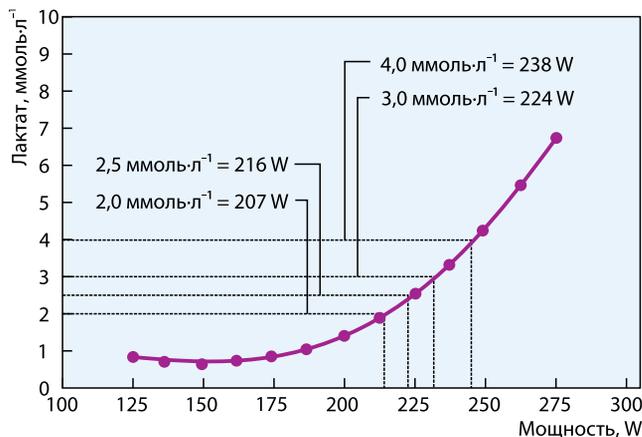


РИСУНОК 18.18 – Влияние увеличения мощности работы на динамику повышения концентрации лактата у спортсменки высокой квалификации, специализирующейся в гребле академической (Bourdon, 2013)

Интенсивность, которая оценивается 7–10 баллами, предусматривает работу с ЧСС 65–75 % максимальной. Такая работа рассматривается как восстановительная. Работа с интенсивностью, соответствующей ЧСС 80–90 % максимальной, рассматривается как соответствующее порогу аэробного обмена. Тяжесть работы в этом случае оценивается 11–14 баллами и воспринимается как лёгкая или умеренная. В следующую зону интенсивности входят упражнения, выполняемые на уровне ПАНО: ЧСС – 90–95 %, напряжённость работы – тяжёлая (15–16 баллов). Упражнения смешанного аэробно-анаэробного характера субъективно оцениваются как очень тяжёлые (17–18 баллов). Далее следуют максимально тяжёлые (19 баллов) и экстремальные (20 баллов) упражнения, сопровождающиеся тяжелейшим утомлением (Hines, 2008).

По нашему мнению, вполне достаточно деления всех средств по субъективно воспринимаемой тяжести работы на шесть уровней, что упростило и сделало бы более понятной систему оценки:

- первый – очень лёгкие восстановительные упражнения (ЧСС 100–120 уд·мин⁻¹, лактат 1–1,5 ммоль·л⁻¹);
- второй – лёгкие упражнения – малоинтенсивная работа, использующаяся для поддержания достигнутого уровня аэробных возможностей (ЧСС – 120–140 уд·мин⁻¹, лактат – 1,5–2 ммоль·л⁻¹);
- третий – умеренно тяжёлые упражнения, выполняемые с умеренной интенсивностью, способствующие повышению аэробных возможностей (ЧСС – 140–160 уд·мин⁻¹, лактат – 2–2,5 ммоль·л⁻¹);
- четвертый – тяжёлые упражнения, выполняемые с интенсивностью, соответствующей уровню ПАНО (ЧСС – 160–180 уд·мин⁻¹, лактат – 3–4 ммоль·л⁻¹);
- пятый – очень тяжёлые упражнения, требующие смешанного аэробно-анаэробного энергообеспечения (ЧСС близка к максимальной, лактат – 5–8 ммоль·л⁻¹);
- шестой – крайне тяжёлые упражнения преимущественно анаэробного характера, способствующие повышению возможностей анаэробной лактатной системы энергообеспечения (ЧСС максимальная, лактат – 9–12 и более ммоль·л⁻¹).

Субъективное восприятие тяжести работы должно быть строго индивидуализировано и увязано с объективными характеристиками. В противном случае возможны серьёзные ошибки, способные принципиально изменить направленность тренировочных серий. Например, показано, что оценка тяжести работы, соответствующая 12 баллам по 20-балльной шкале Борга, различными спортсменами может восприниматься при концентрации лактата в крови от 2,9 до 7,8 ммоль·л⁻¹, а при одной и той же концентрации лактата (4 ммоль·л⁻¹) субъективная оценка тяжести работы может находиться в диапазоне 10–16 баллов (Olbrecht, 2007). Даже один и тот же спортсмен в зависимости от настроения, функционального состояния, места упражнений в программе занятия, продолжительности пауз между отдельными упражнениями может по-разному субъективно воспринимать тяжесть работы. Следует, однако, отметить, что активная работа со спортсменом, направленная на повышение точности восприятия тяжести упражнений в соответствии с объективными показателями (лактат, ЧСС), существенно повышает точность субъективных восприятий и возможность их применения в качестве средства управления интенсивностью работы.

Субъективная оценка спортсменами тяжести тренировочных программ в одном отношении имеет неоспоримое преимущество перед объективными методами – она учитывает функциональное состояние спортсмена при выполнении конкретной программы. В случае хорошего самочувствия и высокой готовности спортсмены будут выполнять упражнения с несколько большей интенсивностью относительно планируемой, стимулируя адаптационные реакции, а

в случае плохого — с более низкой, что обеспечивает профилактику негативных последствий чрезмерной нагрузки.

Естественно, что использование методов субъективной оценки тяжести работы требует творческого подхода и постоянного соотношения их информативности с объективными показателями.

Тесты, связанные с оценкой интенсивности работы и реакцией на неё широко используются для диагностики развития адаптационных процессов, появления признаков переутомления. В качестве таких тестов могут выступать фрагменты тренировочных занятий (например, серия отрезков в беге типа 4 x 400 м, в гребле — 4 x 500 м, плавании — 6 x 200 м и т. п.) или специально планируемые тесты аналогичного типа. Оптимальная интенсивность работы в различных тестах, направленных на выявление эффективности протекания адаптационных реакций, должна составлять 85—90 % максимальной частоты сокращений сердца (Lamberts, Lambert, 2009). При повторном тестировании изменение ЧСС больше чем на 3 уд·мин⁻¹ во время стандартной нагрузки или на 6 уд·мин⁻¹ в восстановительном периоде может отражать либо эффективную адаптацию (в случае снижения), либо развитие переутомления (в случае увеличения) (Lamberts et al., 2010). Эти данные следует дополнять анализом субъективной оценки переносимости нагрузок, качества сна, изменения массы тела, сердечного ритма по утрам, мышечной чувствительности, настроения и т. п. Точность контроля возрастает, если тестирование проводится два раза в течение дня с интервалом в 4 ч (Meeusen, 2013).

Показатели, отражающие мощность и ёмкость анаэробных процессов. Рассмотрим важнейшие интегральные показатели, с помощью которых может быть оценена мощность и ёмкость анаэробных процессов в целом, а также некоторые локальные показатели, свидетельствующие об отдельных свойствах и возможностях анаэробного процесса.

Общий, алактатный и лактатный кислородный долг используется соответственно для оценки мощности и ёмкости как анаэробного процесса в целом, так и мощности и ёмкости алактатного и лактатного процессов.

Известно, что после напряженной работы, требующей предельной мобилизации анаэробных возможностей спортсменов, часть кислородного долга возмещается быстро, однако некоторая часть, связанная с утилизацией лактата, возмещается в течение 40—60 мин и дольше. Кислородный долг, возмещаемый сразу после снятия нагрузки, называется алактатным; долг, связанный с утилизацией молочной кислоты, — лактатным. Предполагается, что первый обусловлен пополнением запасов кислорода и быстрым синтезом высокоэнергетических соединений, тогда как второй — главным образом с восстановлением гомеостаза в мышцах — окислением лактата и ресинтезом из него гликогена. Некоторая неопределённая часть избыточного потребления кислорода обусловлена ресинтезом различных функциональных и структурных белков, в том числе сократительных, митохондриальных, ферментных, что требует дополнительного расходования АТФ и, следовательно, дополнительного потребления кислорода. В связи с этим величина избыточного потребления кислорода после анаэробной работы даже с учётом «кислородного эквивалента» лактата не отражает в полной мере уровень анаэробных возможностей. Однако несмотря на это регистрация общего кислородного долга и его алактатной (примерно 15—18 % общего O₂-долга) и лактатной (примерно 82—85 % общего O₂-долга) фракций позволяет получить достаточно объективную информацию об анаэробных возможностях спортсменов, прежде всего о ёмкости соответствующих процессов (Волков и др., 2000).

У мужчин, не занимающихся спортом, максимальные величины общего кислородного долга составляют в среднем 5—6 л, у женщин — 3—4 л. У хорошо тренированных к анаэробной работе спортсменов эти величины повышаются соответственно до 13—15 и 8—10 л, а у отдельных выдающихся

спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих особо высокие требования к гликолитическим возможностям спортсменов, могут достигать 20–22 и даже 24–26 л.

Продолжительность тестов, используемых для тестирования кислородного долга, зависит от специализации спортсменов. Например, у бегунов, специализирующихся от 100 до 800 м или пловцов-спринтеров (50 и 100 м) явное снижение работоспособности и наивысшие величины кислородного долга отмечаются при работе с максимальной интенсивностью в течение 70–90 с. Для бегунов и пловцов, специализирующихся, соответственно, на дистанциях 5000 и 400 м, тесты должны быть более продолжительными — 3 мин.

Максимальное количество лактата в мышцах и артериальной крови является важнейшим и наиболее популярным показателем, используемым для оценки анаэробных возможностей спортсменов. В зависимости от интенсивности и продолжительности работы в тестах максимальные величины лактата могут характеризовать мощность (кратковременные нагрузки максимальной анаэробной мощности) или мощность и ёмкость (субмаксимальная анаэробная работа продолжительностью до 3–5 мин) анаэробного гликолитического процесса.

У лиц, не занимающихся спортом, максимальные значения лактата в артериальной крови обычно не превышают $5\text{--}6\text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$, у хорошо тренированных спортсменов могут достигать $10\text{--}15\text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$, а у выдающихся спортсменов, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих особо высокие требования к возможностям анаэробного гликолитического процесса, — $20\text{--}24$ и даже $24\text{--}28\text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$.

Кислотно-основное состояние артериальной крови (рН). Концентрация ионов водорода в крови (рН) в наибольшей степени зависит от содержания в ней лактата, а также от парциального напряжения CO_2 и буферных возможностей крови. В состоянии покоя рН артериальной крови у спортсменов и у лиц, не занимающихся спортом, практически одинаково и в норме составляет около $7,35\text{--}7,45$. У спортсменов, тренирующих выносливость, снижение рН при стандартных нагрузках меньше по сравнению с нетренированными. Вместе с тем при максимальных анаэробных нагрузках снижение рН у спортсменов больше, чем у неспортсменов. В отдельных случаях рН артериальной крови у спортсменов высокой квалификации может снизиться до $6,7\text{--}6,5$.

Регистрация ряда показателей локального характера позволяет дополнить характеристику мощности и ёмкости анаэробных процессов, которую удастся получить в результате применения интегральных показателей. Определение, например, количества БСа- и БСб-волокон в мышце и их площади в её поперечном срезе позволяет оценить перспективы спортсменов при развитии их анаэробных возможностей.

Регистрация АТФ ($\text{ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$) в мышце, а также активности креатинфосфокиназы (КФК) ($\text{Е}\cdot\text{мг}^{-1}$), играющей важную роль в высвобождении энергии в анаэробном алактатном процессе, позволяют оценить его мощность и ёмкость. Достаточно сказать, что при норме КФК около $20\text{ Е}\cdot\text{мг}^{-1}$ при предельных нагрузках анаэробного алактатного характера у спортсменов высокого класса регистрируются показатели, достигающие $500\text{--}600\text{ Е}\cdot\text{мг}^{-1}$, в то время как у лиц, не занимающихся спортом, обычно они не превышают $200\text{--}250\text{ Е}\cdot\text{мг}^{-1}$.

Активность ферментов анаэробного гликолитического процесса (гликогенфосфорилазы, лактатдегидрогеназы, глюкоза-6-фосфатазы и др.) свидетельствует о способности мышц к стимуляции использования содержащегося в них гликогена для высвобождения энергии. В свою очередь, определение количества гликогена, содержащегося в мышцах, отражает ёмкость гликолитического процесса. У лиц, не занимающихся спортом, при напряженных нагрузках активность указанных ферментов существенно не изменяется, в то время как у хорошо тренированных спортсменов мо-

жет возрастать в 2–2,5 раза. Под влиянием тренировки возрастает в 1,5–2 раза и более количество гликогена, содержащегося в мышцах.

Определение концентрации глюкозы в крови (в норме 5,5–6,6 ммоль·л⁻¹) дополняет информацию о ёмкости анаэробного гликолитического процесса, так как спортсмены высокого класса способны в большей мере использовать глюкозу для ресинтеза гликогена мышц, доводя её концентрацию в крови до 2,0–2,5 ммоль·л⁻¹. У лиц, не занимающихся спортом, минимальная концентрация глюкозы составляет 4,0–4,5 ммоль·л⁻¹.

Показатели, отражающие мощность, подвижность и ёмкость аэробных процессов. Для оценки мощности и ёмкости аэробных процессов используется значительное количество достаточно информативных биологических показателей. В их числе есть комплексные показатели (например, максимальное потребление кислорода, максимальная вентиляция лёгких, ПАНУ, сердечный выброс и др.), позволяющие дать интегральную оценку аэробных возможностей, и локальные (например, количество МС-волокон, артериовенозная разница по кислороду, объём митохондриальной массы и др.), с помощью которых могут быть оценены отдельные возможности системы внешнего дыхания, крови, кровообращения, мышечного аппарата и дана комплексная оценка возможностей системы транспорта кислорода. Рассмотрим отдельные показатели, наиболее часто применяемые в процессе контроля выносливости спортсменов.

Максимальное потребление кислорода ($\dot{V}O_2\max$). Этот показатель отражает скорость максимального потребления кислорода и используется для оценки мощности аэробного процесса. Регистрируются абсолютные показатели максимального потребления кислорода ($\dot{V}O_2\max$, л·мин⁻¹), которые находятся в прямой зависимости от массы тела спортсмена, и относительные ($\dot{V}O_2\max$, мл·мин⁻¹·кг⁻¹), находящиеся в обратной зависимости от массы тела: чем выше уровень максимального потребления кислорода, тем выше доля аэробного энергообеспечения при выполнении стандартной работы и ниже относительная мощность аэробного процесса, выраженная в процентах от максимального уровня. Спортсмены высокого класса отличаются исключительно высокими величинами $\dot{V}O_2\max$: абсолютные значения у мужчин могут достигать 6–7 мл·мин⁻¹, относительные – 85–95 мл·мин⁻¹·кг⁻¹, у женщин соответственно 4–4,5 мл·мин⁻¹ и 65–72 мл·мин⁻¹·кг⁻¹.

Максимальная легочная вентиляция (V_E , мл·мин⁻¹) используется для оценки мощности системы внешнего дыхания. Предельные показатели регистрируются в условиях произвольной вентиляции и обычно составляют у нетренированных мужчин 110–120 мл·мин⁻¹, у женщин – 90–100 мл·мин⁻¹. У спортсменов высокого класса регистрируются исключительно высокие величины: до 190–200 мл·мин⁻¹ и более – у мужчин, до 130–140 мл·мин⁻¹ и более – у женщин.

Время достижения максимальных для данной работы показателей потребления кислорода отражает способность к вработываемости – быстрой мобилизации возможностей аэробного процесса, скорости развертывания функциональных реакций аэробной системы энергообеспечения.

У нетренированных спортсменов максимальные для данной работы величины потребления кислорода регистрируются обычно через 2–3 мин после её начала. Спортсмены высокого класса, особенно специализирующиеся в гребле, беге на дистанциях 400, 800 и 1500 м, плавании на дистанциях 200 и 400 м, способны к значительно более интенсивной мобилизации аэробного процесса и часто достигают предельных показателей уже через 30–40 с после её начала (Платонов, 2015).

Порог анаэробного обмена (ПАНУ) наступает, когда мощность аэробного процесса достигает максимальных для данной работы величин. В случае дальнейшего повышения интенсивности работы происходит активное включение анаэробного гликолитического процесса в энергообеспечение, что сопровождается накоплением лактата.

В спортивной практике ПАНО оценивается по величине потребления кислорода при постоянном уровне лактата в крови (около $4 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$) в процентах по отношению к уровню $\dot{V}O_{2\text{max}}$. У нетренированных лиц ПАНО находится примерно на уровне $50\text{--}55\% \dot{V}O_{2\text{max}}$. У спортсменов высокого класса (например, бегунов-стайеров, велосипедистов-шоссейников) может достигать $75\% \dot{V}O_{2\text{max}}$, а у отдельных выдающихся спортсменов – $85\text{--}90\% \dot{V}O_{2\text{max}}$ (Withers et al., 2000; Weinberg, Gould, 2003; Wilmore et al., 2009).

Продолжительность работы на уровне ПАНО используется при тестировании ёмкости аэробного процесса. Нетренированные спортсмены обычно не могут работать на этом уровне более $5\text{--}6$ мин, у спортсменов высокого класса, специализирующихся в видах спорта, предъявляющих высокие требования к аэробной производительности, продолжительность работы на уровне ПАНО может достигать $1,5\text{--}2$ ч.

Смещение кривой лактата при выполнении стандартной нагрузки. Увеличение возможностей аэробной системы энергообеспечения сопровождается уменьшением количества лактата при выполнении стандартной нагрузки смешанного аэробно-анаэробного характера или увеличением работоспособности при одних и тех же показателях лактата. На рисунке 18.19 приведен пример оценки аэробных возможностей и эффективности протекания процесса адаптации в целом по показателям скорости бега и концентрации лактата в крови. Существенное увеличение скорости при одной и той же концентрации лактата в крови свидетельствует об эффективной адаптации и повышении возможностей аэробной системы энергообеспечения. Смещение кривой лактата влево является отражением перегрузки и снижения возможностей аэробной системы энергообеспечения (рис. 18.20).

Принципиально важно, чтобы оценка динамики адаптации аэробной системы энергообеспечения по концентрации лактата при применении стандартных нагрузок осуществлялась на материале специально подготовленных упражнений, характерных для конкретного вида спорта (Rice, Osborn, 2013; Bullock et al., 2013; D’Auria et al., 2013). Например, в плавании может использоваться тест 5×200 м со ступенчато возрастающей мощностью работы и регистрацией концентрата лактата и частоты сокращений сердца. Эффективным оказывается тест со следующей программой: 3×100 м (аэробная работа малой интенсивности); 2×100 м (аэробная работа средней интен-

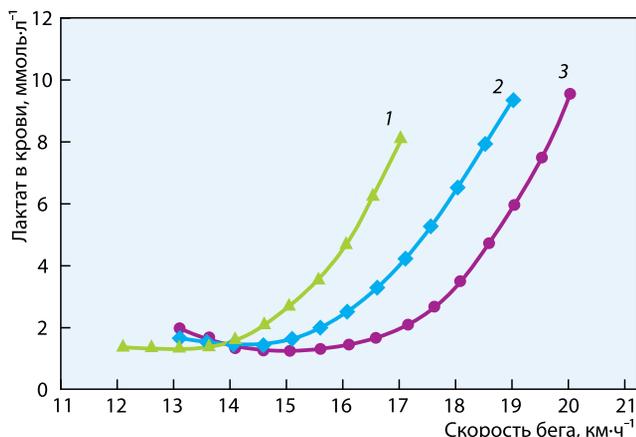


РИСУНОК 18.19 – Смещение кривой лактата вправо как отражение эффективности тренировки аэробной направленности: 1–3 – обследования с интервалом в один год (Bourdon, 2013)

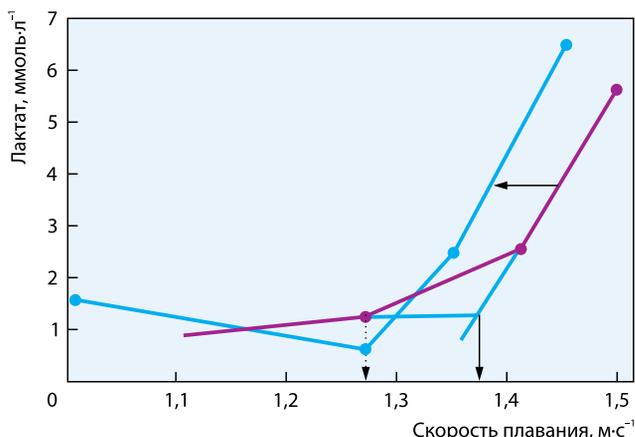


РИСУНОК 18.20 – Смещение кривой лактата влево – признак нарушения естественного хода процесса подготовки, переутомления и перенапряжения аэробной системы энергообеспечения (О’Брайен, 2002)

сивности); 100 м (работа на уровне ПАНУ); 100 м (работа максимальной аэробной интенсивности, аэробно-анаэробная); 100 м (работа с максимальной интенсивностью), между частями теста — восстановительное плавание — 200 м. Уменьшение ЧСС и концентрации лактата при сохранившейся скорости или её увеличении при тех же ЧСС и концентрации лактата свидетельствует о благоприятно протекающей адаптации, а противоположные реакции — о переутомлении, требующем снижения тренировочных нагрузок, использования восстановительных и реабилитационных средств (Savage, Pyne, 2013).

Уровень мочевины в крови используется при косвенной оценке ёмкости аэробной системы энергообеспечения после продолжительной и напряженной тренировочной деятельности, приводящей к исчерпанию углеводных ресурсов организма и мобилизации белка.

Мочевина, определяемая в крови, является конечным продуктом катаболизма белков, образующихся в печени в результате связывания аммиака, выделяющегося при дезаминировании аминокислот. Норма мочевины в крови, определяемая у спортсменов после дня отдыха, утром в состоянии относительного покоя, составляет у женщин от 4,5 до ммоль·л⁻¹, у мужчин — от 5,0 до 6,5 ммоль·л⁻¹, в зависимости от вида спорта, периода годичного цикла подготовки, рациона питания и индивидуальных особенностей организма. Уровень мочевины в крови является интегральным показателем, который позволяет оценить переносимость тренировочных нагрузок предыдущего дня или целого микроцикла. Разработаны принципы практического использования этого показателя для контроля за ходом тренировочного процесса и оценки адаптации к тренировочным нагрузкам. Если утренний уровень мочевины превышает 7 ммоль·л⁻¹ для мужчин или 6 ммоль·л⁻¹ для женщин, то это свидетельствует о чрезмерности нагрузки. Содержание мочевины в крови в пределах 6—7 ммоль·л⁻¹ для мужчин или 5—6 ммоль·л⁻¹ для женщин указывает на то, что тренировочная нагрузка предшествующего дня или микроцикла была адекватной функциональному состоянию организма. Более низкие величины следует рассматривать как признак недостаточной напряжённости нагрузки, полученной спортсменом (Яковлев, 1978; Мохан и др., 2001).

Время удержания максимальных для данной работы величин легочной вентиляции (V_E) также используется для оценки ёмкости аэробного процесса. Легочную вентиляцию на уровне 80% максимальной спортсмены высокой квалификации способны поддерживать в течение 10—15 мин, а выдающиеся стайеры — до 30—40 мин и более, нетренированные лица — до 3—5 мин.

О повышении эффективности легочной вентиляции принято судить по вентиляционному эквиваленту O_2 , т.е. по объёму лёгочной вентиляции на один литр потребленного кислорода (V_E/VO_2). В результате тренировки у квалифицированных спортсменов наблюдается тенденция к снижению количества вентилируемого воздуха при одинаковом потреблении кислорода по сравнению с нетренированными лицами.

Сердечный выброс (мл·мин⁻¹) отражает способность сердца прокачивать большое количество крови по сосудам и определяется количеством крови, выбрасываемым в сосудистую систему за 1 мин. В состоянии покоя сердечный выброс обычно составляет 4,5—5,5 мл·мин⁻¹, у тренированных лиц незначительно (на 5—10%) меньше, чем у нетренированных. При предельных физических нагрузках сердечный выброс возрастает в несколько раз: у нетренированных — в среднем в 4 раза (до 18—20 мл·мин⁻¹), а у спортсменов высокого класса, специализирующихся в видах спорта, требующих высокого уровня аэробной производительности, — в 8—10 раз (до 40—45 мл·мин⁻¹ и более) (Kenney et al., 2012).

Систолический выброс (мл) используется для оценки мощности системы центральной гемодинамики и определяется количеством крови, выбрасываемым желудочками сердца при каж-

дом сокращения. В условиях покоя у нетренированных лиц систолический объём составляет 60–70 мл, у тренированных – 80–90 мл, у спортсменов высокой квалификации – 100–110 мл. При выполнении максимальной работы систолический объём увеличивается у нетренированных лиц до 120–130 мл, у тренированных – до 150–160 мл, у выдающихся спортсменов – до 200–220 мл.

Систолический объём возрастает до тех пор, пока ЧСС не превышает 180–190 уд·мин⁻¹, а у особо подготовленных спортсменов – даже до 200–220 уд·мин⁻¹. Дальнейший прирост ЧСС, как правило, сопровождается уменьшением систолического выброса (Hoffman, 2002).

Объём сердца (мл) у нетренированных мужчин составляет 11,2 мл на 1 кг массы тела, у женщин – 8–9 мл·кг⁻¹. У спортсменов высокого класса (бегунов на длинные дистанции, велогонщиков, лыжников) часто отмечается объём сердца, достигающий у мужчин 15,5–16 мл·кг⁻¹, или 1100–1200 мл и более (зарегистрированы случаи, когда сердце выдающихся спортсменов достигало 1300–1400 и даже 1500–1700 мл, а у женщин – 1200 мл) (Weinberg, Gould, 2003; Wilmore, Costill, 2004).

Частота сердечных сокращений (уд·мин⁻¹). В процессе контроля обычно регистрируются показатели ЧСС в покое, при стандартной нагрузке, а также максимальные показатели ЧСС. Снижение ЧСС в покое в определённой мере отражает производительность и экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы. У не занимающихся спортом ЧСС в покое составляет обычно 70–80 уд·мин⁻¹, у спортсменов высокой квалификации может снижаться до 40–50 и даже 30–40 уд·мин⁻¹.

При стандартной нагрузке у высокотренированных спортсменов отмечаются более низкие величины ЧСС по сравнению с нетренированными лицами, а при предельных нагрузках ЧСС у не занимающихся спортом обычно не превышает 175–190 уд·мин⁻¹, в то время как у бегунов-стайеров, велосипедистов-шоссейников, лыжников максимальные показатели ЧСС могут достигать 210–230 и даже 250 уд·мин⁻¹ и более (Fox et al., 1993; Платонов, 2004).

Способность сердца к напряженной работе в течение длительного времени во многом отражает ёмкость аэробного процесса. Спортсмены, отличающиеся особо высоким уровнем адаптации сердца, способны в течение 2–3 ч работать при ЧСС 180–200 уд·мин⁻¹, систолическом выбросе 170–200 мл, сердечном выбросе 35–42 л, т. е. поддерживать околопредельные (90–95 % максимально доступных величин) показатели сердечной деятельности очень длительное время. Нетренированные лица, имея почти в два раза меньшие величины систолического выброса и минутного объёма крови, способны поддерживать их лишь в течение 5–10 мин (Платонов, 2004; Wilmore, Costill, 2004).

Артериовенозная разница по кислороду при нагрузках, предъявляющих максимальные требования к аэробным процессам, является важным показателем утилизации кислорода работающими мышцами.

Адаптационные перестройки гемодинамического и метаболического характера приводят к тому, что у спортсменов высокого класса (например, у велосипедистов-шоссейников, лыжников, бегунов на длинные дистанции) отмечаются различия в содержании кислорода в артериальной и венозной крови, достигающие 18–19 %, в то же время у нетренированных лиц при предельных нагрузках отмечаются величины, обычно не превышающие 10–11 % (Seeley et al., 2003).

Мышечный кровоток. В процессе тренировки совершенствуется перераспределение кровотока между активными и неактивными органами, так что максимальная доля сердечного выброса, которая может быть направлена к работающим мышцам, у спортсменов при выполнении максимальной работы составляет 85–90 %, у нетренированных – 60–70 %, при этом условия кро-

воснабжения жизненно важных неактивных органов и тканей тела у спортсменов лучше, чем у лиц, не занимающихся спортом. Благодаря увеличению объёма капиллярной сети максимально возможный мышечный кровоток при интенсивных нагрузках у спортсменов выше, чем у нетренированных лиц, а при стандартных — значительно ниже (Коц, 1986).

Композиция и структурные особенности мышечных волокон прямо связаны с возможностями спортсмена к проявлению различных видов выносливости. Установление в структуре мышечной ткани повышенного количества МС-волокон отражает биологические предпосылки мышц к выносливости при работе аэробного характера, а БСа- и БСб- волокон — к выносливости при работе анаэробного характера. Увеличение площади волокон того или иного типа в поперечном срезе мышц отражает прирост выносливости к работе аэробного или анаэробного характера.

Хорошо известно, что чем больше объёмная плотность и размеры митохондрий и соответственно выше активность митохондриальных ферментов окислительного метаболизма, тем выше способность мышц к утилизации кислорода, доставляемого с кровью. Определение доли митохондрий в исследуемом объёме, поверхности митохондрий в ткани мышц, поверхности митохондриальных крист, которые под влиянием напряжённой тренировки могут возрастать соответственно на 15–25, 35–45 и 65–75 %, помогает оценить способность мышц утилизировать кислород и осуществлять аэробный ресинтез АТФ (Fox et al., 1993).

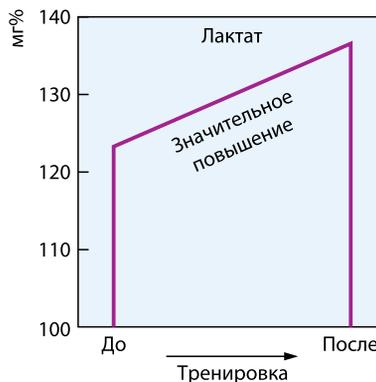
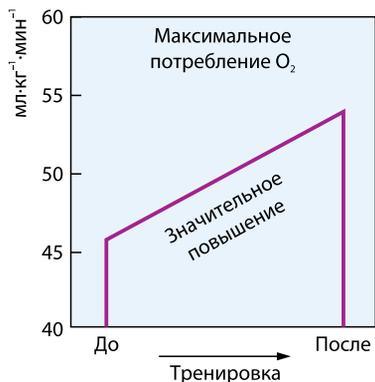
Количество мышечного гликогена свидетельствует о способности мышц к выполнению длительной работы и является одним из важных показателей, отражающих ёмкость аэробного процесса. Под влиянием тренировки количество гликогена в мышцах может возрасти в 1,5–2 раза и более (Wilmore, Costill, 2004).

Увеличению объёма информации, отражающей уровень аэробных возможностей спортсмена, способствует регистрация и многих других достаточно информативных показателей: общего объёма циркулирующей крови и соответственно количества гемоглобина, объёма циркулирующей плазмы, объёма циркулирующих эритроцитов, концентрации белка в плазме крови, максимального систолического и пульсового давления, способности мышц окислять углеводы, и особенно жиры, и др. Эти показатели в совокупности с перечисленными позволяют ещё в большей мере изучить аэробные возможности спортсменов и выявить резервы их дальнейшего увеличения.

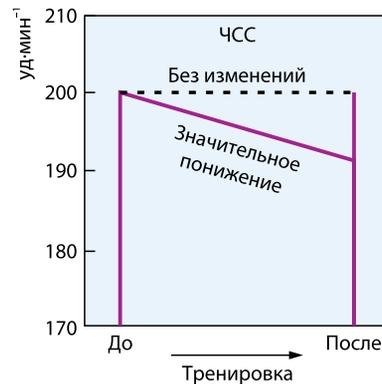
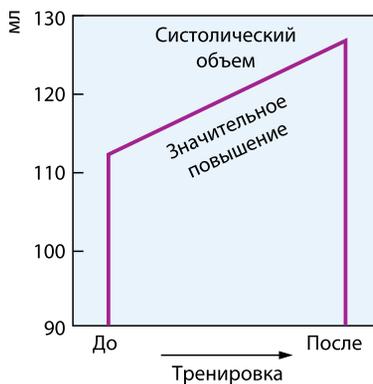
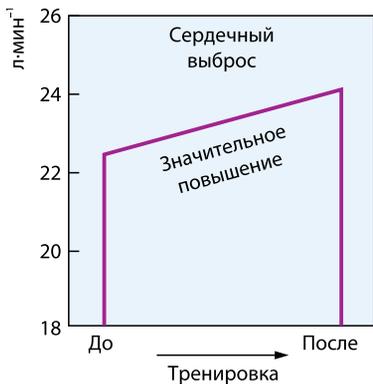
Характеристика изменений возможностей системы транспорта кислорода может быть осуществлена по различным показателям при выполнении как максимальных, так и стандартных нагрузок, выполняемых с субмаксимальной интенсивностью. Если тестирование проводится в условиях максимальных нагрузок, то изменения под влиянием тренировки сводятся к повышению уровня $\dot{V}O_{2max}$, увеличению производства молочной кислоты, повышению систолического объёма и сердечного выброса, отсутствию изменений или незначительному снижению ЧСС, отсутствию изменений в мышечном кровотоке, увеличению артериовенозной разницы (рис. 18.21). При выполнении стандартных нагрузок субмаксимальной интенсивности влияние тренировки проявляется в отсутствии изменений или незначительном снижении потребления кислорода, производства молочной кислоты и использования мышечного гликогена, отсутствия изменений или незначительном снижении сердечного выброса, повышении систолического объёма, снижении ЧСС и кровотока в мышечной ткани (рис. 18.22).

Показатели оценки экономичности. Для контроля экономичности расходования энергетического потенциала используются разнообразные показатели, регистрируемые в процессе выполнения специфических нагрузок различной мощности и продолжительности, и в восстановительном периоде после их окончания.

Метаболические изменения



Общие изменения кровотока



Локальные изменения кровотока

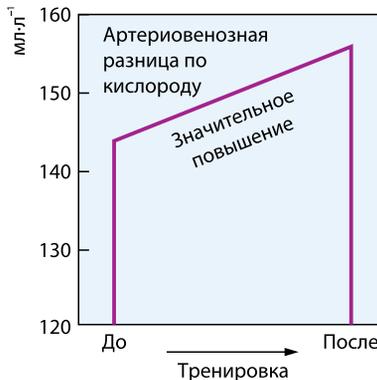
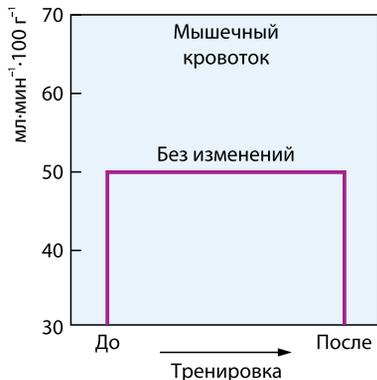
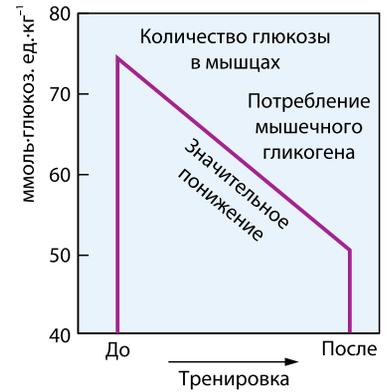
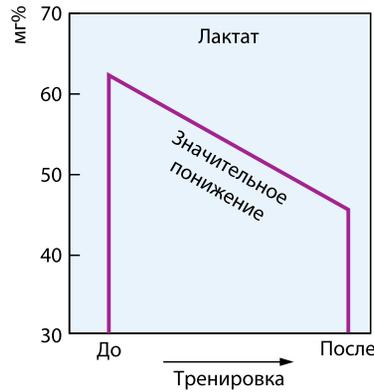
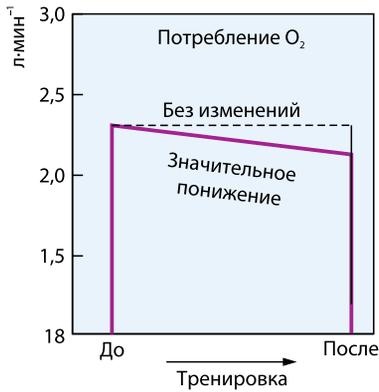
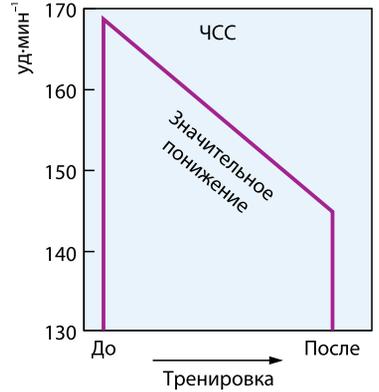
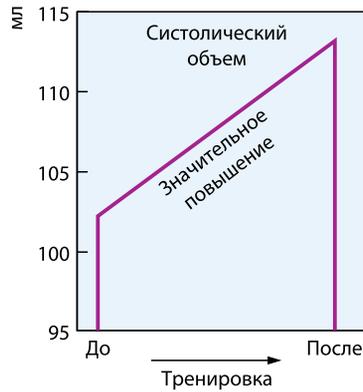
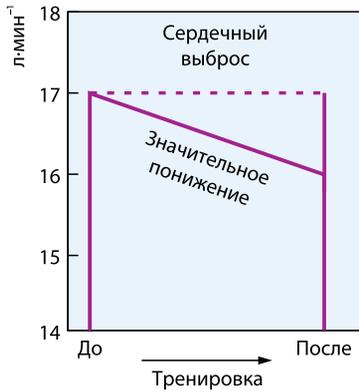


РИСУНОК 18.21 – Влияние тренировки на изменения в системе транспорта кислорода при выполнении максимальной нагрузки (Fox et al., 1993)

Метаболические изменения



Общие изменения кровотока



Локальные изменения кровотока

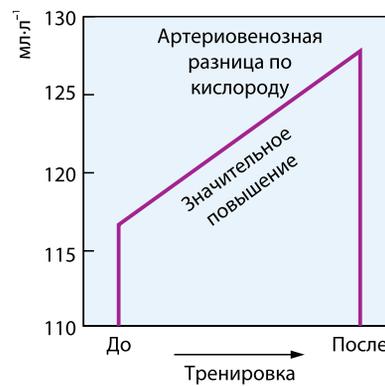
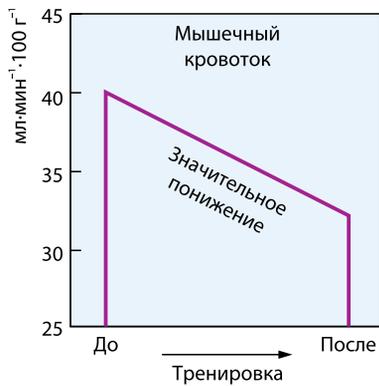


РИСУНОК 18.22 – Влияние тренировки на изменения в системе транспорта кислорода при выполнении субмаксимальной стандартной нагрузки (Fox et al., 1993)

Выделяют интегральные показатели, несущие общую информацию о механической эффективности работы и экономичности энергетических процессов. В спортивной практике наиболее широко применяется регистрация механической эффективности работы (определяется как отношение количества энергии, необходимой для выполнения работы, к реально затраченному количеству энергии на её выполнение). В условиях стандартных нагрузок механическая эффективность работы выше у спортсменов высокой квалификации и колеблется в пределах 25–27 %, у лиц, не занимающихся спортом, – в пределах 20–22 %.

Увеличение скорости передвижения при одном и том же уровне потребления кислорода является наглядным подтверждением повышения экономичности работы. На рисунке 18.23 представлены данные, согласно которым увеличение скорости спортсмена при выполнении 30-минутной беговой нагрузки в результате тренировки аэробной направленности было обеспечено не увеличением потребления кислорода или вовлечением в энергообеспечение анаэробных поставщиков энергии, а исключительно экономизацией работы: при одном и том же уровне потребления кислорода (90 % $\dot{V}O_{2max}$ – 54 мл·кг⁻¹·мин⁻¹) скорость бега увеличилась с 268 до 280 м·мин⁻¹.

Кислородная стоимость работы оценивается по количеству кислорода, затраченного на единицу мощности нагрузки (мл O₂·Вт⁻¹). У спортсменов высокого класса кислородная стоимость работы на 40–60 % выше, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Более всестороннему контролю экономичности способствует регистрация значительного количества локальных показателей, ориентированных на оценку экономичности отдельных функций, определяющих механическую эффективность работы и экономичность энергетических процессов. К таким показателям относятся: гемодинамический и вентиляционный эквиваленты, показатель кислородной стоимости дыхания, пульсовая стоимость работы и др.

Гемодинамический эквивалент (усл. ед.) представляет собой отношение сердечного выброса к потреблению кислорода и отражает эффективность утилизации кислорода из крови, протекающей к работающим органам. У спортсменов высокого класса, отличающихся высокой эффективностью системы утилизации кислорода, часто регистрируются величины порядка 6,25–6,50 усл. ед., в то время как у спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта, а также у лиц, не занимающихся спортом, гемодинамический эквивалент обычно не опускается ниже 8–9 усл. ед.

Вентиляционный эквивалент (усл. ед.) представляет собой отношения лёгочной вентиляции к потреблению кислорода, отражает эффективность утилизации кислорода из воздуха, поступающего в лёгкие. У спортсменов высокого класса эффективность утилизации кислорода выше (24,5 усл. ед.), чем у нетренированных лиц и представителей скоростно-силовых видов спорта (30–35 усл. ед.).

Показатель кислородной стоимости дыхания (млO₂/лO₂) характеризует механическую эффективность аппарата внешнего дыхания, определяется отношением потребления кислорода, затраченного на работу дыхательных мышц, к потреблению кислорода во время работы. Под влиянием тренировки кислородная

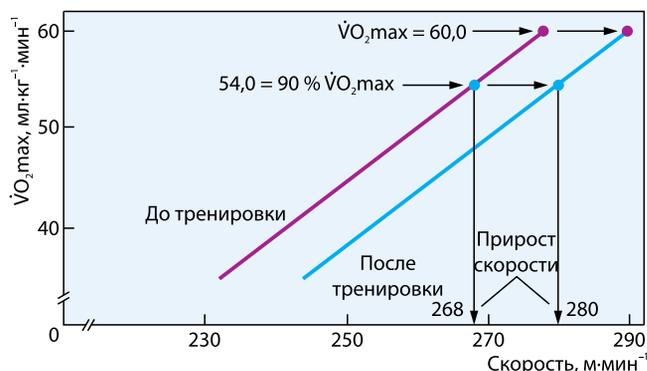


РИСУНОК 18.23 – Изменения экономичности под влиянием тренировки по данным потребления кислорода и скорости бега (Daniels, 2001)

стоимость дыхания существенно снижается и у спортсменов высокой квалификации составляет $2,6 \text{ млO}_2/\text{лO}_2$, тогда как у малотренированных спортсменов — $4,8\text{--}5 \text{ млO}_2/\text{лO}_2$.

Пульсовая стоимость работы (уд.) характеризуется общим количеством сердечных сокращений при выполнении стандартной по мощности и длительности работы. Регистрируется суммарная частота сердечных сокращений, затраченная на выполнение заданной работы за вычетом ЧСС покоя. Наиболее точная характеристика имеет место в том случае, если определяется избыточное количество сердечных сокращений, зарегистрированное как во время выполнения работы, так и в восстановительном периоде.

Факторы влияния на процесс физической подготовки



ЧАСТЬ
V

Глава 19. Особенности питания спортсменов

Глава 20. Перетренированность: причины, следствия, профилактика

Глава 21. Травматизм и заболеваемость: причины, следствия, профилактика

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Под питанием понимается потребление и усвоение организмом питательных веществ, поступающих с пищей. Эффективность этого процесса определяется количеством, составом и соотношением потребляемых продуктов и жидкости. Выделяют шесть групп питательных веществ (нутриентов) — углеводы, белки, жиры, витамины, минералы и вода.

Углеводы, белки и жиры являются основными питательными веществами, которые в результате сложных химических реакций, протекающих под воздействием ферментов, расщепляются на составляющие, используемые для образования энергии или для развития и регенерации различных тканей. Витамины, минералы и вода используются для эффективного протекания процессов метаболизма без переваривания.

Различают незаменимые питательные вещества, которые не вырабатываются в организме и попадают в него с продуктами питания — некоторые аминокислоты, большинство витаминов, минералы, вода, а также питательные вещества, которые при отсутствии их в продуктах питания могут быть синтезированы, в основном в печени, из других метаболитов.

Основой рационального питания принято считать так называемую пищевую пирамиду (рис. 19.1), предусматривающую потребление продуктов, относящихся к каждой из групп, преимущественное использование продуктов двух нижних уровней пирамиды, ограничение использования продуктов четвертого уровня. Применение в рационе питания нутриентов, относящихся ко всем группам, и разнообразие продуктов каждой из групп являются основой рационального питания. Например, потребление разных видов мяса, птицы, рыбы окажется более рациональным, чем потребление только рыбы или птицы, или одного вида мяса. Исключение из рациона мясных продуктов приводит к ограничению потребления белка, а также железа, цинка, селена и других минералов; молочных — к недостатку кальция; недостаток фруктов, овощей, зерновых продуктов ограничивает количество углеводов и вызывает дефицит ряда витаминов и др.

Общие основы построения рациона в полной мере распространяются на спортсменов, питание которых вне зависимости от спортивной специализации должно содержать определенное количество продуктов, относящихся к каждой из групп и необходимых для поддержания метаболизма. Увеличение в рационе количества продуктов той или иной группы должно определяться спецификой



РИСУНОК 19.1 – Символическая пищевая пирамида

вида спорта, энергетическими потребностями, направленностью и величиной тренировочных и соревновательных нагрузок, возрастными и половыми особенностями спортсменов. Питание – один из важнейших факторов, который обуславливает эффективность подготовки спортсмена и создает необходимые предпосылки для протекания реакций адаптации, связанных с формированием телосложения, расширением возможностей систем энергообеспечения, развитием двигательных качеств. Рациональное питание способно существенно повлиять на работоспособность спортсмена, противодействовать развитию утомления, интенсифицировать и ускорять восстановительные реакции. Не менее важна роль питания для профилактики переутомления, перенапряжения органов и функциональных систем, перетренированности.

Рацион питания спортсмена должен соответствовать энергетическим потребностям. Например, если обычная жизнедеятельность 20–25-летних мужчин требует в среднем 2500–2900 ккал, а женщин 2000–2200 ккал, то у напряженно тренирующихся и соревнующихся спортсменов энерготраты резко повышаются: у мужчин до 6000–7000 ккал и более, у женщин – до 5000–6000 ккал и более. Например, у современных пловцов на средние и длинные дистанции, отличающихся высоким ростом (190–200 см) и большой массой тела (90–100 кг), суточные энерготраты могут достигать 8000–9000 ккал.

Углеводы, белки и жиры в питании спортсменов

Углеводы, белки и жиры – основные органические питательные вещества, обеспечивающие образование энергии и синтез необходимых белков, образующие структурные элементы клеток, функционирующих в качестве ферментов, транспортных молекул, рецепторов, гормонов. Углеводы, белки и жиры выполняют разные функции, и от их количества и соотношения в продуктах питания зависит удовлетворение потребностей организма.

Углеводы. Углеводы являются наиболее значимым источником энергии для всех возбудимых тканей (мышечной и нервной). Кроме обеспечения энергией, углеводы регулируют чувство насыщения, уровень глюкозы и инсулина плазмы крови, жировой метаболизм.

В организме человека углеводы присутствуют в виде моносахаридов (глюкоза, фруктоза, галактоза), которые служат источником энергии; дисахаридов (сахароза, лактоза, мальтоза), которые при их использовании в качестве источника энергии подлежат расщеплению на моносахариды; полисахаридов — высокомолекулярных углеводов, состоящих из множества моносахаридов. Полисахаридом, откладываемым в мышцах и печени в виде энергетического резерва, является гликоген, содержащий ряд молекул глюкозы — основного источника энергии. К дополнительным функциям углеводов относится участие в синтезе и окислении липидов, синтезе некоторых аминокислот (Сермак, van Loon, 2013).

Гликоген — временный источник сохранения энергии; он не содержится в продуктах питания, а синтезируется в мышцах и печени. Глюкоза, не использованная для производства энергии в процессе гликогенезиса, преобразуется в гликоген. Около 80% гликогена депонируется в мышцах, остальная часть — в печени. Наибольшая концентрация гликогена отмечается в печени. Печень также может преобразовывать в процессе глюконеогенезиса многие из конечных продуктов окисления в гликоген (Jensen, Richter, 2012). Гликоген мышц является главным источником сохранения энергии — 300–400 г или 1200–1600 ккал; гликоген печени (75–100 г) содержит резерв в 300–400 ккал, а глюкоза крови — 25 г и 100 ккал. Эти величины могут быть существенно увеличены под влиянием тренировки и рациона с избыточным количеством углеводов.

Интенсивные физические нагрузки, сопровождаемые специальными диетами, способствуют резкому увеличению концентрации гликогена в мышечной ткани и печени. Потребление высокоуглеводной пищи после нагрузки, приводящей к истощению запасов гликогена, способствует не только быстрому восстановлению гликогенных запасов, но и их сверхвосстановлению, в результате чего количество гликогена в мышцах и печени может значительно превышать то, которое отмечается при обычной смешанной диете. В течение первых суток восстановительного периода ресинтез мышечного гликогена происходит наиболее интенсивно в мышечных МС-волокнах, в дальнейшем скорость ресинтеза АТФ во всех типах мышечных волокон является одинаковой, а максимальных значений количество гликогена обычно достигает через двое суток при достаточном количестве углеводов в рационе.

Количество мышечного гликогена, накопленного в мышцах после предшествовавшей истощающей нагрузки, обуславливает работоспособность спортсменов при выполнении последующей работы (Burke et al., 2018). Спортсмены, применяющие высокоуглеводную диету и обеспечивающие таким образом восстановление и суперкомпенсацию мышечного гликогена, способны увеличить продолжительность работы (Hingst et al., 2018). В то же время работоспособность спортсменов, применявших диету с ограниченным количеством углеводов, снижается. В случае истощения запасов мышечного гликогена продолжение работы возможно лишь при значительном снижении её интенсивности и за счёт АТФ, образующейся при окислении жиров, что может обеспечить энергетические потребности мышц при выполнении работы с интенсивностью около 50–60% $\dot{V}O_2 \max$ (Мохан и др., 2001).

Помимо калорийности каждый продукт, содержащий углеводы, отличается гликемическим индексом (ГИ) — показателем, отражающим скорость расщепления продукта. ГИ зависит от вида углеводов и их количественного содержания в продукте, количества пищевых волокон, а также от содержания белков и жиров, способа термической обработки пищи. Чем выше ГИ, тем быстрее протекает процесс расщепления продукта и тем быстрее растёт уровень глюкозы в крови после его употребления. Скорость расщепления глюкозы составляет 100 ед. и используется в качестве эта-

лона (Augustin et al., 2015). Остальные продукты по GI располагаются в основном в интервале от 0 до 100 и более. Детализация оценки продукта по значению GI следующая: низкий — не более 55; средний — 56–69; высокий — более 70. Высоким GI обладают моносахариды, низким — сложные по структуре олигосахариды (Brighenti et al., 2018).

Например, GI фиников составляет 103 ед., глюкозы, тостов из белого хлеба — 100 ед.; печеного и жареного картофеля, сдобных булочек — 95; белого хлеба, картофельного пюре, кукурузных хлопьев, моркови — 85–90; тыквы, арбуза, рисовой каши на молоке, шоколада — 70–80. В перечень продуктов со средним GI попадают цельнозерновой и ржаной хлеб, макароны, блины и оладьи, овсяная каша, изюм, дыня, консервированные овощи (гликемический индекс — 60–70 ед.), а также консервированная кукуруза, песочное печенье, хурма, манго, киви (гликемический индекс — 50–60 ед.). К продуктам с низким GI относятся свежие фруктовые соки (грейпфрутовый, апельсиновый, морковный), курага, чернослив, гречневая крупа (гликемический индекс — 40–45 ед.); свежие фрукты и овощи (яблоки, апельсины, сливы, гранат, персики, абрикосы, грейпфрут, фасоль, морковь, свекла) — 30–40 ед. Самым низким GI (5–15 ед.) отличаются петрушка, базилик, листья салата, шпинат, соя, кабачок, грибы, лук.

Продукты с высоким GI быстро перевариваются и повышают уровень сахара в крови. Они также стимулируют поджелудочную железу на выброс инсулина, который способствует распределению сахара по разным тканям организма, активизирует ключевые ферменты гликолиза, стимулирует образование в печени и мышцах гликогена. Одновременно инсулин усиливает синтез жиров и белков, подавляет активность ферментов, расщепляющих гликоген и жиры (Meng et al., 2017). Таким образом, помимо анаболического действия инсулин оказывает антикатаболический эффект. В случае избытка продуктов с высоким GI инсулин преобразовывает сахар в жировые отложения (Posner, 2017). Поэтому, когда стоит задача сохранения или уменьшения массы тела, такие продукты следует употреблять с осторожностью. Однако когда необходимо оперативное восполнение энергии в процессе тренировки и соревнований, продукты с высоким GI являются наиболее эффективными.

Ежедневное потребление углеводов обуславливается объёмом и интенсивностью тренировочной деятельности, характерной для разных видов спорта. Тренировочные занятия продолжительностью до 1,5 ч в течение дня, не включающие значительного объёма высокоинтенсивной работы, требуют ежедневного потребления углеводов в объёме 4–5 г·кг⁻¹ массы тела, при увеличении объёма дневной работы до 3 ч потребность в углеводах возрастает до 6–9 г·кг⁻¹, а 4–6 часовые — 9–12 г·кг⁻¹ (Pearson, 2017).

Аналогичная ситуация и с соревновательной деятельностью. Ежедневные потребности в углеводах участников велогонки Тур де Франс составляют около 12 г·кг⁻¹, соревнований в триатлоне — 9 г·кг⁻¹, марафонском беге — 8 г·кг⁻¹ (Pearson, 2017), футболе — от 5–6 до 8–10 г·кг⁻¹, гимнастике и гольфе — 3–4 г·кг⁻¹. В лёгкой атлетике, плавании, лыжном спорте, биатлоне потребность в углеводах зависит от вида соревнований и колеблется в пределах 6–10 г·кг⁻¹ (Abbey, 2017).

Особенности соревновательной деятельности в мужских и женских видах соревнований также определяют потребность в углеводах. Например, мужчины-теннисисты, выступая в пяти сетах, продолжающихся в течение 3–4 ч, требуют до 10–12 г·кг⁻¹ углеводов, а женщины, выступающие в трёх сетах, — до 6–7 г·кг⁻¹ (Abbey, 2017).

Белки (протеины) — высокомолекулярные органические вещества, структурными компонентами которых являются 20 аминокислот. Множество возможных комбинаций аминокислот определяют синтез белков с разными свойствами. Связи, которые образуются между молекулами аминокислот во время белкового синтеза, называются пептидными. Каждая из аминокислот может занимать различное положение в пептидной цепочке, определяя структуру и функции белка.

Белки регулируют процессы обмена веществ в организме, способствуют мышечным сокращениям, обеспечивают образование, развитие и восстановление структурных элементов, участвуют в энергообеспечении, выполняют роль транспортных средств (табл. 19.1). Важнейшей функцией белков является синтез новых клеток, которые находятся в состоянии постоянного обновления. В среднем белки организма человека обновляются в течение 80 сут. Однако скорость распада и обновления различных тканей различна: белки мышц обновляются в течение 80 дней, а белки печени — 10 дней. Количество пищевых белков должно быть достаточным для обеспечения пластической функции и синтеза нового белка взамен распавшегося (Phillips, Van Loon, 2011).

Выделяют структурные и неструктурные (плазменные) белки. Структурные белки составляют около 20 % массы мышц, сердца, печени и других органов. Плазменные белки — ферменты, антитела, гормоны, липопротеины, гемоглобин, альбумин — составляют незначительную часть массы белка в организме, однако они выполняют важнейшие функции и подвержены отрицательному воздействию нерационального питания.

Долгое время считали, что метаболизм белков не связан с производством энергии во время работы. Однако результаты более современных исследований показали, что от 5 до 10 % энергии поступает из белковых источников. При этом работа анаэробной направленности в меньшей мере обусловлена производством энергии из белковых источников, чем продолжительная работа аэробного характера. Например, интенсивная силовая работа связана с использованием всего 3—5 % энергии

ТАБЛИЦА 19.1 – Функции белков в организме (Сили и др., 2007; с дополнениями автора)

Функции	Примеры
Регуляторная	Регуляторную функцию белки осуществляют либо за счёт ферментативной активности, либо за счёт специфического связывания с другими молекулами. Белки-ферменты контролируют химические реакции. Пептидные гормоны регулируют многие физиологические процессы, например, инсулин влияет на транспорт глюкозы в клетки
Рецепторная	Осуществляется при участии белков-рецепторов, в том числе, ацетилхолинэстеразы, рецепторов инсулина, рецепторов ростовых факторов (фактор роста эндотелия сосудов) и др.
Транспортная	Гемоглобин транспортирует кислород из легких в ткани и углекислый газ – в обратном направлении. Белки плазмы (альбумин) транспортируют многие вещества в ткани с током крови, отвечают за перенос токсических веществ в печень и почки для обезвреживания. Белки плазматических мембран контролируют движение низкомолекулярных биологически активных веществ в клетку и из клетки, а также переносят с током крови экскретированные из желез внутренней секреции гормоны. Фермент АТФ-синтаза, осуществляющая синтез АТФ за счёт протонного градиента, также может относиться к мембранным транспортным белкам
Защитная	Белки, входящие в состав крови и других биологических жидкостей, участвуют в защитном ответе организма как на повреждение, так и на атаку патогенных факторов. Белки системы комплемента и антитела (иммуноглобулины) нейтрализуют бактерии, вирусы или чужеродные белки
Сократительная	Моторные белки обеспечивают движение, например, сокращение мышц, в том числе локомоцию (миозин, актин), перемещение клеток внутри организма, а также активный и направленный внутриклеточный транспорт (кинезин, динеин)
Структурная	Коллаген и эластин – основные компоненты межклеточного вещества соединительной ткани, например, хряща, сухожилий, глубоких слоев кожи, а из белка кератина состоят волосы и ногти. Актин и тубулин после полимеризации формируют длинные нити, из которых состоит цитоскелет клетки
Энергетическая	В результате расщепления белков образуется энергия; на единицу массы белки производят столько же энергии, сколько и углеводы
Резервная (глюконеогенез)	При разрушении белковых структур (в том числе, и мышечных), часть белков распадается до аминокислот, и гликогенные аминокислоты (аспарагиновая кислота, аланин, изолейцин, триптофан и др.) становятся предшественниками глюкозы, включаясь в процесс метаболизма

из белковых источников, тогда как продолжительные нагрузки на выносливость могут на 10% обеспечиваться энергией за счёт катаболизма белков (Williams, 1992). В частности, так происходит при выполнении непрерывной 1–2-часовой нагрузки на уровне 60–70% $\dot{V}O_{2max}$ (Lemon, 1984; Мохан и др., 2001). При этом чем ниже запасы гликогена в мышцах, тем выше вклад белков в образование энергии (Fox et al., 1993; Janzen et al., 2018).

Расходование белка в процессе напряжённой и продолжительной мышечной деятельности, а также при протекании послерабочих восстановительных и адаптационных процессов повышает потребность спортсменов в его потреблении, которая по сравнению с обычными нормами для взрослого человека ($0,8 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$) может возрастать в 1,5–2,5 раза и достигать $1,5–2,0 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$, а в отдельных случаях и $2,4 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ (Thomas et al., 2016).

Увеличение потребления белка спортсменами необходимо как в видах спорта силового и скоростно-силового характера, так и требующих проявления выносливости (Vitale, Getzin 2019). Определённые различия касаются как количества потребляемого белка, так и механизмов его использования. В видах спорта, требующих проявления выносливости, большой ёмкости аэробной системы энергообеспечения, количество потребляемого белка может достигать $1,5 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ массы тела, а используется белок как в процессах регенерации тканей, так и в качестве дополнительного энергетического источника (Pearson, 2017). В видах спорта, предъявляющих высокие требования к силовому потенциалу спортсмена, потребление белка должно быть несколько большим — до $2 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ массы тела, а его использование связано с регенерацией и гипертрофией тканей (Lemon, 1998).

Смешанная разнообразная диета, включающая белки животного и растительного происхождения, обеспечивает потребление всех необходимых аминокислот. Однако усвоение белка и его использование в процессах синтеза и регенерации эффективно происходит в условиях энергетической сбалансированности и при оптимальном соотношении белков высокой (яйца, мясо, птица, молочные продукты) и низкой (соя, рис, хлеб, зерно, орехи, бобы) биологической ценности. Сбалансированное потребление белка обеспечивается при условии, что в рационе будет около 65–70% белка животного происхождения. В случае отрицательного энергетического баланса или повышенного использования дополнительных белков требования к его потреблению возрастают. Потребление белка должно быть относительно равномерным в течение дня, что повышает эффективность его использования (Phillips, Van Loon, 2011).

Установлено, что чрезмерные тренировочные и соревновательные нагрузки могут привести к снижению силы и уменьшению мышечной массы вследствие повышенного белкового катаболизма и недостаточного восполнения белков (Lemon, 1987). Именно поэтому в видах спорта, требующих больших объёмов работы и проявления выносливости, может использоваться пищевой рацион, в котором 10–15% энергетической ценности пищи восполняется за счёт белков, т.е. практически столько же, сколько и для скоростно-силовых видов спорта (Houck, Slavin, 1991). Более того, имеются данные (Рууд, 1996), согласно которым современная тренировка в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, требует даже большего количества белков, чем тренировка в силовых видах спорта.

Потребление белка в количестве, большем, чем 2 г на 1 кг массы тела, нецелесообразно в любом виде спорта. Излишнее потребление белков связано с нежелательными последствиями: интенсификацией функции почек для выведения аммиака с мочой и, как следствие, дегидратацией; повышенным потреблением жиров; повышенным выделением кальция с мочой, нарушением процесса потребления углеводов (Картер-Эрдмен, 2003). Однако некоторые видные специалисты утверждают, что опасения

в возможных отрицательных эффектах избыточного потребления белка явно преувеличены. Белок, потребляемый в количестве сверх необходимого для регенерации и синтеза тканей, используется в качестве источника энергии или преобразуется в углевод или жировую ткань (Reimers, 2008).

Жиры являются основным видом липидов — группы органических молекул, несущих ряд важных функций в организме. Около 95% жиров составляют триглицериды — органические соединения, состоящие из молекул глицерина и жирных кислот. В зависимости от насыщения углеродных цепочек различают насыщенные или ненасыщенные жирные кислоты. Источники насыщенных жиров — свинина, говядина, сливочное масло, маргарин, цельное молоко, сыр, яйца и др. (Kirkpatrick et al., 2019). Спортсмены должны помнить, что жиры в большом количестве содержатся в кондитерских изделиях, различных продуктах быстрого питания.

Предпочтительным видом жиров в рационе ввиду благотворного влияния на сердечно-сосудистую систему, наличия жирорастворимых витаминов, являющихся антиоксидантами и поддерживающих иммунную систему (витамины А и Е), рост и развитие костной и мышечной тканей (витамин D₃) являются ненасыщенные жиры (Da Boit et al., 2017; Purdom et al., 2018). Ненасыщенные жиры содержатся в оливковом, подсолнечном, соевом и кукурузном масле, грецких орехах, миндале, арахисе, жирной рыбе, рыбьем жире.

Жиры выполняют много функций в жизнедеятельности организма — обеспечивают жирорастворимыми витаминами, поставляют незаменимые жирные кислоты, необходимые для развития и функционирования нервной системы и головного мозга, производства гормонов. Жиры используются в производстве энергии, в процессах синтеза и регенерации; некоторые их виды являются структурными элементами клеточных мембран. Жиры способствуют повышению сопротивляемости болезням, заживлению ран и восстановлению после травм. Основные функции жиров представлены в таблице 19.2.

Недостаток жиров, особенно незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой), может привести к гормональным нарушениям, нарушениям функции почек, а

ТАБЛИЦА 19.2 – Функции жиров в организме (Сили и др., 2007; с дополнениями автора)

Функции	Примеры
Защитная (амортизационная)	Жиры откладываются в подкожной клетчатке и вокруг таких органов, как кишечник и почки Образующийся слой жира защищает органы от механических повреждений Жир обладает низкой теплопроводностью, поэтому помогает сохранять тепло
Энергетическая	Полное окисление жиров до воды и углекислого газа позволяет получить более чем в 2 раза больше энергии, чем окисление той же массы углеводов или белков
Структурная	Фосфолипиды (фосфатидилхолин и фосфатидил этаноламин) и холестерин – важные компоненты клеточных мембран
Регуляторная	Половые гормоны, тестостерон, прогестерон и кортикостероиды регулируют многие физиологические процессы в организме. Половые гормоны эстроген и тестостерон – обуславливают различия между женщинами и мужчинами. Витамин D играет важную роль в обмене кальция и фосфора, витамин Е – в поддержании структуры клеточных мембран. Желчные кислоты участвуют в пищеварении, а также всасывании высших карбоновых кислот. Производные арахидоновой кислоты – простагландины, тромбоксаны и лейкотриены – участвуют в регуляции широкого спектра физиологических функций: необходимы для работы половой системы, для индукции и прохождения воспалительного процесса, для свертывания крови, регуляции кровяного давления, протекания аллергических реакций
Изолирующая	Миелиновая оболочка окружает отростки нервных клеток и выполняет изолирующую функцию
В качестве растворителя	В жирах растворяются многие органические соединения, в том числе витамины А, D, Е и К, благодаря чему они легко проникают через стенки сосудов, мембраны клеток, транспортируются в биологических жидкостях

подавляя производство тестостерона — к уменьшению активности метаболизма и формирования мышечной системы (Barone et al., 2013).

Традиционные представления диетологов о здоровом питании сводятся к тому, что рацион, богатый насыщенными жирами, приводит к развитию ожирения, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, диабета. Однако эти проблемы слабо связаны с образом жизни напряжённо тренирующихся и соревнующихся спортсменов, а недостаток жира в их рационе может привести к диетам, лишенным необходимого количества мясных и молочных продуктов, что увеличивает риск дефицита белка, кальция, железа и цинка (Reimers, 2008). В ряде исследований показано, что использование рационов с высоким содержанием жира (35% калорий) по сравнению с более низким (около 20%) позитивно влияет на работоспособность бегунов (Muoio et al., 1994), футболистов (Horvath et al., 1999). Следует также отметить, что рационы с увеличенным содержанием жира повышают способность мышечной ткани использовать жировые ресурсы в качестве источника энергии (Reimers, 2008). Необходимо учитывать, что относительно малоинтенсивная работа (на уровне 50–60% $\dot{V}O_{2max}$) связана с преимущественным использованием жиров в процессе энергообразования. И лишь при интенсивности работы, достигающей 70–80% $\dot{V}O_{2max}$, основным источником энергии является гликоген (Reimers, 2008). Следует отметить, что окисление жиров после напряженной работы способствует более эффективному восстановлению. Все это заставляет уделять внимание потреблению жиров, стимулируя таким образом развитие способности к их окислению и экономии гликогена (Hawley, 2002).

Для спортсменов, специализирующихся в большинстве видов спорта, рекомендуемая доза жиров в ежедневном рационе составляет 20–30%, что характерно и для людей, не занимающихся спортом. Исключение составляют некоторые виды спорта и виды соревнований, для которых традиционно характерно ограничение потребления жиров в связи с постоянным стремлением к ограничению массы тела спортсменов — марафонский бег и бег на длинные дистанции, шоссейные велогонки (Pearson, 2017).

Энергетическая ценность питательных веществ и их соотношение в рационе

Рацион спортсменов должен обеспечивать восполнение затрачиваемой энергии и создание предпосылок для поддержания высокого уровня работоспособности, эффективного протекания восстановительных процессов, развития адаптации как реакции на тренировочные и соревновательные нагрузки.

Окисление 1 г жиров приводит к образованию 9,3 ккал энергии, 1 г белков или углеводов — 4,1 ккал. Продукты питания различаются как калорийностью, так и наличием и содержанием основных макронутриентов. Например, на 100 г продукта калорийность мяса свинины в среднем составит около 300 ккал, куриного мяса — 170, твердого сыра — 360, ржаного хлеба — 190, грецких орехов — 700. Наименьшей калорийностью отличаются продукты с большим количеством воды, в частности, фрукты и овощи. Так, на 100 г продукта яблоки содержат 37 ккал, мандарин — 40, апельсин — 38, черешня — 50, арбуз — 38, морковь — 37, баклажаны — 24, капуста — 27 ккал.

Углеводами богаты зерновые продукты, мучные изделия, овощи, фрукты; белками — разные виды мясных, рыбных и молочных продуктов; жирами — жирные сорта мяса и рыбы, молочные продукты с высоким содержанием жира, яйца, сливочное масло и майонез, орехи (фундук, грецкие, миндаль пекан и др.). Причем в разных видах продуктов животного происхождения (за ис-

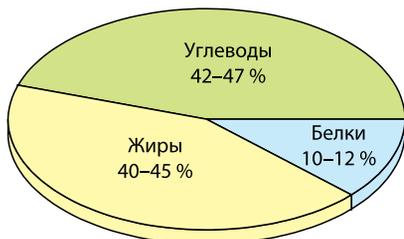


РИСУНОК 19.2 – Сочетание углеводов, жиров и белков в обычном рационе

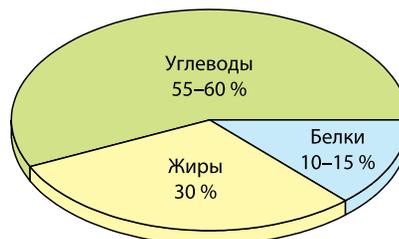


РИСУНОК 19.3 – Рекомендуемое сочетание углеводов, жиров и белков в рационе

ключением жирной морской рыбы) содержатся преимущественно насыщенные и мононенасыщенные жирные кислоты, а в растительных продуктах, прежде всего, орехах и семечках — наиболее полезные для организма спортсмена полиненасыщенные жиры (Imamura et al., 2016).

Следует учитывать, что даже в одном виде пищевых продуктов отмечаются большие различия как по калорийности, так и по составу. Например, жирная свинина может способствовать выделению в три раза больше килокалорий, содержать в 5–6 раз и более жира и в 3 раза меньше белка, по сравнению с постной. Мясо ножки индейки может быть в 2–3 раза менее калорийным по сравнению с мясом утки или гуся, содержать больше белка и в несколько раз меньше жира.

Обычный рацион людей, проживающих в развитых странах, содержит избыточное количество жиров (рис. 19.2). Рекомендации диетологов предусматривают коррекцию сочетания углеводов, белков и жиров (рис. 19.3), что обеспечит профилактику значительного увеличения массы тела и развития негативных процессов в организме, способных привести к серьезным заболеваниям. Для спортсменов эти рекомендации должны быть ещё более откорректированы (Burke, 2015). Например, для спортсменов, интенсивно тренирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, это соотношение должно предусматривать значительное увеличение доли углеводов (рис. 19.4). Да и в составе углеводов должно быть обеспечено рациональное соотношение между сложными (крахмалы) и простыми (сахара) углеводами, так как известно, что в этом случае более эффективно восполняются запасы гликогена в организме (Costill et al., 1981; Roberts et al., 1988; Jozsi et al., 1996; Gurung, Jialal, 2020). Не менее 10% энергетической ценности пищи должно быть получено спортсменом в виде простых сахаров (De Vries, Houch, 1994; Hills, Russel, 2017).

Важным является и соотношение в составе рациона насыщенных и ненасыщенных (около 20–30%) жиров (Kerksick et al., 2017). При максимальном количестве жиров в рационе спортсменов, специализирующихся в видах спорта, не связанных с проявлением выносливости, количество насыщенных

жиров не должно превышать 10% (Уилмор, Костилл, 2001; Rodriguez et al., 2009).

К сожалению, в практике подготовки спортсменов оптимальному соотношению в рационе углеводов, белков и жиров уделяется явно недостаточное внимание. Например, изучение диет американских пловцов высокой квалификации показало, что в их стандартном рационе содержится 46% углеводов, 16% белков и 38% жиров, в то время как усредненная диета, приемлемая для пловцов, требует соотношения 60:15:25 (Wierman, 2007).

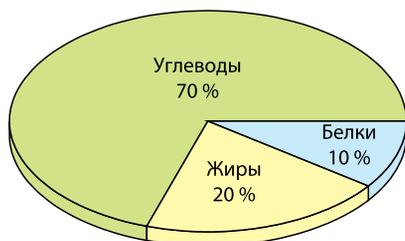


РИСУНОК 19.4 – Оптимальное сочетание углеводов, жиров и белков в рационе спортсменов, тренирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости

Витамины и минералы в рационе спортсменов

Витамины представляют собой органические молекулы, которые находятся в незначительном количестве в организме человека. Большинство витаминов поступают с продуктами питания, при этом некоторые витамины (например, А и С) могут образовываться в кишечнике с участием микрофлоры (микробиома) (Rowland et al., 2018), а витамин К – в печени (Schurgers et al., 2007).

Витамины участвуют во многих метаболических процессах, а также реакциях, связанных с мышечной деятельностью – углеводном, белковом и жировом обмене, транспорте кислорода, восстановительных реакциях (табл. 19.3). Приведенные данные свидетельствуют о том, что для обеспечения организма витаминами необходимо формировать сбалансированный и разнообразный рацион.

Известно, что низкий уровень поступления витаминов и минералов (микронутриентов) у спортсменов может приводить к дефициту отдельных веществ, что негативно скажется на общем состоянии здоровья и физической готовности. Правильно построенный рацион дает возможность человеку сбалансировать количество препаратов и синтезированных добавок, необходимых для пополнения запасов энергетических и пластических субстратов, ферментов и коферментов. Однако для решения задач спортивной нутрициологии, когда потребность в микронутриентах у высококвалифицированного спортсмена существенно превышает возможность насыщения ими организма лишь с продуктами питания, возникает естественная потребность применения специализированных средств. В то же время, с точки зрения спортивной нутрициологии, коррекция микроэлементного статуса спортсмена должна носить индивидуальный характер, основываться на результатах углубленного медицинского обследования современного уровня, оценке нутритивного статуса и «пищевого поведения», биохимии крови и других показателях, которые следует оценивать при подозрении на недостаточность/дефицит микроэлементов (Дмитриев, Гунина, 2018, 2020).

Хорошо известно, что дефицит витаминов может нарушить протекание процессов обмена веществ, отрицательно скажется на здоровье и работоспособности. Однако вопросы, относящиеся к потреблению витаминов и микроэлементов в зависимости от специфики вида спорта, величины и направленности нагрузок, настолько мало изучены, что дать рекомендации по дополнительному применению этих веществ затруднительно. Принято считать, что разнообразная и сбалансированная диета в полной мере обеспечивает наличие необходимых витаминов и микроэлементов (Moughan, 2009; Вольпе, 2014). Увеличение потребности организма в витаминах пропорционально метаболической активности и обеспечивается соответствующим повышением потребления разных продуктов питания.

Особенностями применения большинства витаминов в период напряженной тренировочной и соревновательной деятельности являются их сбалансированность и несколько избыточное дозирование, гарантирующее от их недостатка, чем вызвана популярность различных витаминных комплексов (Close et al., 2006). Однако при дополнительном приёме витаминов следует учитывать, что применение водорастворимых витаминов (аскорбиновая кислота, витамины группы В) не приносит вреда, так как они не накапливаются в организме, а избыток их выводится с мочой, хотя в отношении аскорбиновой кислоты идет дискуссия о её безвредности. Что касается избыточного приёма жирорастворимых витаминов (А, Е, и, в первую очередь, D), накапливающихся главным образом в печени и жировой ткани, то их избыток может отрицательно влиять на здоровье вследствие токсичности (Nielsen, 1992).

Проблема дефицита витамина D в организме решается нахождением на солнце без защитных средств. Даже 20–30-минутное ежедневное воздействие солнечного света решает проблему произ-

ТАБЛИЦА 19.3 – Роль основных витаминов для стимуляции адаптационных реакций в процессе тренировочной и соревновательной деятельности

Витамины	Роль	Основные источники
Тиамин (В ₁)	Регуляция функций нервной системы, кровообращения и пищеварения, стимуляция обменных процессов – клеточного дыхания, обмена молочной и пировиноградной кислот, ресинтеза АТФ	Мясо, субпродукты, зерно крупяных злаков (овёс, гречиха), бобовые, орехи, яичные желтки
Рибофлавин (В ₂)	Участие в окислении углеводов, усвоении и синтезе белков и жиров, регуляция возбудимости нервной системы, клеточного дыхания, энергетического обмена	Дрожжи, субпродукты, яйца (желток), молоко, творог, сыр, белые грибы, зелёный горошек, печень, мясо, рыба, фасоль, хлеб грубого помола
Никотиновая кислота (РР)	Регуляция клеточного дыхания и энергетического обмена, снижение содержания глюкозы в крови, увеличение запасов гликогена в печени, участие в обмене пировиноградной кислоты, усиление процессов торможения в коре головного мозга	Дрожжи, бобовые, гречневая и перловая крупы, рис, мясо и субпродукты, рыба, творог, орехи, картофель, хлеб, горох
Пиридоксин (В ₆)	Выделение энергии из углеводов, стимуляция функции кроветворных органов, участие в синтезе сложных белков	Мясо, овощи, цельное зерно, грибы, печень, почки, яичный желток, сыр, гречиха, пшено, бобовые, картофель, перец, дрожжи
Фолиевая кислота (В ₉)	Обеспечение процессов кроветворения, участие в синтезе белка, обмене нуклеиновых кислот, использование организмом глутаминовой кислоты	Дрожжи, зелёный лук салат, капуста, петрушка, бобовые, картофель, субпродукты, яичный желток, сыр, печень, масло, творог
Цианкобаламин (В ₁₂)	Поддержание и стимуляция кроветворения, регуляция синтеза белка, стимуляция выделения энергии из углеводов	Рыба, творог, дрожжи, кисломолочные продукты, мясо, печень, почки, сердце
Пангамовая кислота (В ₁₅)	Активизация утилизации кислорода, повышение устойчивости к гипоксии, снижение мышечной утомляемости, сохранение высокого уровня креатинфосфата, экономизация расходования гликогена	Злаковые, семена плодов, печень, сердце, дрожжи, семена растений
Биофлавоноиды (Р)	Интенсификация окислительно-восстановительных реакций в мышечной ткани, стимуляция тканевого дыхания, повышение устойчивости к гипоксии, регуляция синтеза белков	Цитрусовые, красный перец, черная смородина, шиповник, зелёный чай, гречневая крупа, вишня, плоды желто-оранжевого и фиолетового цвета
Аскорбиновая кислота (С)	Стимуляция углеводного обмена и окислительно-восстановительных процессов, уменьшение проницаемости капилляров, стимуляция эритропоэза	Цитрусовые, томаты, салат, зелёный перец, шиповник, черная смородина, квашеная капуста
Ретинол (А)	Ускорение окислительно-восстановительных процессов, повышение содержания гликогена в печени, скелетных мышцах и миокарде	Печень рыб, яичный желток, сливочное масло, молоко, сметана, маргарин, сыр, зеленые овощи, абрикосы
Токоферолы (Е)	Стимуляция тканевого дыхания, повышение устойчивости к гипоксии, повышение содержания гликогена в печени и мышцах, стимуляция мышечных сокращений	Неочищенные растительные масла (соевое, кукурузное, подсолнечное), шиповник, фрукты, овощи, семена злаков, ростки пшеницы, яблоки, яйца, молоко, рыба
Кальциферол, эргостерол (D)	Регуляция обмена кальция и фосфора, участие в регуляции размножения клеток, синтезе ряда гормонов	Синтез кальциферола под воздействием солнечных лучей, жирные сорта рыбы, рыбий жир, яичный желток, сливочное масло, сыр, сметана

водства в организме витамина D. В зимнее время восполнение дефицита этого витамина может обеспечивать потреблением рыбьего жира, пребыванием в солярии, пребыванием в южных странах, где много солнечного света (Fyfe et al., 2019).

К сожалению, спортсмены не уделяют должного внимания восполнению запасов витамина D. Исследования свидетельствуют, что до 94% тренирующихся и соревнующихся в закрытых помещениях страдают дефицитом этого витамина. У спортсменов, выступающих на открытых площадках дефицит может достигать 80% (Shuler et al., 2012).

Витамин D (кальцитриол – активная форма витамина D₃) играет важную роль в транспорте кальция через кровоток и его усвоении костной тканью (Galior et al., 2018). Участвует витамин D не только в развитии и сохранении костной ткани, но и функционировании мышц и нервной системы, обеспечении работоспособности, поддержке иммунитета (Cannell et al., 2009; Koundourakis et al., 2016). Недостаток витамина D может приводить к мышечной слабости и атрофии мышц, снижению силы и мощности двигательных действий, ловкости и координации, повышает риск спортивных травм (Larson-Meyer, Willis, 2010).

Серьёзное внимание следует обратить на роль в регулировании ряда важнейших процессов, происходящих в организме спортсмена в течение напряжённой тренировочной деятельности, фолиевой кислоты (фолат, витамин B₉). Эта кислота играет важную роль в синтезе нуклеиновых кислот, метаболизме аминокислот, процессе кроветворения. Велико её значение и в профилактике анемии, устойчивости к инсулину (Pravenec et al., 2013). В качестве источников фолата следует использовать мясо индейки, говядину или телятину, свежие овощи и фрукты – шпинат, брокколи, чечевицу, брюссельскую капусту. Следует избегать потребления пищевых добавок с практически бездействующей фолиевой кислотой (Fyfe et al., 2019).

Адаптация к тренировочным и соревновательным нагрузкам проходит с участием минералов, которые важны для поддержания электролитного баланса, нервной проводимости, ферментативной активности, утилизации и транспорта кислорода, иммунной резистентности и др. В таблице 19.4 представлены основные минералы и их роль в регуляции процессов, связанных с тренировочной и соревновательной деятельностью, а также перечень продуктов питания – источников минералов.

Среди минералов, которые входят в состав нашего тела, кальций (по массовой части) занимает пятое место после четырех главных элементов – углерода, кислорода, водорода и азота и относится к важным для организма человека макроэлементам, таким, как калий, натрий, железо. Кальций, с одной стороны, выполняет важную пластическую функцию, образуя прочные соединения с белками, фосфолипидами и органическими кислотами, а с другой – влияет на протекающие в организме

ТАБЛИЦА 19.4 – Основные минералы, их роль и источники

Минералы	Роль	Основные источники
Кальций	Костный метаболизм, нервно-мышечная возбудимость и регуляция, активизация реакции ферментов, секреция гормонов	Обезжиренное молоко и йогурт, сыр, апельсиновый сок, рыбные консервы (с костями)
Фосфор	Минерализация костной ткани, образование АТФ, выделение кислорода из эритроцитов	Молоко, творог, сыр, йогурт, рыба, мясо, рыбные консервы (с костями)
Калий	Регуляция клеточного обмена, утилизация гликогена, мышечная и нервная регуляция	Рыба, мясо, молоко и молочные продукты, ячмень, фасоль, отруби, бананы, томатный сок
Натрий	Передача нервных импульсов, регуляция осмотического давления	Рыба (морская), брынза, сыр, отруби, хлеб, подсоленный томатный сок, фасоль
Магний	Синтез углеводов, белков, жиров, нейромышечная регуляция, поддержка функций митохондрий, формирование костей	Хлеб из муки грубого помола, отруби, фасоль, рыба, арахис, шоколад, орехи, зеленые овощи
Железо	Синтез гемоглобина и миоглобина, производство АТФ, транспорт кислорода и его утилизация мышечными клетками	Печень, тощее мясо, фасоль, чернослив, ячмень, миндаль, зелёные овощи

физиологические и биохимические процессы. Он принимает участие в регуляции проницаемости клеточных мембран, механизме мышечного сокращения, секреции и действии гормонов, контролирует ряд ферментных процессов (Рыбина, Гунина, 2021). Недавно было показано, что кальций является одной из важнейших сигнальных молекул в организме, в частности при регуляции метаболизма глюкозы и инсулина (Klec et al., 2014).

Повышенное потребление кальция необходимо и в процессе напряжённой тренировочной и соревновательной деятельности, так как этот минерал играет важную роль в передаче нервных импульсов, основных процессах мышечного сокращения, активизации ряда основных ферментов, обеспечении нормального сердечного ритма.

Исследования показывают, что в рационе спортсменов, особенно женщин, отмечается недостаточное содержание кальция, которое часто не превышает 70% необходимого. В результате стимулируется процесс высвобождения кальция из костной массы в систему кровообращения (Dolan, Sale, 2019). При недостаточном поступлении кальция в период роста организм не способен достичь генетически запрограммированной пиковой костной массы. У взрослого человека за одни сутки из костной ткани выводится до 700 мг кальция и столько же откладывается вновь. Следовательно, костная ткань, помимо опорной функции, играет роль депо кальция и фосфора, откуда организм извлекает их при недостатке (Мойса, Ноздрачёв, 2014).

Формирование костной ткани до 25-летнего возраста в значительной мере определяется наследственными факторами. Текущее состояние костной ткани, кроме этого, обуславливается спецификой двигательной активности, питанием и гормональным статусом. Однако физическая нагрузка и специальное питание могут существенно влиять на формирование костей и поддержание плотности костной ткани (Tong et al., 2019). Для полноценного развития костной массы в период роста скелета рекомендуется до 1200 мг·сут⁻¹ кальция, в то время как обычная суточная норма составляет 800 мг·сут⁻¹ (Брукнер, 2002).

Фосфор относится к жизненно необходимым веществам, входит в состав всех тканей организма, особенно скелетных мышц и мозга, участвует во всех видах обмена веществ, необходим для нормального функционирования нервной системы, сердечной мышцы и др. Биологическая роль фосфора заключается в его активном участии в ряде метаболических процессов: белковом и углеводном обмене, процессах энергообеспечения мышечной деятельности и др. (Yano, Sugimoto, 2009).

Фосфор необходим для роста костей, однако его избыток может вызвать негативные изменения в костной ткани, уменьшая в ней плотность минералов. Обусловлено это стимуляцией выделения кальция из костной ткани, а также влиянием избытка фосфора на продукцию витамина D (Вольпе, 2014). К этому вопросу следует привлечь особое внимание, так как в рационе спортсменов часто отмечается избыток фосфора, что обусловлено большим объёмом белковых продуктов животного происхождения. При ограничении рациона, свойственного некоторым видам спорта, организм расходует фосфор, содержащийся в тканях, поэтому концентрация его в крови не меняется, и лишь при потере 40% общего количества фосфора уровень его в крови падает на 10%. Суточной нормой потребления фосфора для взрослого здорового человека считается 1600 мг, а потребность в этом микроэлементе, как, впрочем, и в других минералах, при физических нагрузках высокой интенсивности возрастает (Рыбина, Гунина, 2021).

Калий — один из основных внутриклеточных катионов, большая часть которого в организме сосредоточена в мышечных клетках. Основная физиологическая роль калия заключается в том, что он принимает участие в работе сердечной мышцы, регулирует осмотическое давление и участвует в пере-

даче нервных импульсов (необходим для поддержания возбудимости нервных и мышечных волокон вследствие изменения мембранного потенциала клеток). Калий играет большую роль в активации функций некоторых ферментов, в поддержании сократительной способности скелетных мышц и водно-солевого баланса, активности эндокринной системы и др. (Palmer, Clegg, 2016; Ridoutt et al., 2021). Синтез гликогена в мышцах из глюкозы связан с потреблением клетками значительного количества калия; напротив, выход калия из клеток в межклеточную жидкость отмечается при распаде гликогена (Иорданская и др., 2013).

Калий присутствует в большинстве продуктов питания, поэтому его дефицит в организме спортсмена — редкое явление. При продолжительной и напряженной мышечной деятельности концентрация калия в плазме крови существенно возрастает, что обусловлено его переносом из внутриклеточного пространства во внеклеточное. В короткое время в ходе восстановительного процесса происходит нормализация исходного уровня калия во внеклеточном пространстве (Ljungberg et al., 1997). Процессы перемещения калия через мембрану внутрь клетки могут вызвать необходимость его более высокого потребления в условиях напряженной тренировочной деятельности. Однако при избытке калия (гиперкалиемии) могут произойти серьезные нарушения клеточного метаболизма.

Дефицит калия (гипокалиемия), который может быть вызван обильным потовыведением, интенсивными физическими нагрузками, эмоциональным стрессом, приводит к нарушениям нейромышечной проводимости, целостности клеточных мембран, мышечной слабости, быстрой утомляемости.

При существенном переизбытке калия отмечаются желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков и даже асистолия (остановка сердца) (Скальный и др., 2000). Таким образом, для развития переутомления одинаково существенны как избыток, так и недостаток калия, поэтому его концентрация — один из важнейших лабораторных маркеров чрезмерности физической нагрузки или неадекватности воздействия внутренировочных факторов поддержания работоспособности.

Натрий — важнейший осмотически активный компонент внеклеточного пространства, с которым связана регуляция объема внеклеточной жидкости. Из общего количества натрия в организме 96 % его относится к экстрацеллюлярному (внеклеточному). Этот макроэлемент участвует в проведении возбуждения в нервных и мышечных клетках, в формировании щелочного резерва крови и транспорте ионов водорода. Изменения в содержании натрия приводят к снижению объема внеклеточной жидкости, влияя на кровообращение, функцию почек и нервной системы (Adrogué, Madias, 2007).

Интенсивная тренировочная деятельность, особенно в условиях жары и повышенной влажности, связана с повышенным выведением натрия с потом. Обильное потовыделение при продолжительных нагрузках, особенно в условиях жары, может привести к гипонатриемии. Гипонатриемия может являться следствием чрезмерного потребления воды как во время работы, так и после её окончания. Поэтому и обезвоживание, связанное с высокой концентрацией натрия в поте, и сверхупотребление жидкости могут привести к гипонатриемии — явления крайне опасного не только для результативности тренировочной и соревновательной деятельности, но и жизнеугрожающего (Pearson, 2017; Arnaoutis et al., 2020). Гипонатриемия стала одним из самых частых медицинских осложнений при соревнованиях по бегу и ходьбе на длинные дистанции и одной из важных причин летальности среди спортсменов (Hew-Butler et al., 2017). Это требует увеличения в рационе питания продуктов с высоким содержанием натрия, а также добавления соли к продуктам питания и напиткам. Чтобы свести к минимуму вероятность гипонатриемии, этот электролит может, например, в марафоне, потребоваться в концентрациях, превышающих те, которые предусмотрены в составе большинства коммерческих продуктов в виде спортивных напитков и специальных пищевых добавок, т. е. более 575 мг натрия на 1 л жидкости (Tiller et al., 2019).

Магний является жизненно важным элементом, участвующим во многих реакциях обмена веществ, сократительной деятельности сердца, регуляции передачи нервных импульсов, окислительном фосфорилировании в ходе синтеза АТФ, сократительной активности мышечных волокон, деятельности иммунной и эндокринной систем (Volpe, 2015; Громова и др., 2016).

Продолжительные и интенсивные физические нагрузки, особенно в условиях высоких температур, приводят к потере с потом значительного количества магния, что может привести к спазмам мышц. При рациональном питании недостаток магния — явление редкое. Однако в случае таких нагрузок целесообразно несколько увеличить в рационе количество продуктов, содержащих магний.

Особое внимание следует обращать на наличие в рационе питания продуктов, содержащих железо. Среди всех минералов, содержащихся в тканях и органах человека, железу принадлежит весьма существенная роль, поскольку одной из наиболее важных его функций в организме, особенно при физических нагрузках, является участие в процессах обеспечения работающих мышц спортсмена кислородом. Железо — важнейший минерал, принимающий участие в дыхании, кроветворении, иммунобиологических и окислительно-восстановительных реакциях, является незаменимой составной частью кислородтранспортных белков гемоглобина и миоглобина (Hinton, 2014; Sim et al., 2019). Железо имеет важное значение в связывании и переносе кислорода в ткани, окислительно-восстановительных реакциях организма, а также принимает участие в процессах кроветворения (Aning, 2017). Железо задействовано в процессах тканевого дыхания и выполняет ключевую роль в эритропоэзе, что критически важно для спортсменов, особенно представителей видов спорта с аэробным механизмом энергообеспечения (Sim et al., 2019).

У спортсменов дефицит железа возникает под действием интенсивных физических и длительных выраженных психоэмоциональных нагрузок, что приводит к развитию тканевой и гемической гипоксии, угнетению аэробного энергообеспечения тканей, снижению физической работоспособности, замедлению процессов восстановления организма в целом (Clénin et al., 2015). Уменьшение концентрации железа сопровождается также нарушением окислительно-восстановительных процессов и метаболизма в эритроцитах, снижением иммунитета, активизацией перекисного окисления липидов с одновременным снижением антиоксидантной активности (Conrad et al., 2018). Несмотря на важность контроля этого показателя, у спортсменов, особенно женщин и тех атлетов, которые тренируют качество выносливости, достаточно часто диагностируется дефицит железа, что указывает на связь между спортивными показателями и регулированием уровня железа.

Недооценка важности профилактики, своевременной диагностики и эффективной коррекции нарушений обмена железа в спорте высших достижений может перечеркнуть многолетние усилия спортсмена и тренерского состава, а также существенно ухудшить состояние здоровья и качество жизни самого атлета. Поэтому особое внимание следует обратить на наличие в рационе спортсмена продуктов, содержащих железо (табл. 19.5). При достаточном питании и посту-

ТАБЛИЦА 19.5 – Пищевые источники железа
(Кулининков, 2009, дополнено)

Продукты	Порция	Содержание железа, мг
Печень свиная	100 г	20,8
куриная	100 г	9,9
говяжья	100 г	7,7
Свинина отбивная	100 г	5,3
Говядина	100 г	4,9
Чернослив	10 шт.	3,9
Фасоль варёная	100 г	4,2
Калина	100 г	3,5
Яйцо	1 шт.	1,2
Цыпленок жареный	100 г	1,4
Мясо красное	100 г	1,4
Сардины	100 г	1,2
Креветки жареные	100 г	1,2
Филе трески	100 г	1,0

плении биодоступных источников железа организм здорового спортсмена усиливает поглощение железа из пищи для удовлетворения повышенной потребности при напряженной мышечной деятельности.

За сутки организм здорового мужчины теряет 0,6–1,0 мг железа, а организм женщины — порядка 1,5 мг. Эти потери необходимо восстановить, но железо усваивается из пищи не полностью — около 5–10% его поступления с рационом. Для нормального усвоения железа необходимы другие микроэлементы — медь, кобальт, марганец, а также витамин С. Следует учитывать, что аскорбиновая кислота помогает абсорбировать железо, а содержащаяся в чае таниновая кислота, наоборот, снижает его абсорбцию (Sotelo et al., 2010).

При разработке специальных диет необходимо следить за наличием в пище и других минералов, которые активно участвуют и расходуются в процессе напряжённой тренировочной и соревновательной деятельности. Недостаток цинка, содержащегося в говяжьей печени, ячмене, фасоли, арахисе, миндале, может отрицательно повлиять на развитие и композиционный состав мышечной ткани, ухудшить её сократительные способности, привести к снижению интенсивности основного обмена, утилизации белка. Фтор, который содержится в чае, морских водорослях и морепродуктах, может влиять на минеральную плотность костей. Его потребление важно для развития костной массы и профилактики остеопороза. Марганец, содержащийся в цельных зернах, орехах, листовных овощах, участвует в углеводном и костном метаболизме. Хром, содержащийся в цельном зерне, субпродуктах, яичном желтке, орехах, грибах, усиливает действие инсулина и таким образом влияет на метаболизм углеводов, белков и жиров (Lukaski, 2004). Установлено также, что потребление хрома в процессе силовой подготовки способствует снижению жирового компонента массы тела и повышению — тощего (Tian et al., 2013). Эти минералы, а также ряд других, участвующих в метаболизме (медь, селен, йод, бор, ванадий и др.), выводятся при потовыделении и требуют восполнения, чему в полной мере способствует разнообразный рацион. Чем большее количество разных продуктов животного и растительного происхождения включается в рацион спортсмена, тем выше гарантия наличия в его организме всех макро- и микроэлементов, необходимых для поддержания высокой работоспособности, восстановительных и адаптационных реакций (Вольпе, 2014).

Питьевой режим

Питьевой режим спортсмена связан с такими процессами, как гидратация (состояние водного баланса), гипергидратация (состояние водного перенасыщения), гипогидратация (состояние водного дефицита), дегидратация (процесс обезвоживания организма) и регидратация (процесс восстановления гидратации).

Исключительно большое внимание к проблеме насыщения организма водой было привлечено в последние годы, когда в результате ряда исследований стала очевидной огромная, во многих случаях решающая, роль питьевого режима не только для эффективности тренировочной и соревновательной деятельности, но и здоровья спортсменов.

Двигательная деятельность, характерная для спорта, резко интенсифицирует скорость метаболизма. Например, если потребление кислорода у спортсмена высокой квалификации, находящегося в состоянии покоя, составляет $3,5 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$, то в процессе интенсивной и продолжительной соревновательной деятельности оно может возрасти до $60\text{--}70 \text{ мл}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$ и более, т.е. увели-

читься в 20 раз. Во многих случаях это соотношение возрастает за счёт дополнительного выделения энергии в анаэробных процессах с образованием кислородного долга. Однако эффективность использования выделенной энергии для обеспечения двигательной деятельности составляет всего 20–25%, а большая часть рассеивается в виде тепла, что приводит к повышению температуры тела. Поддержание температуры тела осуществляется несколькими путями: при низкой температуре окружающей среды путем проведения, конвекции и потоотделения, а при высокой — в основном, путём потоотделения — испарения жидкости с поверхности кожи. Испарение 1 л воды с поверхности кожи приводит к потере 580 ккал.

Для марафонца массой тела 70 кг для поддержания оптимальной температуры тела только за счёт испарения потребовалось бы удалить $1,6 \text{ л}\cdot\text{ч}^{-1}$ жидкости. При таком высоком потоотделении часть пота стекает с кожи и капает не испаряясь, что требует ещё большего потоотделения, достигающего $2 \text{ л}\cdot\text{ч}^{-1}$. Таким образом, в течение марафонского забега в условиях повышенной температуры внешней среды потоотделение может достичь 5 л и составлять около 7% массы тела (Shirreffs, 2009). Допустимым же является уровень потери жидкости на уровне не более 2,0–2,5% (Burke et al., 2019).

Интенсивность потоотделения в значительной мере зависит от температуры внешней среды и влажности. Однако не следует думать, что проблема обезвоживания организма не возникает при низких температурах окружающей среды. В таких видах спорта, как лыжные гонки, биатлон, у спортсменов также регистрируется высокий уровень потоотделения (Shirreffs et al., 2006; Sawka et al., 2007).

Для поддержания нормальной жизнедеятельности организма молодых мужчин необходимо в течение суток потреблять 2,5–3,0 л жидкости, а женщин — 2,2–2,5 л. Тренировочные и соревновательные нагрузки связаны с потоотделением, которое при интенсивной и продолжительной работе, особенно если она выполняется при повышенной температуре внешней среды, может достигать $1,6–1,8 \text{ л}\cdot\text{ч}^{-1}$. Атлеты, тренирующиеся ежедневно в течение нескольких часов, могут терять до 10 л жидкости (Reimers, 2008). Интенсивная соревновательная деятельность в теннисе приводит к потере пота женщинами в объёме $1,2–1,5 \text{ л}\cdot\text{ч}^{-1}$, мужчинами — $1,2–2,5 \text{ л}\cdot\text{ч}^{-1}$ (Roetert, Elenbecker, 1998). Бег на длинные дистанции, марафонский бег, велогонки в зависимости от температуры воздуха связаны с потоотделением в объёме $1,5–3 \text{ л}\cdot\text{ч}^{-1}$ (Т. Murray, J. Murray, 1998; Reimers, 2008). До 2 л пота в течение игры могут потерять футболисты даже в условиях прохладной погоды (Burke, 2009), а в жару — до 3 л и более (Reilly, 1994; Маседонио, 2014).

В ряде исследований определялось количество жидкости, потребляемой спортсменами в дни участия в шоссейных велогонках и марафонских забегах. У некоторых велосипедистов среднее суточное потребление жидкости составляло 10,5 л (Коллеман, 2014), а рекордный показатель — 15,7 л (Lindeman, 1991). У спортсменов, участвовавших в марафонских забегах, было зарегистрировано суточное потребление жидкости, превышающее 11,0 л (Eden, Alernathy, 1994). Современные авторы (Costa et al., 2019), соглашаясь с этими цифрами, также подчеркивают важность потребления жидкости до начала появления чувства жажды.

Понятно, что внимание к проблеме дегидратации и регидратации организма спортсменов зависит от специфики тренировочной и соревновательной деятельности конкретного вида, условий внешней среды (Knechtle et al., 2019). Но если в одних видах спорта и соревновательных дисциплинах эта проблема стоит исключительно остро (марафон, ультрамарафон, триатлон, велогонки шоссейные, ходьба на длинные дистанции и др.) (Burke et al., 2019), то в других (например, в гимнастике спортивной, разных видах стрельбы, тяжёлой атлетике) серьёзного значения не имеет и может быть решена с помощью полноценного питания.

Потеря 1% жидкости не ограничивает функциональных возможностей спортсмена. Потеря более 2% жидкости приводит к снижению работоспособности и ухудшению самочувствия при выполнении работы высокой интенсивности. Падение работоспособности может достигать 20–30%, а в отдельных случаях – и 45% (Картер-Эрдмен, 2003; Коллеман, 2014). У спортсменов, потерявших такой объем жидкости, нарушается нервная регуляция двигательных действий, снижается концентрация внимания, появляется чувство апатии, возникают головные боли, преждевременно развивается утомление (Reimers, 2008; Wilmore et al., 2009; Pearson, 2017).

Потребление жидкости во время тренировочных занятий и соревнований должно предотвратить её потерю в количестве более чем 2% массы тела. При регидратации следует учитывать как объём, так и состав потребляемой жидкости. Простая вода является не лучшим источником регидратации в связи с быстрым и повышенным выделением мочи, что затрудняет восстановление водного баланса. Включение в напиток натрия облегчает восстановление объёма плазмы, быстрее нормализует водный баланс и содержание электролитов (Nose et al., 1988; Costa et al., 2019), обеспечивает профилактику судорог и теплового удара при продолжительной напряжённой работе в условиях повышенной температуры окружающей среды (Armstrong, Casa, 2003). Важно, чтобы в напитках регидратации количество натрия несколько превышало выделенное с потом (Greenleaf et al., 1998). Потеря одного литра пота приводит к выделению около 3 г натрия, т. е. в процессе напряжённой тренировочной и соревновательной деятельности в течение дня с суммарным потоотделением 4–5 л может быть утрачено 12–15 г минерала.

Вопреки устоявшимся представлениям, объём потребляемого для регидратации напитка должен быть существенно выше (до 130% и более) утраченного объёма жидкости. Потребление такого объёма жидкости приводит к тому, что через 6 ч после нагрузки организм спортсмена находится в состоянии гипергидратации. Избыток жидкости утрачивается с потом во время очередной нагрузки или выводится с мочой. Однако такой эффект наблюдается лишь при наличии в напитке регидратации натрия в количестве несколько большем, чем было выведено с потом. Если в составе напитка натрия отсутствует, состояние гипергидратации не достигается из-за более высокой продукции мочи (Shirreffs, 2009), т. е. добавление соли к воде способствует задержке в организме жидкости и поддержке гидратации (Savoie et al., 2015).

Увеличение потери жидкости до 3–5% массы тела связано уже с более тяжелыми изменениями. Наряду со снижением работоспособности резко возрастает нагрузка на сердечно-сосудистую систему, нарушается деятельность аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения, ухудшается функционирование суставов и связанных с ними тканей, что ведет к повышению риска травм, затрудняется деятельность системы пищеварения, возрастает температура тела (Epstein, Armstrong, 1999; Reimers, 2008). Потеря жидкости в объёме 6–7% массы тела является крайне опасной для здоровья, может привести к тепловому удару и даже смерти спортсмена (Greenleaf, Harrison, 1986; Reimers, 2008).

Индивидуальные потребности в воде и электролитах широко варьируют в зависимости от вида спорта, характера нагрузок, индивидуальных особенностей спортсменов, условий окружающей среды и др. Для профессиональных спортсменов, врачей и тренеров важно научиться оценивать потери воды и электролитов для оптимизации физической готовности.

Включение в спортивные напитки небольшого количества калия может способствовать восстановлению внутриклеточного объёма жидкости (Shirreffs, 2009). Что касается магния, то специалисты не видят оснований для его включения в состав напитков, рекомендуемых для регидратации и ускорения восстановления (Nielsen, Lukaski, 2006). Основные указания по применению специальных

спортивных напитков сводятся к тому, что они должны иметь температуру 10–12 °С, содержать 5–6 % и более углеводов и 0,05–0,07 % соли (натрия). Потребляемые небольшими порциями напитки быстро всасываются и способствуют интенсивной регидратации организма. Рекомендуют использовать сочетание углеводов с высоким ГИ – глюкозу, фруктозу, сахарозу (Арсели, Канова, 2000). Газированные напитки, чай, кофе не рекомендуются для восполнения запасов жидкости. После тренировочных занятий и соревнований восполнение жидкости в организме может обеспечиваться также потреблением фруктов и овощей, содержащих много воды. Наилучшими являются арбузы, апельсины, виноград, помидоры, огурцы.

Перед напряжённой тренировочной или соревновательной деятельностью может наблюдаться состояние гипергидратации. Однако необходимо учитывать, что излишек воды быстро удаляется из организма через почки. Для уменьшения диуреза должно быть ограничено количество жидкости (Sawka et al., 2007), обеспечено добавление в жидкость соли, одновременное потребление жидкости и солёных закусок или продуктов с высоким содержанием натрия (Corsetti et al., 2016). Умеренная гипергидратация может быть гарантирована медленным потреблением воды за 4 ч до тренировочных занятий или соревнований (5 мл·кг⁻¹) и за 2 ч (3 мл·кг⁻¹), что позволяет насытить организм жидкостью и удалить её излишки с мочой (Shirreffs, 2009).

Интенсивная гипергидратация, которая обеспечивается потреблением обычной прохладной воды, является фактором риска, так как сопровождается повышением выделения натрия, что не только снижает работоспособность, но и может привести к серьёзным отклонениям в состоянии здоровья.

Организаторы массовых марафонских забегов и крупных велогонок уверены в том, что не только дегидратация, но и гипонатриемия являются серьёзными факторами риска в отношении здоровья спортсменов. Поэтому они контролируют количество водных станций, расположенных вдоль трасс, чтобы ограничить спортсменов от излишнего потребления жидкости. Однако исключение избыточного потребления жидкости не гарантирует от возникновения гипонатриемии. Разумным является дополнительное потребление соли в дни продолжительной и интенсивной тренировочной и соревновательной деятельности, сопровождающейся обильным потоотделением. В случае обильного потоотделения – 6–8 л и более – рекомендуется потреблять дополнительно 10–20 г соли в день. Если потоотделение не превышает 2–3 л, то достаточно ограничиться восстановлением водного баланса. Большие потери пота должны предусматривать и использование напитков, содержащих натрий (Burke et al., 2019).

Спортсмены часто стараются избегать потребления жидкости во время тренировки и соревнований, не отдавая себе отчета в том, что организм не приспосабливается к обезвоживанию. Потери воды должны быть восполнены как можно быстрее и желательно в таких же объёмах. Дробное питье поддерживает нормальный объём циркулирующей крови, снижает нагрузку на миокард (Mundt et al., 2006). Однако некоторые специалисты обращают внимание на возможность периодического использования тренировки в условиях обезвоживания организма (при соблюдении безопасности) в качестве фактора стимуляции значимых для спортивной работоспособности реакций адаптации.

При выполнении программ тренировочных занятий или в соревновательной деятельности, связанных с обильным потоотделением, спортсменам следует рекомендовать выпивать с интервалом 15–20 мин 200–250 мл воды или спортивного напитка. Следует помнить, что воду надо пить строго по графику, а не когда наступает чувство жажды, появление которого является запоздалым признаком дегидратации и сопровождается снижением работоспособности примерно на 10 % (Wierman, 2007; Мюррей, 2014).

Специфика видов спорта и питание

Основным принципом рационального питания спортсменов является сбалансированность расходов и потребления энергии. И здесь решающую роль играет специфика вида спорта, отражённая в особенностях телосложения, специфике тренировочной и соревновательной деятельности. Например, спортсменки, специализирующиеся в спортивной гимнастике, отличаются небольшой массой тела, которая у большинства сильнейших представительниц этого вида спорта колеблется в диапазоне 35–45 кг. Тренировочная деятельность в этом виде предъясвляет исключительно высокие требования к скоростно-силовым и координационным возможностям, качественным характеристикам движений. Одновременно плотность занятий относительно невелика, кратковременные интенсивные упражнения чередуются с паузами отдыха, достаточными для восстановления работоспособности. Все это предопределяет небольшие расходы суточной энергии, которые могут не превышать 1000–1200 ккал. У боксеров, борцов, тяжелоатлетов лёгких весовых категорий суточные расходы энергии могут составлять 1500–2000 ккал.

Лыжники и велосипедисты-шоссейники, бегуны на длинные дистанции отличаются относительно невысокой массой тела (в большинстве случаев в диапазоне 60–75 кг) и исключительно напряженным тренировочным процессом — в периоды наиболее напряжённой подготовки до 4–6 ч почти непрерывной ежедневной работы. Суточные энергозатраты у представителей этих видов спорта могут составить от 5500 до 7000 ккал. ещё более высокими суммарными энергозатратами отличаются пловцы на длинные дистанции и гребцы-академисты, масса тела многих из которых составляет 90–110 кг при росте 195–205 см. Тренировочный процесс этих спортсменов также отличается большим суммарным объёмом работы (до 4–5 ч ежедневно) и высокой её плотностью. Естественно, что суточные энергозатраты у этих спортсменов в периоды наиболее напряженной работы исключительно велики — 7000–9000 ккал и более. Таким образом, специфика вида спорта оказывает огромное влияние на суточные энергозатраты и, естественно, рацион спортсменов. Имеющиеся здесь колебания (от 1000–1500 до 7000–9000 ккал и более) не встречаются ни в одном из видов человеческой деятельности. Однако в большинстве видов спорта эффективная тренировочная деятельность квалифицированных спортсменов требует энергетических затрат в диапазоне 4000–5000 ккал.

Специфика вида спорта налагает различные требования и на соотношение углеводов, белков и жиров в рационе. В видах спорта, связанных с продолжительной работой преимущественно аэробного характера (велосипедный спорт (шоссе), бег на длинные дистанции и марафонский бег, лыжный спорт, биатлон, триатлон и др.), тренировочная и соревновательная деятельность требует повышенного потребления углеводов: в наиболее напряженные тренировочные и соревновательные дни потребность в углеводах может достигать $10\text{--}12\text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{день}^{-1}$ (Moughan, 2009), а в отдельных случаях — $18\text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}$ в день (Gabel et al., 1995) и даже $22,6\text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}$ в день (Lindeman, 1991). У представителей скоростно-силовых видов спорта (спринтерские виды бега, плавания, велосипедного спорта, тяжёлая атлетика, легкоатлетические метания и др.) потребность в углеводах значительно меньше и не превышает $5\text{--}6\text{ г}$ на 1 кг массы тела (Sherman, 1992; Burke et al., 1995; Reimers, 2008).

Потребность в белках у представителей указанных выше видов спорта носит обратный характер. Представители скоростно-силовых видов спорта в периоды наиболее напряженной подготовки нуждаются в $1,8\text{--}2,0\text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{день}^{-1}$ белка (Moughan, 2009; Коллеман, 2014). Для спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости к длительной работе, достаточно $1,2\text{--}1,4\text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{день}^{-1}$ белка (Reimers, 2008).

Спортсмены, специализирующиеся в видах спорта, в которых высока роль силового компонента, часто потребляют более 2–3 г белка на 1 кг массы тела. Однако исследования не подтверждают целесообразности повышенного потребления белка для увеличения мышечной массы и прироста силовых качеств (Tipton, Wolfe, 2004). Значительно более важен режим потребления белка, в частности, 5–6-разовое питание, приём белка непосредственно перед тренировочным занятием и сразу после его окончания, увеличение в рационе белка повышенной биологической ценности (Burke, 2009). Рекомендуется также непосредственно перед и после напряжённых тренировочных программ потреблять закуски, содержащие углеводы и белки (Borsheim et al., 2004).

Питание спортсмена должно способствовать развитию телосложения, обеспечивающего успех в том или ином виде спорта, в отношении объёма и силового потенциала мышечной массы, процента жировой ткани. В большинстве видов спорта, связанных с выносливостью к длительной работе (марафонский бег и бег на длинные дистанции, велосипедный спорт (шоссе), лыжные гонки, триатлон и др.), необходимы небольшая мышечная масса и минимальная жировая прослойка. Метатели молота и копья, толкатели ядра отличаются большим объёмом мышечной массы и достаточно высоким процентом жировой ткани. Спортсмены, специализирующиеся в разных видах единоборств, гребцы лёгкого веса с целью соответствия заданной весовой категории сталкиваются с необходимостью минимизации жировой прослойки, развития силовых качеств при ограничении мышечной гипертрофии. Спортсмены, специализирующиеся в спортивной и художественной гимнастике, фигурном катании, должны добиваться минимума жировой ткани, высоких скоростно-силовых возможностей мышц при сохранении пропорциональности и эстетической притягательности телосложения.

Питание и масса тела

Важнейшую роль в системе подготовки и соревновательной деятельности спортсменов играет регуляция массы тела, объёма тощей и жировой тканей. Специфика вида спорта, возрастные и половые особенности спортсмена, задачи этапа многолетней и годичной подготовки могут требовать стабилизации массы тела, её уменьшения или увеличения. Наиболее острой проблемой, характерной для многих видов спорта и видов соревнований (гимнастика спортивная и художественная, бег на длинные дистанции, марафонский бег, лыжные и велосипедные гонки, триатлон, разные виды единоборств и др.), является минимизация массы тела и объёма жировой ткани.

Стабилизация массы тела

Решающее значение для поддержания оптимальной массы тела имеет тесная взаимосвязь между ежедневным расходом энергии и её восполнением (Wierman, 2007). В зависимости от суммарной величины нагрузок в разных структурных образованиях тренировочного процесса (занятиях, днях, микроциклах и др.) энерготраты могут колебаться в исключительно широком диапазоне. Например, велосипедисты-шоссейники и триатлонисты в наиболее напряжённые соревновательные или тренировочные дни могут затрачивать до 7000–8000 ккал и более. В дни относительного отдыха энерготраты могут не превышать 2200–2500 ккал, в дни с невысокой суммарной нагрузкой – 3000–3500 ккал. У гимнасток, отличающихся небольшой массой тела, энерготраты в дни отдыха могут составлять около 1000 ккал, а в период наиболее напряженной тренировки достигать 2000–2500 ккал. Поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы потребление энергии с продуктами питания находи-

лось в соответствии с её расходом в тренировочной и соревновательной деятельности. Сообразно величине и направленности тренировочных и соревновательных нагрузок должно регулироваться и потребление углеводов, белков и жиров. Особенно резким колебаниям подвержено количество потребляемых углеводов. Например, при подготовке пловцов в течение втягивающих или восстановительных микроциклов общие затраты энергии составляют около 3500 ккал, а количество потребляемых углеводов — 500 г. В периоды наиболее напряженной 5–6-часовой тренировки при двух-трех занятиях в течение дня суточные энергозатраты могут достичь 6500–7000 ккал, а необходимое количество углеводов — 1100–1200 г (Burke, 2017).

Следует отметить одну важную особенность, связанную с регуляцией массы тела. Спортсмены, приступившие к тренировке в очередном году, после переходного периода нередко имеют избыточную массу тела. Однако это не является серьезной проблемой, так как возобновление тренировки при существенном объеме работы аэробного характера с невысокой интенсивностью (на уровне 50–60% $\dot{V}O_{2max}$) существенно интенсифицирует процесс использования жиров в качестве источника энергии. В случае создания в рационе ежедневного энергетического дефицита в объеме 400–500 ккал масса тела в течение нескольких недель придет в норму. Когда же спортсмен переходит к напряженной тренировке, масса тела должна быть стабилизирована, а её снижение в результате энергодефицита прекращено (Ketterly, Mandel, 2017).

Снижение массы тела

Уменьшение жировой прослойки связано с умеренным энергетическим дефицитом, который в зависимости от массы тела спортсмена, процента жировой ткани и физической нагрузки может колебаться в диапазоне от 300–400 до 1000–1200 ккал·день⁻¹. Спортсмены с большой массой тела и значительным объемом жировой ткани могут позволить себе дефицит энергии, в несколько раз превышающий доступный для спортсменов с небольшой массой тела и незначительными жировыми отложениями. При прочих равных условиях диетические ограничения у мужчин могут быть несколько большими (на 10–15%), чем у женщин.

Снижение массы тела должно обеспечиваться уменьшением калорийности рациона, а не устранением той или иной группы продуктов питания (Hamady, Morgan, 2017). Ежедневная потеря массы тела не должна превышать 1%, т. е. по отношению к подавляющему большинству спортсменов колебаться в диапазоне 500–1000 г. Более интенсивное снижение массы тела связано с обезвоживанием, нарушением минерального обмена, потерей гликогена, гормональными и иммунологическими нарушениями, снижением регенерации белков, уменьшением тощей массы тела, у женщин — развитием спортивной триады, остеопороза (Moughan, 2009). Это, естественно, отрицательно сказывается на уровне скоростно-силовых качеств, выносливости, повышает риск переутомления, перенапряжения функциональных систем, перетренированности, травматизма (Fogelholm et al., 1993; Nimmo, 2009). Продолжительное по времени незначительное ограничение в потреблении энергии является более рациональным, так как в этом случае уменьшение массы тела происходит преимущественно за счёт жировых запасов. Нельзя не учитывать и того, что часто повторяющиеся попытки быстрой сгонки массы тела могут отрицательно влиять на артериальное давление и почечный кровоток, стимулируя развитие почечной ишемии и гипертензии (Fox et al., 1993; Брукнер, 2002).

Для потери массы тела наиболее целесообразен подход, при котором одновременно сокращается калорийность питания и увеличиваются физические нагрузки. В частности, для еженедельной потери 400–500 г массы тела необходимо на 250 ккал сократить энергетическую ёмкость суточного

рациона питания и на 250 ккал увеличить суточные затраты энергии с помощью физической нагрузки. Такой подход способствует сокращению массы тела за счёт жира, не затрагивая тощую ткань, позволяет сохранять высокую работоспособность в тренировочных занятиях и обеспечивать уменьшение массы тела без снижения качества тренировочного процесса (Davy, 1999; Clark et al., 2005).

Создание энергетического дефицита при снижении массы тела связано с ограничениями в потреблении углеводов, белков и жиров. Однако эти ограничения имеют нижний предел $5 \text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}$ в день — в отношении углеводов, $1 \text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}$ в день — в отношении белков. Потребление жиров может быть снижено до 20% общего количества энергии (Картер-Эрдмен, 2003; Moughan, 2009).

Стремление спортсменов уменьшить массу тела часто приводит к исключению из рациона жиров. При этом не обращается внимание на количество потребляемых углеводов, которое оказывается большим, чем необходимо для компенсации энерготрат. Такой подход является ошибочным и не приводит к уменьшению жировой прослойки (Wierman, 2007).

При уменьшении массы тела необходимо увеличить потребление продуктов с высокой относительной питательной плотностью — большим количеством белка, минералов, витаминов на одну калорию. Одновременно следует увеличить объём продуктов с низкой энергетической плотностью, содержащих высокий процент воды и клетчатки — овощные супы, салаты, овощи, фрукты. Эти продукты низкокалорийны, могут потребляться в значительном объёме, подавляя чувство голода, но не принося избыточных калорий. Что же касается продуктов высокой энергетической плотности и энергосодержащих напитков, то их потребление следует ограничивать.

Следует с большой осторожностью относиться ко всякого рода односторонним диетам, которые широко рекомендуются в качестве эффективных и безопасных средств снижения массы тела, — низкоуглеводным, высокопротеиновым, фруктово-овощным и др. Во-первых, нет доказательств обеспечения долгосрочного успеха при использовании этих диет. Во-вторых, такие диеты выводят организм из равновесия и противоречат основным принципам здорового питания (Burke, 2009).

Рациональный режим питания предполагает сбалансированность процессов расхода и потребления энергии, поддержание относительно стабильной массы тела. Диеты, связанные с уменьшением массы тела, предполагающие энергетический дефицит, не должны быть продолжительными. Стремление постоянно ограничивать спортсменов в полноценном питании, что свойственно для подготовки в ряде видов спорта, не только отрицательно сказывается на работоспособности спортсменов и качестве тренировочного процесса, но и неизбежно приводит к нарушениям в состоянии их здоровья.

В спортивных единоборствах, тяжёлой атлетике существует проблема срочного уменьшения массы тела, связанного с необходимостью соответствия определенной весовой категории. С этой целью многие спортсмены в течение нескольких дней перед соревнованиями резко ограничивают калорийность питания и применяют разные методы выведения жидкости из организма. Избыточная сгонка чрезмерной массы тела таким способом опасна рядом неблагоприятных последствий — дегидратацией организма, повышенной утомляемостью, снижением скоростно-силовых возможностей, ухудшением концентрации и мотивации, уменьшением мышечного белка и гликогена, снижением аэробной и анаэробной производительности. Возможны и серьёзные проблемы со здоровьем, являющиеся следствием дегидратации и повышения внутренней температуры тела.

Несмотря на негативные последствия, ускоренная сгонка чрезмерной массы тела достаточно широко распространена в спортивной практике. Смягчение её негативного воздействия, во-первых, должно быть обеспечено разумным объёмом уменьшаемой массы тела (не более 3–4%), а, во-вторых, минимально допустимой продолжительностью нахождения в условиях значительных потерь жидкости.

Увеличение массы тела

Увеличение массы тела в современном спорте связано со стремлением увеличить объём тощей массы и на этой основе увеличить скоростно-силовой потенциал спортсмена. Такая задача часто ставится во многих видах спорта — спринтерском беге и плавании, гребле академической, тяжелой атлетике и боксе, легкой атлетике (метания), волейболе и гандболе, бобслее и санном спорте и др.

Особенностью питания в этом случае, в отличие от распространенных представлений, является акцент на повышение количества углеводов в пищевом рационе (до 65–70%), при оптимальном уровне белков (10–11%) и сокращении потребления жиров (20–25%). Для увеличения мышечной массы многие спортсмены стремятся увеличить количество белка и объём силовой подготовки. В действительности, увеличение массы тела за счёт тощего компонента лимитируется не количеством белка, а потреблением энергии в процессе разнообразной мышечной работы с выраженным силовым компонентом при достаточном количестве белка (1,7–2,0 г·кг⁻¹ массы тела в день).

Тренировочный режим должен предусматривать разнообразную мышечную деятельность, в том числе большой объём работы аэробной и смешанной (аэробно-анаэробной) направленности. Однако особый акцент следует сделать на значительном объёме средств силовой, скоростно-силовой и скоростной направленности. Чередование нагрузок в микро- и мезоциклах должно предусматривать, с одной стороны, большое количество занятий с большими нагрузками, а с другой — создавать условия для полноценного восстановления, не допускать истощения энергетических ресурсов, развития кумулятивного утомления.

Принципиальным моментом является избыточное потребление энергии. Для увеличения объёма мышечной ткани, состоящей, как известно, на 70% из воды, 22% — белка, 8% — жирных кислот и гликогена, на 500 г необходимо около 3000 ккал. Поэтому если в течение 10 дней спортсмен планирует увеличить объём мышечной ткани на 500–1000 г, то ему ежедневно необходимо дополнительно потреблять 300–600 ккал. Питание должно быть разнообразным с увеличенной долей продуктов высокой калорийности. Принципиальным моментом является многократный прием пищи — 5–6 раз в день, трехразовое питание оказывается менее эффективным (Davy, 1999; Reimers, 2008).

Питание и интенсивность восстановительных реакций

Стимуляция восстановительных реакций требует восполнения запасов жидкости и электролитов, потребления аминокислот, особенно с разветвленной цепью, стимулирующих синтез белка, витаминов, прежде всего, группы В. Однако основное внимание должно быть уделено восстановлению запасов гликогена в мышцах и печени.

Известно, что выполнение работы с интенсивностью 70–80% $\dot{V}O_{2max}$ способно уже через 75–90 мин привести практически к полному исчерпанию гликогена как энергетического субстрата (Hultman, Spriet, 1988; Hultman, Greenhaff, 1992). Состав последующей диеты существенно влияет на его восстановление и суперкомпенсацию. С одной стороны, потребление продуктов с низким количеством углеводов резко замедляет ресинтез гликогена: даже через 7 дней после нагрузки, приведшей к истощению, уровень мышечного гликогена остается ниже нормы. С другой стороны, потребление пищи, богатой углеводами, приводит к интенсивному ресинтезу мышечного гликогена и выраженной фазе суперкомпенсации. Аналогичная картина обнаруживается и при исследовании динамики количества гликогена в печени. При этом важнейшими факторами, влияющими на интенсивность восстановления запасов мышечного гликогена после напряженных тренировочных и со-

ревновательных нагрузок, являются следующие: количество углеводов и скорость их поступления в организм; тип углеводов; время приема углеводов после физических нагрузок. Учет этих факторов позволяет достичь высокой скорости ресинтеза мышечного гликогена — $5\text{--}6 \text{ ммоль}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$ и более (Йоукендруп, 2014).

Суточная норма углеводов зависит от специфики вида спорта, возрастных и половых особенностей спортсмена, суммарного объема тренировочной работы и соревновательной деятельности, периода и этапа подготовки, величины и преимущественной направленности нагрузок, климатических, географических и погодных условий и определяется необходимостью восполнения энергии, затраченной организмом в течение суток, а также избранной стратегией питания. Как уже отмечалось, энерготраты тренирующихся и соревнующихся спортсменов могут колебаться в диапазоне от 1000—1500 ккал (например, в женской спортивной гимнастике) до 7000—8000 ккал и более (например, в плавании, триатлоне, велосипедном спорте (шоссе)). Доля углеводов в рационе также может колебаться в достаточно широком диапазоне — от 55 до 70 % общего количества поступающей энергии.

С учетом этих факторов суточная норма углеводов, если учесть, что окисление 1 г углеводов приводит к выделению 4,1 ккал, может составлять от 150—200 г до 1000—1200 г.

Большое значение для интенсификации восстановительных реакций после больших тренировочных и соревновательных нагрузок имеет восполнение содержания углеводов непосредственно после окончания работы. В последние годы в этой области сформировались достаточно четкие и непротиворечивые представления, опирающиеся на серьёзный экспериментальный материал и данные практического опыта. Основные положения, относящиеся к этим представлениям, сводятся к следующему. Во-первых, большое значение имеет потребление продуктов, призванных восполнить запасы субстратов, в ближайший восстановительный период после нагрузок. Во-вторых, для повышения интенсивности восстановительных реакций необходимо не ограничиваться исключительно углеводными продуктами, а использовать также белки и жиры. В-третьих, большое значение имеют виды потребляемых углеводных продуктов и их сочетание.

Продолжительность восстановления после тренировочных или соревновательных нагрузок, приводящих к исчерпанию запасов гликогена мышц и печени, во многом зависит от пищевой стратегии. Преимущественно углеводное питание (не менее 60 % полного потребления калорий) способствует восстановлению гликогена в течение 24—48 ч. Для ускорения восстановления гликогена очень важно потребить часть углеводов ($1\text{--}2 \text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}$ массы тела) в течение 1 ч после нагрузки, а затем ещё 2—3 аналогичные порции углевода с 2-часовым интервалом (Ketterly, Mandel, 2017). Такой режим потребления углеводов особенно важен, когда в течение дня планируется 2—3 занятия. Тип углеводов имеет меньшее значение, однако прием углеводов с высоким ГИ сразу после нагрузки ускоряет процесс восстановления концентрации глюкозы в крови (Moughan, 2009).

Многочисленными исследованиями показано, что в процессе напряженной и продолжительной тренировочной работы происходит деградация белка. Поэтому после нагрузок следует потреблять также продукты, содержащие важнейшие аминокислоты, чтобы обеспечить синтез белков, профилактику потери мышечной массы (Saunders, 2011). Однако роль белков этим не ограничивается: дополнение белков к углеводным продуктам ускоряет процесс усвоения углеводов (Fukuda et al., 2014).

Ускорению восстановительных реакций после тренировочных или соревновательных нагрузок, приводящих к исчерпанию запасов гликогена, способствует потребление серии углеводных закусок ($1,0\text{--}1,2 \text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$) в течение первых четырех часов отдыха. Основными продуктами являются молочные коктейли (250—300 мл), обезжиренное молоко, спортивные напитки (200—250 мл), 60—70 г

хлебных злаков с обезжиренным молоком (100—150 мл), рис, паста, картофель, бобы, соя, фруктовые соки, сиропы. Потребление углеводов следует дополнять небольшими порциями продуктов, содержащих белки, жиры, микроэлементы и витамины (Burke, 2009).

Включение в состав напитка белка стимулирует восстановление мышечного гликогена (Ivy, 2008; Saunders, 2011). Примерное соотношение углевода к белку должно составлять 3:1, подобно тому, которое имеет место в шоколадном молоке, в то время как в составе обычного молока это соотношение 1,5:1. Первую половину напитка следует принять сразу после занятия, а вторую — через 2 ч (Fukuda et al., 2014). В 100 мл шоколадного молока содержится 10 г углеводов, 3,4 г жиров, 3,2 г белков, 60 мг натрия, 167 мг калия, 112 мг кальция, 13 мг магния. Кроме этого, в этом молоке присутствуют витамины D, B₆, B₁₂, C, ретинол, а также магний и железо; калорийность — 83 ккал (на 100 мл). Шоколадное молоко не только ускоряет восстановление запасов мышечного гликогена, стимулирует синтез белка, но и уменьшает катаболизм мышечного протеина (Saunders, 2011). Это делает шоколадное молоко исключительно эффективным продуктом питания, улучшающим протекание адапционных и восстановительных реакций (табл. 19.6).

Приводятся и другие схемы потребления шоколадного молока. Параллельно с ним рекомендуется включать в рацион питания бутерброды с джемом. Потреблять такие продукты следует сразу после окончания занятия, затем через 2 ч и ещё 2—3 раза в течение 12 ч (Witard, Tipton, 2012).

Потребление белково-углеводных смесей в ближайшем восстановительном периоде после занятий с большими нагрузками, особенно скоростно-силового и анаэробного гликолитического характера, является стимулом не только для ускорения восстановительных реакций, но и адапционных, связанных преимущественно с синтезом белка и нейрорегуляторными процессами, обеспечивающими сократительную активность мышц. В значительной мере это обусловлено тем, что большие физические нагрузки вызывают повышение концентрации в сыворотке крови гормонов анаболического спектра действий — инсулина, соматотропина, тестостерона, инсулиноподобного фактора роста (ИФР-1). Гормональный ответ развивается во время тренировочного занятия и сохраняется в восстановительном процессе, стимулируя соответствующие направленности нагрузки адапционные реакции (Волек, Ширман, 2008; Элиаким и др., 2008).

Результаты современных исследований (Kraemer et al., 2017) свидетельствуют об интенсификации адапционных реакций в мышечной ткани в случае потребления продуктов питания в восстановительном периоде, во время повышенного гормонального ответа, отмечающегося в первые часы после выполнения программы занятия (Damas et al., 2015). В частности, введение белково-углеводных смесей, содержащих незаменимые аминокислоты (лейцин, изолейцин, валин и др.), которые регулируют синтез белка и стимулируют выработку инсулина, участвующего не только в синтезе белка, но и гликогена, существенно активизирует спектр таких важнейших адапционных реакций, как стимуляция синтеза основных мышечных белков, снижение интенсивности их расщепления, увеличение количества энергетических субстратов (Kraemer, 2017; Дмитриев, Гунина, 2020).

ТАБЛИЦА 19.6 – Количество и состав углеводно-белковых напитков, рекомендуемых к потреблению в течение 2 ч после тренировочных занятий для ускорения восстановительных процессов (двумя порциями, сразу после занятия и через 2 ч) (Fukuda et al., 2014)

Масса тела, кг	Углеводы, г	Белки, г	Расчетный объем шоколадного молока, л
40	40	13	0,5
50	50	17	0,6
60	60	20	0,7
70	70	23	0,8
80	80	26	0,9
90	90	30	1,0

Диетические добавки

Диетические (ДД), или пищевые добавки — композиции натуральных или идентичных им биологически активных веществ, применяемые для обогащения рациона питания, — представляют собой средства растительного, животного и минерального происхождения, которые действуют в организме мягче, чем фармакологические препараты, и имеют намного меньше побочных явлений. Таким образом, в спорте речь идёт об эргогенном влиянии ДД и необходимости их использования в качестве дополняющих или промежуточных средств между фармакологическими препаратами и эргогенной диететикой (Волков, Олейников, 2005; Гунина, 2015). Если же говорить об общих отличиях ДД от пищи и лекарств, то следует выделить такие моменты:

- содержание необходимых человеку элементов в ДД контролируется, указывается в инструкциях и листках-вкладышах и не меняется при хранении. Если же говорить о натуральных продуктах питания, то, зачастую, мы просто не знаем, сколько тех или иных полезных веществ содержится в них;
- соотношение биологически активных элементов в ДД просчитано и приведено в соответствии с потребностями организма, чего нельзя сказать о пищевых продуктах.

Отличиями ДД от лекарственных препаратов являются:

- относительная безвредность ДД для организма; намного меньше побочных эффектов по сравнению с синтетическими лекарствами;
- более медленный, но более продолжительный, чем у лекарств, характер воздействия;
- привлекательность для спортсмена в силу большего доверия к натуральным продуктам;
- использование с профилактической целью не отменяет лекарств, но значительно уменьшает их количество (Гищак и др., 2008; Горчакова и др., 2010).

В системе подготовки спортсменов ДД могут быть полезными в следующих ситуациях:

- для коррекции калорийности рациона путем применения энергетических продуктов, спортивных напитков, макро- и микроэлементов и других компонентов;
- для изменения массы тела без снижения физической работоспособности спортсменов как в сторону увеличения (креатин, глицин, аспарагин, орнитин, обезжиренное молоко, аминокислоты, глютамин, креатинмоногидрат, инозин и др.), так и в сторону снижения (L-карнитин, бромелайн, β -гидрокси- β -метилбутират (HMB), напитки, заменяющие питание, со сбалансированным содержанием микро- и макроэлементов, белковые напитки с низким содержанием жира, хрома пиколинат, холин, инозитол, метионин и др.);
- для регуляции массы тела спортсмена за счёт целенаправленного уменьшения количества жира (L-аргинин, L-орнитин, комплекс РНК и др.);
- для заместительной терапии при функциональной недостаточности аминокислот и белков (в том числе и иммуноглобулинов, компонентов комплемента, транспортных белков, актина и миозина, гормонов пептидной структуры и других важных белковых макромолекул);
- для ускорения процесса восстановления после больших физических и психических нагрузок;
- для коррекции свободнорадикального окисления с целью поддержания работоспособности на оптимальном уровне (витамины А, С, Е, натуральный бета-каротин, селен, растительные фенолсодержащие антиоксиданты, биофлавоноиды, гидробионты и др.);
- для улучшения структуры костной ткани в комплексе с её структурными составляющими (глюкозамин, хондроитинсульфат) с помощью витамина D (Cranney et al., 2007);

- для поддержания должного минерального обмена, от которого зависит множество метаболических реакций, начиная от свертывания крови и оканчивая процессами мышечного сокращения и проведения нервно-мышечного импульса (Fontani et al., 2009).

Минеральный обмен в организме спортсменов, в связи с высокими затратами макро- и микроэлементов, особенно кальция, магния и железа, регулируется использованием сбалансированных минеральных комплексов (Скальный и др., 2000; Navas et al., 1997). В условиях напряженной подготовки и соревновательной деятельности пищевые добавки оказываются эффективными для срочной коррекции несбалансированных суточных рационов, увеличения кратности питания, питания в процессе занятий и соревнований, снижения экологической опасности пищи (Гунина, 2015).

Европейский союз определяет ДД как сконцентрированные источники питательных веществ: витамины, минералы или другие вещества с пищевым или физиологическим эффектом, представленные в компактной форме (таблетки, капсулы, драже, одноразовые саше, порошки, питьевые растворы и др.). Напротив, в Австралии и Новой Зеландии на основании цели и формы ДД разделены на два вида: продукты и терапевтические вещества. Терапевтическими считаются те добавки, которые используются для предотвращения, лечения болезней или изменения физиологического процесса, способствующего его нормализации (Shaw, Burke, 2017).

В практике подготовки американских спортсменов принята классификация, согласно которой все ДД разделяются на два класса (Hoffman, Stout, 2008). Первый обозначен как «продукты... для обогащения рациона питания и содержащие один или более диетических ингредиентов, таких, как:

- витамины;
- минералы;
- травы и другие растения;
- аминокислоты;
- диетические субстанции для использования человеком для добавления к рациону с целью повышения общей диетической ценности;
- концентраты, метаболиты, составляющие субстанции, экстракты или комбинации с другими ингредиентами из перечисленных выше пунктов».

Ко второму классу ДД относят продукты, которые предназначены для диетического питания, но не могут рассматриваться в качестве обычной пищи и полностью заменять рацион. Особо выделяются эссенциальные (незаменимые) аминокислоты, β -гидрокси- β -метилбутират, являющийся метаболитом незаменимой аминокислоты лейцина и обладающий анаболическим и липолитическим эффектом. Большое значение придается системе, поддерживающей буферные свойства мышц на основе β -аланина, двууглекислого натрия и цитрата. Что касается собственно β -аланина, то ДД на его основе отодвигают наступление порога утомления и увеличивают содержание карнозина (энергетического субстрата) в мышцах. Исследования показали, что применение β -аланина у пловцов-спринтеров (1,6–3,2 г в день) обеспечивает 9%-е отдаление порога утомления (Suzuki et al., 2004). Популярны добавки на основе L-карнитина и креатинсодержащие продукты, а также биологически активные субстанции из тропического фрукта *Citrus aurantium* (нероли), которые обладают стимулирующим действием на скорость анаболических процессов и ускоряют липолиз (Stohs et al., 2011). Нероли использовался ещё в аюрведической медицине; в основе его действующей субстанции лежит алкалоид синефрин, часто используемый как заменитель эфедрина.

Диетические добавки получили исключительно широкое распространение в спорте высших достижений. Например, опросы показали, что более 70% тренеров поддерживают применение пищевых добавок и рекомендуют применять их, а более 90% — считают, что применение ДД способству-

ет улучшению качества тренировочного процесса и росту результатов (Скиннер и др., 2014). Однако ДД проникают на рынок несравненно проще лекарственных веществ, не проходят испытаний для объективного выявления эффективности и безопасности. Отсюда вытекает и навязчивая реклама, согласно которой ДД способствуют чудодейственному повышению силовых качеств, выносливости, скоростных возможностей, сжиганию жировой ткани, абсолютно безвредны и т. д. Однако, как показывает практика, в вопросе применения ДД достаточно проблем.

Во-первых, ДД выпускаются огромным количеством фирм, многие из которых по своей оснащённости и квалификации персонала не способны обеспечить производство качественных продуктов.

Во-вторых, при производстве ДД сложилась практика, согласно которой фирмы-производители не всегда дают на этикетках подробную информацию о составе добавок и вводят ингредиенты, запрещенные для применения в спорте (психостимуляторы, пептидные гормоны, дизайнерские анаболические стероиды) (Скиннер и др., 2014; Гунина, 2015). Это может привести и реально приводит к допинговым скандалам, так как антидопинговые службы полностью игнорируют любые объяснения по этому поводу, а проблему решают в привычной манере, голословно утверждая, что в спорте нет необходимости использовать ДД, а потребность организма в продуктах необходимо обеспечивать исключительно рациональным питанием (Горчакова и др., 2010).

Нельзя не отметить, что ряд видных специалистов весьма скептически относятся к потенциалу различных диетических добавок, считая, что явно выраженный эргогенный эффект связан лишь с избыточным применением углеводов, бикарбоната, креатина и кофеина.

Приводятся достаточно убедительные аргументы, заставляющие самым серьёзным образом отнестись к использованию ДД. Отмечаются наличие риска побочных эффектов для здоровья, а также проблемы, которые могут возникнуть в связи с нарушением Антидопингового кодекса. Многие добавки содержат стероидные гормоны, стимуляторы и другие запрещённые вещества. Приводятся и многочисленные факты недобросовестной рекламы со стороны фармпроизводителей ДД с явным преувеличением эффективности рекламируемого товара и сокрытием проблем, связанных с его использованием (Shaw, Burke, 2017). Например, широко рекламируются антиоксиданты. Однако, согласно научным данным, контроль за активностью свободных радикалов — молекул кислорода с неспаренным электроном, вызывающих окислительный стресс, в значительной мере может быть обеспечен антиоксидантами, содержащимися в продуктах питания — свежих фруктах и овощах, мясе, рыбе и яйцах, зеленом чае, тёмных сортах винограда (Plunkett et al., 2010). Применение пищевых добавок, содержащих антиоксиданты, может ослабить функции митохондрий, отрицательно сказаться на уровне $\dot{V}O_{2max}$ (Skaug et al., 2014).

Однако эти факты ни в коей мере не исключают широкого применения ДД в системе подготовки спортсменов, но требуют особого внимания к построению качественной диеты и понимания, что добавки являются лишь дополнением к ней. Что же касается самих добавок, рекомендации по их применению должны исходить от квалифицированных диетологов, хорошо знакомых с основами рациональной подготовки спортсменов и рынком ДД, авторитетом и возможностями фармпроизводителей этих товаров.

ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТЬ: ПРИЧИНЫ, СЛЕДСТВИЯ, ПРОФИЛАКТИКА

Проблема перетренированности спортсменов привлекала внимание специалистов ещё в середине прошлого столетия, когда тренировочные и соревновательные нагрузки спорта высших достижений не превышали и 30–40% современных. Уже тогда перетренированность рассматривали как **«спортивную болезнь»**, которая может принимать разнообразные формы, отличаться обширной симптоматикой и являться следствием ряда факторов, связанных с несоответствием тренировочных воздействий приспособительным возможностям организма спортсмена, психическими факторами, хроническими заболеваниями, нерациональным питанием и др. Термин «спортивная болезнь» впервые был предложен австрийским специалистом в области спортивной медицины Л. Прокопом в 1956 г. на Всемирном конгрессе по спортивной медицине. В отечественной литературе в те годы подобная патология определялась как **«перетренированность»**, а в ряде стран Запада, в частности в США, — как **«физическое истощение»**. В дальнейшем в мировой специальной литературе утвердился термин «перетренированность».

Более полувека назад видный советский специалист в области спортивной медицины С. П. Летунов (1949, 1960) четко обозначил различия между понятиями «тренированность» и «перетренированность». **Тренированность** — состояние, характеризующееся оптимальными взаимоотношениями деятельности всех систем организма, в частности двигательного аппарата и вегетативных функций. Они устанавливаются благодаря регулирующей, координирующей роли центральной нервной системы, адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы и во многом определяются состоянием системы гуморальной регуляции. Сложная деятельность хорошо тренированного организма обеспечивается изменением его морфологических и функциональных свойств под влиянием всего комплекса факторов, составляющих процесс тренировки. Функциональная перестройка организма, связанная с воздействием систематической тренировки (в сочетании с совершенной техникой, рациональной тактикой и должной волевой подготовкой спортсмена), обуславливает его готовность к высоким спортивным достижениям. В противоположность состоянию тренированности, **перетренированность** — состояние, характеризующееся снижением спортивной работоспособности, ухудшением нервно-психического и физического состояния занимающихся, обширным комплексом нарушений регуляторных и исполнительных органов и систем, метаболиз-

ма, лежащих на грани патологии. Генерализованный их характер свидетельствует о том, что нарушается устоявшаяся в результате длительной тренировки слаженность деятельности центральной нервной системы, двигательного аппарата и вегетативных органов. Нерациональная тренировка неизбежно затрагивает кору головного мозга, нарушает баланс, установленный между возбуждением и тормозными процессами.

Если решающим фактором тренированности является совершенствование процесса регулирования, что обуславливает предельно высокую приспособляемость организма, то перетренированность следует рассматривать как состояние, вызванное перенапряжением процесса регулирования, что может привести к нарушению рационально протекающих приспособительных реакций и переходу благоприятных изменений в органах и системах организма спортсмена в предпатологические и даже патологические (Мотылянская, 1982). Явления перетренированности могут наглядно проявляться в эффекторных органах (сердце, печень, двигательный аппарат и др.), несущих избыточную нагрузку в тренировочном процессе. В видах спорта, связанных с выносливостью и большим объёмом работы, вовлекающей аэробную и анаэробную лактатную системы энергообеспечения, перетренированность сопровождается гиперфункцией сердца и избыточной функцией симпатoadреналовой, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, что обуславливает гемодинамическую перегрузку сердца, его хроническое перенапряжение, в основе которого чаще всего лежат дистрофические изменения миокарда.

Аналогичная трактовка понятия «перетренированность» характерна для современных специалистов, работающих в этой области. В частности, термин «перетренированность» применяется для обозначения общей симптоматики синдрома, которая охватывает как физиологические, так и психологические проявления. **Перетренированность** — хронический синдром, при котором системная функция нарушается напряжением, эмоциональной неустойчивостью, снижением концентрации внимания, раздражительностью, агрессией. Депрессия, неспособность к самооценке, повышенная восприимчивость к стрессовым ситуациям, страх перед соревнованиями, нежелание тренироваться и соревноваться — типичные признаки перетренированности (Fry et al., 1991; Холландер и др., 2010). **Перетренированность** — длительно продолжающаяся неспособность к перенесению специфических для вида спорта нагрузок, разбалансированность между специфическими и неспецифическими стрессорами и вегетативными процессами, сопровождающаяся неадекватными реакциями и нетипичной адаптацией. Сопутствующими проявлениями могут быть спортивные травмы, депрессия, повышенная восприимчивость к инфекциям (Steinacker, Lehmann, 2002; Windt, Gabbett, 2021). **Перетренированность** — патологическое состояние, проявляющееся в нарушении достигнутого в процессе тренировки уровня функциональной подготовленности, оптимального взаимоотношения между корой головного мозга и нижележащими отделами нервной системы, двигательным аппаратом и внутренними органами (Макарова, 2003).

Хроническая перетренированность, оцениваемая как серьёзное заболевание, связана с рядом нарушений в жизнедеятельности организма спортсменов. Подавляется активность гипоталамуса, регулирующего функции нервной и эндокринной систем, необходимые для поддержания гомеостаза; нарушается гипофизарная активность, приводящая к негативным изменениям в регуляции синтеза и секреции гормонов гипофиззависимыми эндокринными железами (надпочечники, половые железы), нарушению функций жизненно важных органов и систем организма спортсменов (Fry et al., 1998; Angeli et al., 2004). Продолжение тренировки и соревновательной деятельности является серьёзной угрозой не только для спортивной карьеры, но и здоровья и жизни спортсмена (Le Meur et al., 2013), а возвращение спортсмена к эффективной подготовке может занять месяцы и даже годы (Fyfe et al., 2019).

Считается, что среди спортсменов высшей квалификации в любой момент времени 7–20% находятся в состоянии перетренированности. Особенно часто перетренированность развивается у спортсменов, тренирующихся ежедневно по 4–6 ч и более в течение многих месяцев, что характерно для таких видов спорта, как плавание, велосипедный спорт, триатлон, гребля, лыжные гонки, биатлон и др. (Maskinon, 2000).

Перетренированность обычно связывают с подготовкой взрослых спортсменов высокой квалификации, приблизившихся или находящихся на пределе своих функциональных возможностей. Однако не менее часто она возникает у юных спортсменов, находящихся на втором и третьем этапах многолетней подготовки — предварительной и специализированной базовой, что несет угрозу здоровью и спортивному будущему. Излишне ранняя узкая специализация, форсированная подготовка к различным юношеским соревнованиям, сопровождающаяся чрезмерными тренировочными и соревновательными нагрузками, — прямой путь к перетренированности, которая у юных спортсменов протекает более тяжело по сравнению со взрослыми и связана с нарушениями естественного хода возрастного развития. Итог — потеря перспектив дальнейшего успешного совершенствования (полноценной реализации задатков и демонстрации индивидуально доступных спортивных результатов), а нередко и уход из спорта по состоянию здоровья.

Чрезмерные нагрузки в юношеском возрасте существенно увеличивают вероятность перетренированности юных спортсменов по сравнению со взрослыми, хорошо адаптированными к напряженной тренировочной работе. Перенесенная в юношеском возрасте перетренированность существенно ослабляет защитные свойства организма и увеличивает риск её возникновения в дальнейшем (Raglin, Kentta, 2005).

Следует отметить, что факторы, лежащие в основе перетренированности, тесно связаны со спецификой вида спорта и преимущественной направленностью тренировочного процесса. В разных видах спорта перетренированность проявляется в отношении тех функциональных систем, которые в течение длительного времени подвергались эксплуатации. В этой связи перетренированность, например, бегунов-спринтеров и бегунов-стайеров, проявляется в разных морфофункциональных и психологических характеристиках. Однако во всех случаях важнейшим критерием будет снижение работоспособности в тренировочной и соревновательной деятельности (Richardson et al., 2008).

Пол спортсмена также оказывает влияние на развитие перетренированности. Известно, что состояние тренированности характеризуется функциональной синергией нейровегетативной и гормональной систем. У мужчин нарушение гармонии вследствие перетренированности в 80% случаев проявляется нейровегетативными изменениями и в 20% — гормональными. У женщин нейровегетативные и гормональные изменения наблюдаются в равных количествах. Перетренированность у женщин может проявляться по-разному: от неясных расстройств в гормональной системе до стойкого нарушения менструального цикла. У женщин значительно реже, по сравнению с мужчинами, перетренированность связана с расстройствами функции сердца. Однако женщины в значительно большей мере подвержены психическим расстройствам — тревожности, которая постепенно приводит к потере уверенности в себе. Для них характерно также психическое беспокойство, проявляющееся в чрезмерной раздражительности, волнении, нарушении координации, снижении экономичности (Йонес, 1959).

Переутомление — состояние, возникающее в результате нерационального режима работы и отдыха, являющееся следствием наложения очередных нагрузок на недовосстановленные предыдущие. Проявляется оно в ухудшении самочувствия, некотором снижении работоспособности, замедлении восстановительных реакций, ухудшении качественных характеристик двигательных действий и др., но не связано с развитием патологических процессов. В случаях, когда в тренировочный про-

цесс и образ жизни спортсмена вносятся необходимые изменения, негативные явления, связанные с переутомлением, могут быть устранены в течение 2–3 нед. Более того, в отдельных случаях переутомление даже может оказаться дополнительным стимулом для мобилизации скрытых функциональных резервов и развития отставленного тренировочного эффекта (Платонов, 2013; Fitzgerald, 2013).

Согласно представлениям, сложившимся в Европейском колледже спортивной науки и Американском колледже спортивной медицины, различие между переутомлением и перетренированностью можно идентифицировать по продолжительности восстановления после периода напряженной тренировки (Meeusen et al., 2013). Если продолжительность восстановления не превышает 2 нед. и не сопровождается комплексом неблагоприятных психологических проявлений, то можно диагностировать состояние переутомления, которое не является опасным для здоровья и применительно к подготовке спортсменов высокой квалификации может оказаться и стимулом для эффективной адаптации. Если же период сниженной работоспособности, сопровождаемой другими негативными симптомами, затягивается на месяцы, то в этом случае мы сталкиваемся с перетренированностью (Halson et al., 2002; Meeusen et al., 2013).

Перенапряжение — состояние, которое возникает при явном несоответствии физической нагрузки функциональным возможностям и состоянию здоровья спортсменов, развивается в разных органах и системах и проявляется в патологических изменениях, нарушающих их функцию. Перенапряжение чаще возникает у юных спортсменов или спортсменов, не достигших высокого уровня тренированности и, как правило, является следствием форсированной подготовки.

Различают острое и хроническое перенапряжение. **Острое** — реакция на однократную нагрузку, проявляющаяся в бледности, слабости, головокружении, иногда потере сознания. В особо тяжелых случаях развивается острая сердечная недостаточность, приводящая к инфаркту миокарда и даже к смертельному исходу. **Хроническое** — формируется под влиянием длительного несоответствия нагрузки возможностям спортсменов, а также форсированной тренировки. В отличие от перетренированности, развитие перенапряжения связано с изменениями в деятельности отдельных органов и систем при сохранении или незначительном уменьшении работоспособности и возможностей других органов, систем и механизмов (Граевская, 1985).

Некоторые специалисты (Meeusen et al., 2007) рекомендуют различать функциональное и нефункциональное переутомление. **Функциональное** является итогом применения сверхнагрузок, однако не сопровождается длительным снижением работоспособности, замедленными восстановительными реакциями, продолжительным сохранением физиологических, биохимических и психологических признаков утомления. **Нефункциональное** — следствие суммарного эффекта избыточных и нерациональных нагрузок, которым подвергался спортсмен в течение достаточно длительного времени. Этот вид переутомления, часто являющийся одним из основных компонентов перетренированности, связан с длительным снижением работоспособности, негативными физиологическими и психологическими проявлениями, гормональными нарушениями, т. е. теми проявлениями, которые характерны для состояния переадаптации (Meeusen et al., 2006).

Следует охарактеризовать и такое понятие, как **«истощение»**, которое имеет самостоятельное толкование в группе понятий, связанных с нагрузкой и утомлением, готовностью к эффективной тренировочной и соревновательной деятельности. В отличие от перетренированности, в основе которой всегда лежат чрезмерные физические нагрузки, истощение связывают преимущественно с эмоционально-психическим состоянием спортсмена (Maslach, 1982; Richardson et al., 2008). Истощение проявляется в снижении мотивации, безразличии и эмоциональной истерзанности, но не сопровождается расстройством физического состояния спортсменов, характерным для перетренированности. Устранение причин, приводящих к истощению, является важным фактором повышения

работоспособности, оптимизации режима работы и отдыха и, как следствие, улучшения качества тренировочного процесса и профилактики перетренированности (Silva, 1990; Fry et al., 1991).

Стадии и типы перетренированности

Необходимость дифференцирования состояния перетренированности в зависимости от выраженности негативных изменений и нарушений в важнейших функциональных системах организма ещё в конце 1940-х годов была отмечена С. П. Летуновым (1949), рекомендовавшим выделять три стадии перетренированности. Для первой (начальной) стадии характерно некоторое снижение спортивных результатов и работоспособности, ухудшение реакции на функциональные пробы, не всегда отчётливые жалобы на ухудшение физического состояния; для второй — выраженное снижение работоспособности и спортивных результатов, наличие жалоб на ухудшение физического состояния и самочувствия, а также приспособляемости к функциональным пробам; для третьей — стойкое снижение спортивных результатов и работоспособности, существенное снижение возможностей органов и систем организма, ухудшение состояния здоровья. Устранение явлений перетренированности, характерных для первой стадии, может быть достигнуто изменением режима жизни и тренировки уже в течение 15–30 дней. Выход из второй стадии также заканчивается полным восстановлением состояния здоровья и работоспособности. Для этого требуется 2–3-недельный отдых с одновременными реабилитационными процедурами и последующая щадящая индивидуальная тренировка в течение 1–1,5 мес. Третья стадия требует длительного лечения, которое не всегда заканчивается восстановлением состояния здоровья, работоспособности и спортивных результатов, что выдвигает на первый план проблему ранней диагностики явления перетренированности.

Такой подход к анализу перетренированности как трёхступенчатого явления был поддержан и другими видными специалистами, несколько расширившими представления о каждой из стадий. Так, Р. Я. Мотылянская (1982) показала, что в начальной стадии, проявляющейся главным образом в форме преневротического состояния, сохраняется высокая работоспособность, отсутствуют выраженные изменения в состоянии нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Нормализация состояния может быть достигнута коррекцией тренировочного процесса — изменением состава средств и методов, оптимизацией режима работы и отдыха, питания. Снижение работоспособности при выполнении тренировочных программ, субъективные жалобы и объективные изменения состояния нервной, сердечно-сосудистой и других систем организма, ухудшение спортивных результатов свидетельствуют о переходе спортсмена во вторую стадию перетренированности. В этих случаях уже недостаточно изменений в тренировочном процессе. Требуется относительно продолжительный отдых, широкое использование восстановительных средств, значительное снижение тренировочной нагрузки. Нередко приходится прибегать и к лечебным средствам. Третья стадия связана с явно выраженным снижением работоспособности спортсмена, серьёзными отклонениями в физическом состоянии организма, наличием клинических проявлений со стороны разных систем организма, свидетельствующих о наличии предпатологических или патологических изменений. В этой стадии требуются длительный активный отдых, коренные изменения в тренировочном процессе и образе жизни, лечебные мероприятия, медицинская и физическая реабилитация.

Рассматривая перетренированность как специфическую для спорта патологию, Л. Н. Марков (1988) показал, что в первой стадии снижается экономичность работы, её выполнение требует больших усилий, проявляются признаки нарушений в эмоциональной сфере — снижается желание

тренироваться, повышается раздражительность, нарушается сон. Для устранения этих признаков и нормализации состояния спортсменов обычно достаточно снизить нагрузку, изменить направленность тренировочного процесса, сделать его более разнообразным, шире использовать средства активного отдыха, восстановительные процедуры. Во второй стадии клинические признаки, характерные для первой стадии, резко усугубляются и проявляются уже в состоянии покоя, снижается работоспособность, удлиняется период восстановления после нагрузок и др. Спортсмены, оказавшиеся в этой стадии, уже нуждаются в стационарном обследовании и комплексном лечении, включающем применение фармакологических, физиотерапевтических и психологических средств. В третьей стадии усиливаются симптомы, характерные для второй стадии, к ним присоединяются изменения в органах в виде выраженных дистрофических процессов, часто приводящих к сложным нарушениям работы сердца, лёгких, почек и др. Спортсменам необходимо длительное лечение с применением соответствующих средств фармакологического, функционального и психологического характера.

Отмечая, что перетренированность исключительно сложное и неоднородное явление, некоторые известные специалисты (Алавердян и др., 1987; Макарова, 2022) рекомендуют различать два типа перетренированности. При первом типе спортсмен постоянно испытывает напряжение, у него снижены работоспособность и скорость восстановительных реакций, отсутствует мотивация, т.е. он находится в состоянии, которое является следствием физического и психического переутомления, сформированного на фоне отрицательных эмоций и переживаний, грубых нарушений образа жизни (включая курение, потребление алкоголя, стимуляторов), режима работы и отдыха. К клиническим проявлениям перетренированности этого типа относят прежде всего синдромы: невротический (общая слабость, раздраженность, навязчивые состояния и др.), кардиологический (боли в сердце, чувство нехватки воздуха в покое) и вегетативно-дистонический, который является следствием разбалансированности функций нейроэндокринной системы и проявляется неадекватными типами реакций на разного вида нагрузки, главным образом со стороны сердечно-сосудистой системы.

Второй тип возникает на фоне высокого уровня работоспособности и исключительно больших тренировочных и соревновательных нагрузок и связан со своего рода переэкономизацией обеспечения мышечной деятельности. В результате при отсутствии патологических симптомов и высоких функциональных возможностях спортсмен оказывается неспособным в полной мере реализовать имеющийся потенциал и показать высокие результаты. Клинические проявления и условия возникновения двух типов перетренированности приведены в таблице 20.1.

ТАБЛИЦА 20.1 – Клинические проявления и условия возникновения двух типов перетренированности (Алавердян и др., 1987)

Показатель	Перетренированность	
	Первый тип	Второй тип
Работоспособность в неспецифических тестах	Может быть очень сниженной	Высокая
Спортивная работоспособность (наиболее интенсивная для данного вида спорта)	Может быть сниженной	Снижена
Утомляемость	Высокая при любом виде деятельности	Низкая
Восстанавливаемость	Снижена, для полноценного отдыха необходимо длительное время	Высокая
Эмоциональный фон	Возбудимость, внутреннее беспокойство, раздражительность; иногда вялость, заторможенность, апатия	Ровное, хорошее настроение, иногда некоторая заторможенность (флегматичность)

ТАБЛИЦА 20.1 – окончание

Показатель	Перетренированность	
	Первый тип	Второй тип
Сон	Нарушен	Без нарушений
Аппетит	Снижен или существенно повышен	Без нарушений
Масса тела	Может быть снижена	Без нарушений
Кожные покровы	Склонность к потливости, особенно по ночам, влажные холодные ладони, круги под глазами. Возможен субфебрилитет	Без изменений
Терморегуляция	Характерны диссоциация между внутренней и кожной температурой, почти постоянная кожная асимметрия	Без нарушений
Головная боль	Характерна	Нехарактерна
Неприятные ощущения в области сердца	Сердцебиение, сдавление, покалывание, не связанные и связанные с физической нагрузкой	Обычно нехарактерны; может возникать ноющая боль в состоянии покоя, купирующаяся нагрузкой
Пульс	Как правило, учащён или на верхней границе индивидуальной нормы, лабильный	Как правило, замедлен
Артериальное давление	Нетипичное (в условиях покоя обычно в пределах нормы), может быть увеличено систолическое АД	Может быть умеренное повышение диастолического АД в покое
Реакция пульса и АД на нагрузки	Чрезмерная: атипичные варианты с замедленным восстановлением	Адекватная или сниженная; нормотонический или гипертонический тип с быстрым (ускоренным) восстановлением
Реакция системы дыхания на физическую и эмоциональную нагрузки	Выраженная, не адекватная нагрузке гипервентиляция эмоционального происхождения	Адекватная или сниженная; на эмоциональную нагрузку может вообще отсутствовать
Экономичность обеспечения мышечной деятельности	Всегда сниженная (синдром напряженности вегетативного обеспечения мышечной деятельности)	Выше оптимального уровня для данного этапа подготовки
Основной обмен	Повышен	Ниже оптимального
Координация движений	Движения нередко суетливые, плохо скоординированные, иногда замедленные	При высокой интенсивности может отмечаться некоторая некоординированность при технических сложных упражнениях
Психофизиологические пробы	Уменьшение или увеличение скорости реакции при большом количестве ошибок	Скорость реакции нормальная или незначительно сниженная, ошибки редкие
Возраст и стаж спортсменов, их квалификация	Чаще молодые, начинающие	Преимущественно старшие возрастные группы, высококвалифицированные
Характерологические особенности спортсменов	Впечатлительные. Монотонотфильные при разнообразной высокоэмоциональной деятельности. Монотонотфобные при монотонной работе	Уравновешенные (флегматичные) Монотонотфильные при чрезмерной монотонной работе
Построение тренировочных циклов	Высокая интенсивность нагрузок без предварительной основы, создаваемой развивающей работой	Использование больших объёмов на фоне высокого уровня развития выносливости
Основная направленность тренировки	Увеличение максимальной мощности (высокая интенсивность нагрузок)	Увеличение предельной длительности (большие объёмы при относительно невысокой интенсивности)
Виды спорта	Чаще силовые и скоростно-силовые, технические виды, спортивные игры, циклические виды в период повышения интенсивности нагрузок	Виды, в которых тренируется выносливость (в том числе скоростная и силовая выносливость)

Факторы риска перетренированности

Многokратное и продолжительное воздействие многих взаимосвязанных и изменяющихся факторов, относящихся к тренировочному процессу, соревновательной деятельности и окружающей среде, обуславливает перетренированность. Без всестороннего анализа этих факторов в их органической взаимосвязи трудно оценить потенциальные проблемы, связанные с перетренированностью, которая развивается вследствие постоянно возрастающего напряжения и неспособности спортсменов к его переносимости. Под напряжением понимают состояние, вызванное негативным воздействием тренировочных и внутренировочных факторов и проявляющееся в трёх подсистемах — физиологической, психологической и социальной (рис. 20.1).

Разрабатывая модели перетренированности, многие авторы рассматривают главным образом психологические и физиологические проблемы, характеризуя причины, методы оценки, особенности развития, последствия и профилактику, а спортивно-педагогические причины сводят лишь к излишним объёмам тренировочной и соревновательной деятельности, нарушению баланса между нагрузками и восстановлением (Steinacker, Lehmann, 2002; Richardson et al., 2008; и др.). Однако в основе большей части психологических и физиологических проявлений перетренированности лежат многие проблемы и недостатки, относящиеся к общей стратегии многолетней и годичной подготовки, сочетанию тренировочного процесса с соревновательной деятельностью, использованию внутренировочных и внесоревновательных средств, к материально-техническому и организационному обеспечению подготовки спортсменов. Поэтому когда речь идет о характеристике факторов риска и возможных последствий их влияния на развитие перетренированности, то именно на эти проблемы и недостатки должно быть обращено основное внимание. Что же касается психологических и физиологических сторон перетренированности, их проявление в большей части случаев является вторичным.

Современная система подготовки спортсменов характеризуется исключительно большими тренировочными и соревновательными нагрузками, часто требующими предельной мобилизации возможностей функциональных систем организма. Эти нагрузки, характерные для третьего (этап специализированной базовой подготовки) и, особенно, последующих этапов многолетней подго-

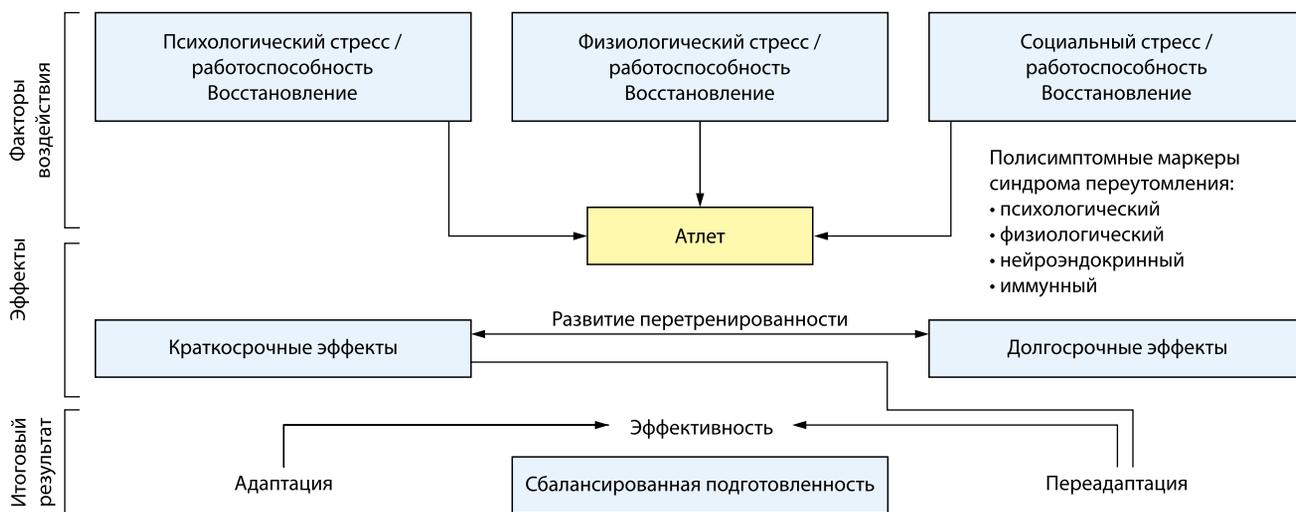


РИСУНОК 20.1 – Концептуальная модель развития перетренированности у спортсменов (Kenttä et al., 2001)

товки (Платонов, 2021), являются эффективным средством формирования долговременной адаптации, прироста функциональных возможностей спортсмена. Одновременно такие нагрузки, часто связанные с предельной мобилизацией функциональных резервов организма спортсменов, могут оказаться чрезмерными, выходящими за пределы оптимальных границ и приводящими к физическому и психическому перенапряжению, отрицательно влияющему не только на эффективность тренировочной и соревновательной деятельности, но и здоровье спортсменов. В основе перетренированности как нерационально построенного тренировочного процесса лежит нарушение равновесия между стрессорными и восстановительными процессами, нагрузками и условиями для формирования адаптационных реакций структурного и функционального порядка. Стремление к максимализации нагрузок и минимизации условий для восстановления, выходящее за пределы адаптационных возможностей спортсменов, — прямой путь к переутомлению и перетренированности.

Фактором риска переутомления и перетренированности является также психологическая установка спортсменов на постоянное усложнение тренировочных программ. В периоды напряженной тренировки спортсмены, чтобы не разочаровать тренера, нередко стараются выполнять тренировочные программы за счёт предельной мобилизации волевых возможностей, несмотря на появление первичных признаков, свидетельствующих о неадекватности нагрузок их возможностям. Это приводит к постоянному ухудшению состояния спортсменов, переутомлению и постепенному развитию перетренированности. Когда же её признаки становятся явными, то бывает уже поздно выйти из этого состояния лишь путём коррекции тренировочного процесса, образа жизни, питания и применения несложных реабилитационных и рекреационных методов и процедур (Fitzgerald, 2013).

В то же время следует учитывать, что недовосстановление как состояние, являющееся следствием незавершенного отдыха после нагрузок различных структурных образований тренировочного процесса (упражнений и их серий, занятий, микроциклов, мезоциклов и др.), — важный элемент достижения заданного тренировочного эффекта и фактор риска в отношении развития процессов переутомления и перетренированности. К сожалению, в специальной литературе превалирует односторонний взгляд на недовосстановление как состояние, вызванное нерациональным режимом работы и отдыха, увлечением чрезмерными нагрузками и пренебрежением к планированию полноценного отдыха; состояние, которое является следствием нерациональной тренировки, способной, в конечном счёте, привести к перетренированности. Важно учитывать, что при подготовке квалифицированных спортсменов тренировочные нагрузки на фоне недовосстановления являются важным фактором мобилизации функциональных резервов и развития адаптационных реакций при решении задач, связанных с развитием выносливости, повышением возможностей аэробной и анаэробной систем энергообеспечения, способностью к реализации физического и технико-тактического потенциала в условиях утомления, психической устойчивостью к выполнению напряженной работы в условиях прогрессирующего утомления. Напряженная тренировка на фоне недовосстановления в микроциклах и мезоциклах также является стимулом для формирования выраженного отставленного тренировочного эффекта, что исключительно важно для спортсменов высшей квалификации, находящихся на этапе максимальной реализации индивидуальных возможностей в процессе многолетнего совершенствования (Матвеев, 2010; Платонов, 2013). Поэтому очень важно различать уровни тренировочных и соревновательных нагрузок, которые обеспечивают воздействие, оптимизирующее эффективную адаптацию, от тех, которые приводят к хроническому переутомлению и перетренированности (табл. 20.2).

Оптимальное построение тренировочного процесса, включающее в том числе и рациональный режим работы и отдыха, и сбалансированные с тренировочными воздействиями питание и средства

ТАБЛИЦА 20.2 – Стадии тренировки, приводящие к переутомлению или перетренированности (Meeusen, 2013)

Процесс	Оптимальная тренировка	Излишне интенсивная тренировка		
		←		→
Результат	Острая усталость	Функциональное (краткосрочное) переутомление	Нефункциональное (экстремальное) переутомление	Синдром перетренированности
Восстановление	Дни	Дни–недели	Недели–месяцы	Месяцы–годы
Эффективность	Возрастает	Временно снижается	Снижается	Значительно снижается

восстановления, не гарантирует спортсмена от развития перетренированности. Происходит это в тех случаях, когда тренировочный процесс строится в отрыве от анализа образа жизни спортсмена, его жизненных проблем, учёта психоэмоционального состояния, вызванного внешними причинами. Это требует соответствующего внимания со стороны тренеров и специалистов, помогающих спортсмену – массажистов, психологов и др.

Перетренированность и спортивный травматизм тесно связаны с перегруженным календарем соревнований, что является характерным для современного спорта. Стремление спортивных федераций расширять календарь соревнований и максимально эксплуатировать труд спортсменов, да и желание самих спортсменов максимизировать соревновательную деятельность в погоне за денежными призами и другими преимуществами, – одни из основных причин перетренированности. Обусловлено это как тем, что сами соревнования требуют предельной мобилизации возможностей спортсменов, что чревато перегрузкой, так и тем, что избыточное количество соревновательных дней и стартов нарушает тренировочный процесс, делает спортсменов менее подготовленными к перенесению предельных напряжений. В последние годы мировая практика определила оптимальное количество соревнований и соревновательных дней, не нарушающих процесс подготовки и одновременно обеспечивающих полноценную соревновательную деятельность. Для большинства видов спорта это 10–14 соревнований и 30–35 соревновательных дней. Великовозрастные спортсмены должны соревноваться реже – до 6–8 соревнований и 18–22 дней (Платонов, 2021).

Современный спорт связан с высокими психоэмоциональными напряжениями, острейшей конкуренцией в соревнованиях, ответственностью за результаты выступлений в них, межличностными отношениями в системе подготовки – официальными и неофициальными, деловыми и личными, рациональными и эмоциональными, которые являются основой социально-психологического климата в коллективе, определяющего эффективность совместной деятельности. Это создает специфическую эмоционально-психологическую среду, которая характерна многими составляющими, в том числе способными оказать негативное влияние на спортсмена, привести его в состояние перетренированности. Одна их часть носит внутренний характер и относится к самому спортсмену, другая – к факторам внешней среды, в которой находится спортсмен.

К внутренним факторам следует отнести нереалистичные ожидания и претензии, адресованный к себе перфекционизм. Серьёзную опасность в развитии перетренированности спортсменов представляют их недостаточные знания в области методики тренировки, переоценка роли тренировочных нагрузок и недооценка полноценного отдыха, не имеющая под собой оснований вера в то, что максимальные объёмы тренировочной работы и соревновательной деятельности – основной путь к быстрейшему достижению успеха. Отсюда боязнь пропуска занятий и соревнований, преждевременное возобновление тренировки после перенесенных травм и заболеваний и т. п.

В числе внешних факторов, стимулирующих развитие перетренированности, следует выделить ошибочные действия тренеров, отличающихся авторитарным стилем руководства, мало интересующихся мнением спортсменов, их восприятием факторов тренировочного воздействия и функционального состояния. Такие тренеры значительно чаще приводят своих подопечных к состоянию перетренированности по сравнению с тренерами, склонными к совместной со спортсменом творческой работе. Негативную роль играет и неумение тренера создать в тренировочном процессе доброжелательную и деловую атмосферу. Различия в подготовленности тренирующихся спортсменов, если они не сопровождаются уважительным отношением к более слабым, заинтересованным стремлением подтянуть их до сильнейших, а, напротив, постоянными упреками и унижением, формируют у отстающих спортсменов чувство неполноценности, создают напряжённость в коллективе, проявляющуюся как во время тренировочных занятий, так и в обычной жизни.

Перетренированность спортсменов часто стимулируется людьми, которые в наибольшей мере заинтересованы в их успехе и благополучии — спортивными руководителями, тренерами, родителями, друзьями. Вместо того чтобы предостеречь спортсменов от избыточных нагрузок и не имеющих под собой оснований на успех в грядущих соревнованиях, они, напротив, ведут деятельность, которая способствует развитию перетренированности (Meeusen et al., 2007).

Исследования симптоматиологии разных форм перетренированности спортсмена, проведенные много лет назад (Фанагорская, 1959), показали, что состояние перетренированности тождественно определенной нозологической форме заболевания, патофизиологической основой которой являются не структурные (анатомические) изменения, а функциональные расстройства нервной системы, неврозы — нарушение корковой нейродинамики в результате перенапряжения основных нервных процессов. Проявляются неврозы прежде всего в поведении спортсмена. Отмечается так называемая раздражительная слабость: повышенная возбудимость, склонность к конфликтам, нарушение сна. Эти явления сопровождаются общей слабостью, быстрой утомляемостью, потерей интереса к тренировке, апатией, пониженной двигательной активностью. Р. Е. Мотылянская (1982) рекомендовала характеризовать состояние перетренированности как пре-невротическое, т. е. предшествующее развитию невроза, который чаще всего проявляется в форме гипер- или гипостенической неврастении. В первом случае это повышенная психическая возбудимость, выраженная раздражительность, во-втором — депрессия, вялость, апатия, подавленность.

Сегодня система подготовки стала более напряженной, резко возросли конкуренция в крупнейших соревнованиях, социальная и экономическая значимость спортивных успехов. К подготовке спортсменов привлекается большое количество специалистов разного профиля, а карьера спортсменов в большинстве случаев стала значительно более продолжительной и охватывает временной промежуток от 5—10 до 30—40 лет и более. Расширилось количество факторов внешней среды, способных негативно воздействовать на спортсменов и привести к перетренированности, обострилось их влияние. Коснулось это микроклимата в коллективах, взаимоотношений с тренерами и другими специалистами, с партнерами по тренировочному процессу и конкурентами, семейных отношений, проблем образования и планирования жизни после окончания спортивной карьеры, отношений со спонсорами и представителями средств массовой информации и др. Все это привело к тому, что даже самая рациональная, адекватная возможностям спортсмена тренировка может привести к перетренированности, если она сопровождается негативным влиянием внешних факторов психосоциального характера. Это хорошо понимают организаторы современных тренировочных центров, предоставляющих спортсменам широкий спектр услуг, относящихся к тренировке и разным сферам жизни спортсмена, способным повлиять на её эффективность.

Серьёзный фактор риска перетренированности — нерационально подобранные и беспорядочные диеты, не соответствующие направленности тренировочного процесса, а также диеты, способствующие интенсивной потере массы тела. Стрессором, способствующим развитию перетренированности, является тренировочная и соревновательная деятельность в условиях жары, особенно если она не сопровождается мерами, препятствующими дегидратации организма.

Тренировка в условиях среднегорья и высокогорья, искусственно созданной гипоксии, будучи существенным фактором стимуляции адаптационных реакций систем энергообеспечения, при нерациональном планировании стимулирует развитие перенапряжения функциональных систем и перетренированности.

Способствовать развитию перетренированности могут регулярные дальние перелеты к местам тренировки и соревнований, приводящие к десинхронизации циркадных ритмов и развитию так называемого временного стресса, проявляющегося в рассогласовании деятельности двигательной и вегетативных систем, нарушении сна, общем дискомфорте, снижении работоспособности, замедлении восстановительных процессов.

Вероятность перетренированности в определенной мере связана с этапами многолетней подготовки спортсменов, особенностями их возрастного развития. Юные спортсмены, особенно находящиеся в пубертатном и постпубертатном периодах, сильнее подвержены перетренированности. Интенсивный рост скелета приводит к нарушению баланса между антропометрическими характеристиками и возможностями мышечной и вегетативных систем. Неадекватные по направленности и избыточные по величине нагрузки, узкая специализация и интенсивная соревновательная деятельность в эти периоды возрастного развития с высокой вероятностью приводят к перетренированности.

Взрослые спортсмены, находящиеся на этапах подготовки к высшим достижениям и максимальной реализации индивидуальных возможностей и не подвергавшиеся ранее перетренированности, более устойчивы к разным факторам риска развития этого явления. Опасность перетренированности существенно возрастает у спортсменов старшего возраста, находящихся на последующих этапах многолетней подготовки. В основном это происходит в случаях, когда тренировочный процесс таких спортсменов как в отношении величины нагрузок, так и направленности тренировочного процесса, строится по схемам, применявшимся ранее, в пору их наивысших достижений.

Подготовка к особенно ответственным соревнованиям усугубляет риск перетренированности и травматизма. Обусловлено это как исключительно высокими тренировочными нагрузками, так и крайне напряженным психическим состоянием, обостренной ответственностью за качество тренировочного процесса и результаты участия в соревнованиях. Перетренированность может развиваться при достижении наивысшего уровня подготовленности спортсмена, её опасность возрастает по мере приближения к предельно доступному для конкретного спортсмена уровню адаптации. Таким образом, состояние наивысшей готовности к стартам, сформированное в виде отставленного тренировочного эффекта как реакции на предшествовавшие сверхнагрузки серии микроциклов, с одной стороны, является основой для демонстрации высоких спортивных результатов, а с другой — связано с риском развития перетренированности.

Грань между наивысшим уровнем адаптации (сверхадаптацией) и перетренированностью является исключительно тонкой. Стремление поддержать уровень сверхадаптации в течение длительного времени за счёт дальнейшей интенсификации тренировочного процесса, что характерно для современного спорта в связи с напряженным соревновательным календарем, — верный путь к перетренированности. Наивысший уровень адаптации — важнейшей составляющей состояния наивысшей готов-

ности к стартам — не может быть сохранен более чем в течение двух-трех недель (Платонов, 2013). В этот период у спортсменов снижаются возможности иммунной системы противостоять болезням, они становятся восприимчивыми к простудным и аллергическим заболеваниям (Nieman, 1998; Armstrong, VanHeest, 2002), поражению верхних дыхательных путей (Gleeson et al., 2000). Даже одноразовые тренировочные занятия с предельными по величине нагрузками, которые вызывают глубокое утомление и требуют восстановления в течение двух-трех дней, приводят к тому, что в восстановительном периоде подавляются функции иммунной системы и повышается восприимчивость спортсменов к инфекциям (Nieman, 2000).

Следует также учитывать, что существует достаточно тесная связь между перетренированностью, травматизмом и заболеваемостью атлетов. Факторы риска, приводящие к травматизму, во многом схожи с теми, которые приводят к перетренированности. Прежде всего это относится к скелетно-мышечной системе, так как атлеты во время самых высоких тренировочных и соревновательных нагрузок, применения средств, требующих предельной мобилизации возможностей опорно-двигательного аппарата и систем энергообеспечения, тренировки в условиях прогрессирующего утомления и недовосстановления, находятся в зоне риска в отношении как травматизма, так и перетренированности (Joyce, Robinson, 2021).

Поэтому в период наиболее напряженной тренировки, предшествующей главным соревнованиям года или отдельного макроцикла, резко возрастает значимость постоянного контроля, направленного на выявление первичных симптомов перетренированности с соответствующей коррекцией тренировочного процесса, не допускающей срыва достигнутого уровня адаптации и развития перетренированности.

Обобщая материал многочисленных публикаций и соответствующие данные передовой спортивной практики, причины развития перетренированности можно свести к нескольким группам. К первой относятся разного рода **нарушения закономерностей и принципов, лежащих в основе рационального построения спортивной тренировки:**

- чрезмерный объём и интенсивность тренировочной и соревновательной деятельности;
- нарушение баланса между нагрузками и условиями для восстановления и развития реакций адаптации;
- нерациональная периодизация тренировочного процесса;
- нарушение преемственности в развитии двигательных качеств, становлении разных сторон спортивного мастерства;
- нерациональное построение программ тренировочных занятий, микроциклов и мезоциклов;
- монотонность тренировочного процесса;
- несоответствие тренировочного процесса возрастным особенностям спортсменов, их предрасположенности к становлению разных сторон мастерства;
- форсированная подготовка юных спортсменов, использование в их подготовке тренировочных программ, характерных для взрослых спортсменов высокой квалификации;
- излишне активное вовлечение в напряжённую работу после вынужденных длительных перерывов;
- напряжённая продолжительная тренировка после достижения спортсменами наивысшего уровня адаптации и готовности к соревнованиям конкретного года или макроцикла;
- сохранение наивысших объёмов тренировочной и соревновательной деятельности великовозрастными спортсменами, достигшими предельного или околопредельного уровня адаптации важнейших функциональных систем.

Ко второй группе относятся **факторы риска внутреннего характера, связанные с психоэмоциональными реакциями и состоянием спортсменов:**

- индивидуальный перфекционизм, необъективная оценка своих возможностей в тренировочной и соревновательной деятельности; обостренное стремление, сверхпобуждение к напряженной тренировке;
- стремление к сверхнагрузкам, пренебрежение отдыхом, восстановительными средствами;
- излишне острые переживания неудач в тренировочной и соревновательной деятельности;
- избыточная мотивация, ориентация на недоступные результаты в тренировочной и соревновательной деятельности;
- излишне обостренная ответственность и страх по случаю возможной неудачи в соревнованиях;
- боязнь не выполнить контрольные нормативы и не попасть в команду;
- тип личности (экстравертированный, интровертированный);
- хронические заболевания и очаги инфекции;
- ранее перенесенная перетренированность;

К третьей группе относятся **факторы внешнего воздействия, сопутствующие тренировочному процессу и входящие в содержание спортивной подготовки:**

- диеты, не соответствующие содержанию тренировочной и соревновательной деятельности, индивидуальным особенностям спортсмена;
- временной стресс, вызванный дальними перелетами, приводящими к рассогласованию циркадных ритмов;
- дорожный стресс (дорожная усталость), вызываемый частыми переездами к местам тренировки и соревнований;
- нерациональное использование тренировки в среднегорье, высокогорье и в условиях искусственно создаваемой гипоксии;
- необоснованное и бесконтрольное применение фармакологических средств;
- пренебрежение учётом климатических и погодных условий (жара, холод, влажность и др.);
- отсутствие или пренебрежение средствами контроля за появлением первичных признаков перетренированности.

К четвёртой группе следует отнести **причины внешнего воздействия, относящиеся к среде, сопутствующей подготовке спортсмена:**

- микроклимат в коллективе, стиль работы тренера;
- взаимоотношения с тренером, врачами, научными работниками, массажистами, психологами, диетологами и другими специалистами, привлеченными к подготовке;
- взаимоотношения с родителями, друзьями, семейные отношения;
- общественное мнение, связанное с подготовкой и участием в соревнованиях, реакция средств массовой информации;
- наличие жизненных проблем (жилищные условия, материальное положение, получение образования, планирование карьеры и т. д.);
- условия для полноценной тренировочной деятельности (состояние спортивных сооружений, оборудование и инвентарь, научное и медицинское обеспечение и др.).

Симптомы и диагностика перетренированности

В условиях современного спорта, отличающегося наличием большого количества факторов риска перетренированности, исключительно важным является обнаружение ранних признаков развития этого явления. Выявление симптомов перетренированности, анализ факторов риска и последующая коррекция тренировочного процесса, различных составляющих образа жизни и социальной среды — основа устранения данного явления в кратчайшие сроки. Продолжение тренировки при появлении таких симптомов и отсутствие адекватных профилактических и реабилитационных мер — неизбежный путь перехода ранних стадий перетренированности в более сложные и опасные (Fyfe et al., 2019; Макарова, 2022).

Специалисты едины в понимании того, что в оценке состояния перетренированности первичную и ведущую роль играют критерии, отражающие количественные и качественные характеристики тренировочного процесса — субъективные трудности при выполнении тренировочных заданий, снижение работоспособности при выполнении тренировочных программ, замедление восстановительных реакций, ухудшение реакций на стандартные нагрузки, непривычная усталость, снижение экономичности, утрата тонкой двигательной координации, ухудшение качества двигательных действий, снижение инициативы, утрата желания напряженно тренироваться и неосознанное стремление к снижению нагрузок, уходу от соперничества при выполнении тренировочных программ, в контрольных соревнованиях.

Следует учитывать, что снижение работоспособности при выполнении тренировочных программ, часто представляемое в качестве основного распознаваемого симптома перетренированности, по существу является уже поздним симптомом, связанным с выраженными нейровегетативными нарушениями (Petibois, Gazorla, 2010). Первичные причины, способные повлиять на работоспособность, субъективно зачастую вовсе не воспринимаются и замечаются лишь на поздних стадиях. Некоторое снижение функциональных возможностей спортсменов компенсирует сначала бессознательно, а затем сознательно, — усилением напряжения.

Перетренированность первоначально развивается в значительно большей степени в психических проявлениях, чем в физических. Беспокойство, апатия, напряжённость, неуверенность, раздражительность, плохое настроение, подавленность, уныние, безразличие, депрессия, необоснованные проявления гнева, враждебность, расстройство сна, нежелание тренироваться — объективные симптомы, провоцирующие развитие перетренированности в отношении разных органов и систем организма. Измененное психическое состояние постепенно дополняется негативными изменениями спортивно-педагогического, физиологического, нейроэндокринного и психоиммунного характера (Гаврилова, 2009), увязывая реакции психики спортсмена с его работоспособностью, интенсивностью реакций восстановления и другими количественными и качественными характеристиками тренировочного процесса (Martin et al., 2000; Richardson et al., 2008).

Объективный анализ развития состояния перетренированности требует использования широкого круга диагностических методов (физиологических, биохимических, миологических, эндокринных и др.), каждый из которых может влиять на понимание и оценку медико-биологических составляющих перетренированности. Однако в практическом плане диагностика перетренированности представляет исключительную сложность в связи с трудностью и многофакторностью этого явления, громоздкостью, трудоемкостью и дороговизной исследований, их многократностью как в состоянии покоя, так и при выполнении физических нагрузок. На результаты исследований существенное влияние могут оказать условия тренировки, применяемые средства и мето-

ды, динамика нагрузки, географические, погодные и климатические условия, психологический стресс, питание, гидратация, что крайне затрудняет, а часто делает невыполнимой, оценку результатов исследований, выявление границы между высоким уровнем тренированности и начальной стадией перетренированности (Richardson et al., 2008; Fitzgerald, 2013).

Вместе с тем использование ряда маркеров, в частности биохимических, объективно свидетельствующих о развитии неблагоприятных реакций в деятельности разных систем и механизмов, может оказаться полезным для идентификации и характеристики перетренированности (табл. 20.3).

Выявление перетренированности на ранних стадиях её развития может быть осуществлено путем изучения динамики простейших физиологических и биохимических показателей в органической взаимосвязи с динамикой работоспособности при выполнении стандартных программ тестов. В этих случаях развитие перетренированности может проявляться в физиологических и биохимических показателях, отражающих мощность, ёмкость и экономичность аэробной и анаэробной лактатной систем энергообеспечения работы: снижение уровня максимального потребления кислорода; уменьшение максимальной концентрации лактата при выполнении нагрузок, требующих максимальной мобилизации анаэробной лактатной системы (Lehmann et al., 1998; Urhausen et al., 1995, 1998); увеличение концентрации лактата при выполнении стандартных нагрузок смешанной аэробно-анаэробной направленности (Платонов, 2004); уменьшение частоты сокращений сердца при работе максимальной интенсивности уже на 5–10% (Hedelin et al.,

ТАБЛИЦА 20.3 – Биохимические параметры, потенциально изменяющиеся в состоянии перетренированности в видах спорта на выносливость (Petibois, Gazorla, 2010)

Основной маркер	Повреждаемый орган (наиболее вероятный вариант)	Изменения в плазме крови	
		в покое	после упражнений
Активные формы кислорода	Мышца	Креатинфосфокиназа ↑; миоглобин ↑; скелетный тропонин I ↑; 3-метилгистидин ↑; ретинол (витамин A) ↓; аскорбиновая кислота (витамин C) ↓; токоферол (витамин E) ↓	Креатинфосфокиназа ↑; миоглобин ↑; скелетный тропонин I ↑; 3-метилгистидин ↑; малоновый диальдегид ↑; ретинол ↓; аскорбиновая кислота ↓; токоферол ↓
Углеводы	Печень, мышца	Глутамин ↓; мочевины ↑	Глюкоза ↓; лактат ↑; глутамин ↓; мочевины ↑
Аминокислоты с разветвленной цепью	Тело	Серотонин ↑	Аминокислоты с разветвлённой цепью ↓; свободный триптофан ↑; аминокислоты с разветвленной цепью ↑; серотонин ↑
Глутамин	Мышца, кишка	–	Глутамин ↑; иммуноглобулин A ↑; иммуноглобулин G ↑
Полиненасыщенные жирные кислоты	Лимфатический узел	Глутамин ↓; иммуноглобулин A ↑; иммуноглобулин G ↑	Полиненасыщенные жирные кислоты ↑
Лептин	Адипоциты	Лептин ↓; ингибин B ↓; холекальциферол (витамин D ₃) ↓	Лептин ↓; ингибин B ↓; холекальциферол ↓
Белки	Печень, мышца, почка	Гаптоглобин ↓; гемоглобин ↑; гемопексин ↓; ферритин ↑; α ₁ -антитрипсин ↑; кислый α ₁ -гликопротеин ↑; α ₂ -макроглобулин ↑; соотношение концентраций свободного тестостерона и кортизона ↓	Гаптоглобин ↓; гемоглобин ↑; гемопексин ↓; ферритин ↑; α ₁ -антитрипсин ↑; α ₁ -гликопротеиновая кислота ↑; α ₂ -макроглобулин ↑; соотношение концентраций свободного тестостерона и кортизона ↓

2000; Zavorsky, 2000); снижение концентрации мышечного гликогена (Costill et al., 1988; Snyder, 1998); увеличение продолжительности восстановительного периода после стандартной нагрузки (Kellmann, 2002). Информативность динамики этих и подобных показателей обусловлена тем, что в большинстве видов спорта эффективность адаптации оценивается по показателям мощности и емкости систем энергообеспечения и их функциональной экономичности, которая проявляется в экономном расходовании источников энергии вследствие более совершенной регуляции метаболизма. Функциональная экономичность рассматривается в единстве с максимальной мобилизующей способностью использовать при напряженной работе энергетические резервы. Нарушение функциональной экономичности и максимальной мобилизующей способности следует рассматривать как ранние признаки нарушения нормального протекания адаптационных реакций, развития перетренированности. Естественно, информативность этих показателей напрямую зависит от последствия нагрузок, применяемых перед регистрацией. Необходимы условия полного восстановления после нагрузок предшествовавших занятий. В противном случае состояние недовосстановления может быть принято за состояние перетренированности.

Снижение работоспособности, сопровождающее перетренированность, наступает значительно позднее других симптомов. Например, исследования, проведенные в условиях 6-месячной крайне напряженной тренировки пловцов, показали, что у тех спортсменов, которые в дальнейшем оказались перетренированными, уже за 4–6 нед. до выявления этого состояния проявлялись серьезные нарушения настроения, сна, образа жизни и т. п. (Hooper et al., 1995).

Для диагностики перетренированности эффективными являются достаточно простые критерии, если они используются комплексно. Регулярное восприятие атлетом переносимости нагрузок, восстановления, работоспособности, мышечной чувствительности, качество сна, настроение, дополненное регистрацией максимальной частоты сокращений сердца, максимальной концентрации лактата при соответствующих нагрузках, позволяют выявить развитие перетренированности прежде, чем появятся другие признаки (Mackinnon, 2000; Fitzgerald, 2013).

Следует отметить, что идентификация перетренированности может быть обеспечена лишь на основе совокупности разнообразных критериев. Однако прежде всего должны быть исключены симптомы разных заболеваний и нарушений — эндокринных, инфекционных, железodefицита и анемии. Эта задача является весьма сложной, так как отдельные симптомы, характерные для тех или иных заболеваний, могут проявляться в состоянии перетренированности (Meeusen et al., 2013). К появлению таких симптомов может привести отрицательный энергетический баланс в рационе питания, нерациональное соотношение белков, жиров и углеводов, дефицит микроэлементов.

Для профилактики перетренированности может оказаться полезной модель (рис. 20.2), рекомендуемая известными австралийскими специалистами (Richardson et al., 2008). В первой её части представлены многочисленные факторы риска перетренированности; во второй — первичные признаки и процессы, которые отражают влияние различных стрессоров физического и психологического характера; в третьей — поведенческие реакции спортсменов на выявленные признаки риска перетренированности, способные нормализовать или, напротив, усложнить процесс подготовки; в четвёртой — последствия рациональных и нерациональных ответов на ранние признаки перетренированности. Адекватные ответы на факторы риска могут способствовать нормализации реакций адаптации и повысить эффективность дальнейшей тренировки, а неадекватные — вызвать неблагоприятные поведенческие реакции, что, в конечном счёте, может привести к развитию перетренированности.

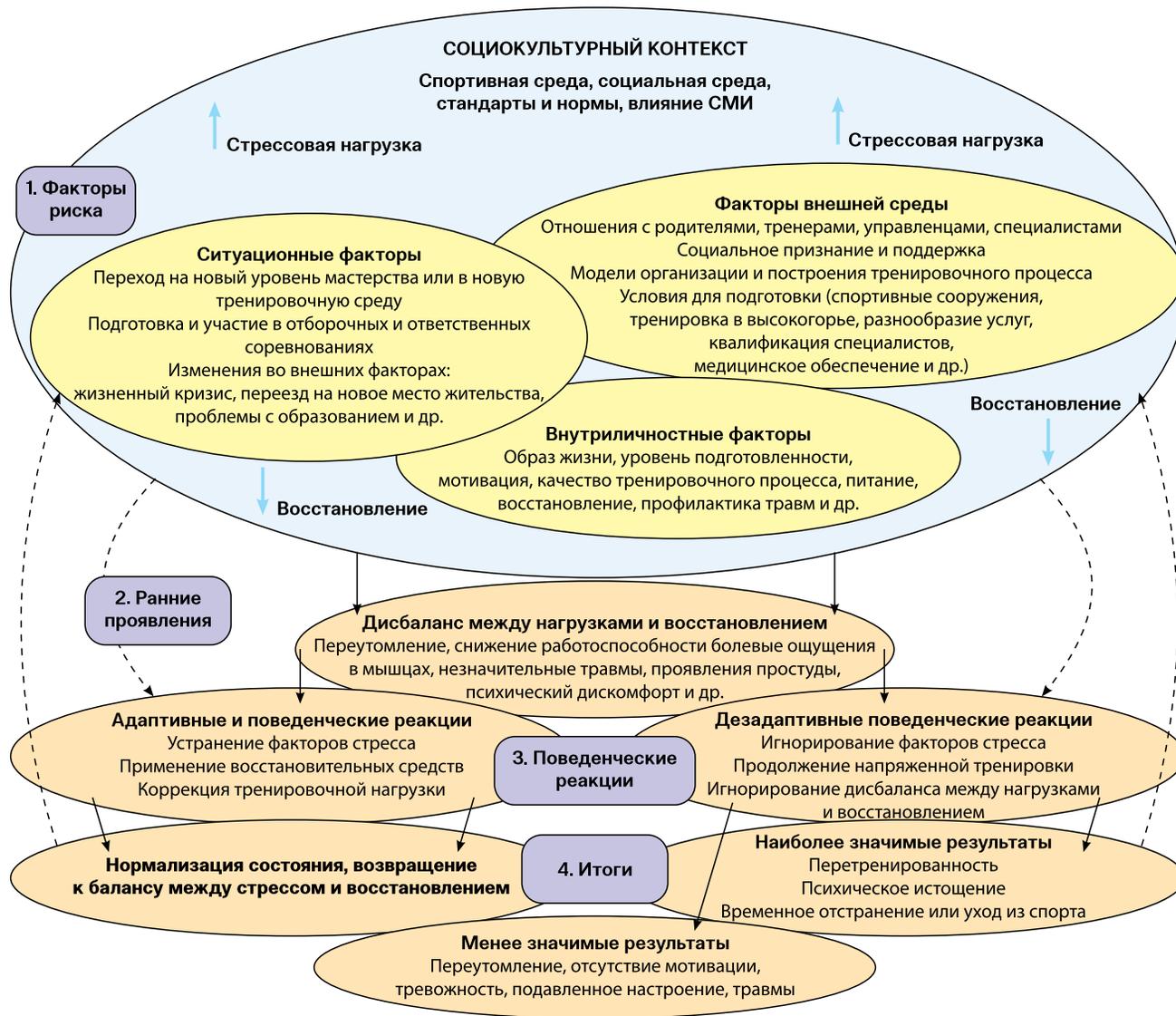


РИСУНОК 20.2 – Модель рисков перетренированности, её ранних признаков, поведенческих реакций и результатов (Richardson et al., 2008)

Профилактика перетренированности

Профилактика перетренированности предусматривает регулярный контроль динамики спортивных, физиологических, биохимических, иммунологических, психологических переменных, устранение или смягчение воздействия многочисленных факторов риска, приводящих к напряжению. Здесь можно выделить три направления. **Первое** направление связано со снижением напряженности в эмоциональной и психической сферах. Необходима целенаправленная работа по формированию у спортсмена позитивной мотивации, чувства уверенности в собственных силах, в правильности избранного пути в тренировочном процессе, решительности, самостоятельности и активности. Сле-

дует вырабатывать устойчивость к эмоциональным стрессам, спокойное отношение к негативным проявлениям во внешней среде, умение подавлять внутреннюю и внешнюю возбудимость, необоснованные проявления гнева и враждебности. Успех в этом направлении обеспечивается созданием в тренировочном процессе благоприятного эмоционального фона во всем многообразии его составляющих.

Второе направление предусматривает противодействие социальной напряжённости и требует оптимизации взаимоотношений с людьми как в области тренировочной и соревновательной деятельности, так и во внешней среде, устранение или уменьшение действия факторов риска, связанных с образом жизни, социальным положением, жизненными перспективами.

Третье направление связано с устранением негативных воздействий, относящихся к процессу подготовки, – собственно тренировочному процессу и внутренировочным факторам, опосредованно определяющим его эффективность.

Рационально построенный тренировочный процесс – важнейшая составная часть подготовки спортсмена, ориентированная не только на достижение наивысшего уровня реакций адаптации, но и на профилактику перетренированности. Разнообразие тренировочных программ, планомерная смена направленности нагрузок в разных структурных образованиях, оптимальный режим работы и отдыха, представление тренировочных воздействий, питания и восстановительных процедур в виде единого процесса и др., – важнейшие направления профилактики перетренированности (Платонов, 2021). Профилактика не допускает тренировки, содержание которой не соответствует этапам возрастного развития спортсменов и их предрасположенности к перенесению нагрузок разной величины и направленности. Недопустима форсированная подготовка юных спортсменов, основанная на копировании тренировочных программ сильнейших атлетов, двигательный аппарат и важнейшие функциональные системы организма которых уже сформировались и прошли длительную предварительную подготовку к перенесению высоких тренировочных и соревновательных нагрузок; неприемлема интенсивная силовая подготовка, а также напряженная работа над повышением возможностей анаэробной лактатной системы энергообеспечения, так как в детском и подростковом возрасте она связана с риском не только перетренированности и травматизма, но и серьёзного нарушения естественного процесса возрастного развития (Платонов, 2013; Hume, Russell, 2014).

Существенное влияние на снижение риска перетренированности и травм у юных спортсменов имеет разносторонняя техническая и физическая подготовка, особенно в той её части, которая относится к рациональной и безопасной технике выполнения различных упражнений (Granacher et al., 2011). Развитие у детей множества двигательных навыков и умений на ранних этапах многолетней подготовки, расширяя возможности зрительно-моторной координации движений, является не только важнейшим направлением спортивной тренировки, но и действенным средством профилактики травматизма и перетренированности (Brewer, 2017).

К перетренированности взрослых спортсменов, особенно перешедших границу 27–30-летнего возраста, с высокой вероятностью могут привести доступные им в прежние годы тренировочные программы с высокими объёмом и интенсивностью работы. Обусловлено это как достижением предела адаптационных возможностей в отношении различных компонентов подготовленности и отсутствии резервов для их дальнейшего совершенствования, так и снижением с возрастом интенсивности протекания восстановительных процессов после больших тренировочных и соревновательных нагрузок.

Следует помнить, что полноценный отдых является не менее важным компонентом тренировочного процесса, чем тренировочные нагрузки. Рационально построенный по продолжительности и со-

держанию отдыха способствует ускорению восстановительных реакций, эффективному протеканию адапционных процессов, позволяет увеличить объём тренировочной работы и соревновательной деятельности, служит важным фактором профилактики переутомления, перенапряжения органов и функциональных систем, перетренированности (Fyfe et al., 2019). При планировании отдыха должны быть учтены физиологические основания (достаточный сон, рациональное питание), психологические составляющие (расслабление, удовлетворённость, положительные эмоции), социальные моменты (отношения с тренерами и специалистами, семейные отношения, общение с друзьями, членами команды), а также восстановительные средства (массаж, физиотерапия, психологические воздействия). Пренебрежение этими факторами может привести к состоянию, которое некоторые специалисты обозначают как «стресс отдыха», нарушающий режим работы и отдыха, затрудняющий протекание восстановительных и адапционных процессов, снижающий устойчивость атлетов (Kellmann, 2002).

Исключительно важным (если не основным) средством профилактики перенапряжения и перетренированности в тренировочном процессе является ориентация на субъективные восприятия спортсменом оптимальной величины нагрузок, их интенсивности, режима работы и отдыха. Давление на атлетов со стороны тренера, стремление добиться от них выполнения тренировочных планов без учета их ощущений, существенно снижает качество тренировки (Maskinnon, 2000). Напротив, ориентация на субъективные ощущения может не только снизить риск развития переутомления и перетренированности, но и привести к увеличению суммарного объёма и качества тренировочной работы. Здесь принципиально важными являются активность и самостоятельность спортсмена, его осознанный контроль за динамикой собственного состояния — самочувствием, работоспособностью, мотивацией и др. Отсутствие такого контроля, безынициативность, полное подчинение указаниям тренера существенно повышают риск перетренированности (Richardson et al., 2008).

Эффективная профилактика перетренированности должна строиться с учётом пола спортсменов, их возраста и индивидуальных особенностей. Отмечаются значительные индивидуальные различия спортсменов в их реакции на действие факторов как физического, так и социопсихологического характера, способных привести к перетренированности. Одна и та же совокупность факторов у одних спортсменов может вызвать перетренированность, в то время как у других подобная реакция может вообще не обнаруживаться (O'Toole, 1998). У женщин в состоянии перетренированности чаще наблюдается психическая неуравновешенность, иногда неконтролируемые эмоциональные взрывы, чувство тревоги, страх, потеря способности управлять собой, неуверенность в себе; у мужчин наиболее ранний признак — потеря сосредоточенности и внимания; у юных спортсменов — безразличие, потеря интереса, потребность в отдыхе (Летунов, Мотылянская, 1981).

Важнейшую роль в профилактике перетренированности отводится раннему выявлению переутомления, перенапряжения функциональных систем, что позволяет нормализовать состояние

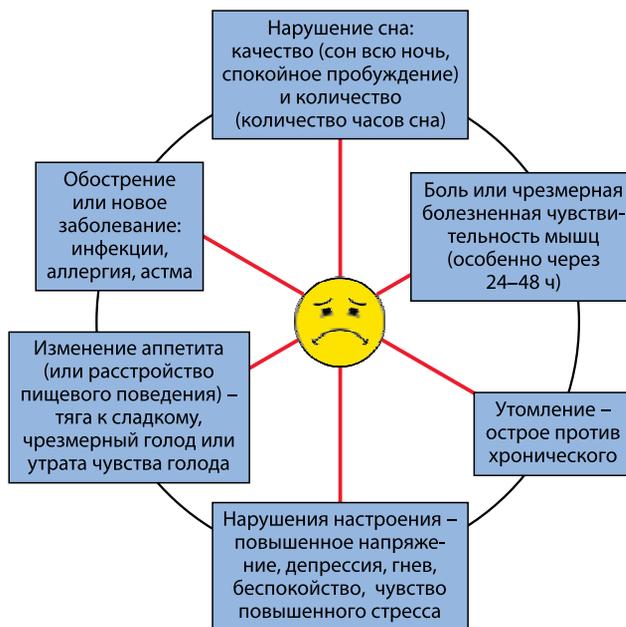


РИСУНОК 20.3 – Ранние признаки диагностики переутомления (Maffetone et al., 2019)

спортсмена на короткое время — от нескольких дней до 1–2 нед. (рис. 20.3). Снижение нагрузки, различного рода восстановительные процедуры, специальные диеты, устранение негативных факторов образа жизни позволяют быстро вернуть спортсмена в состояние готовности к напряжённой тренировке. Продолжение напряжённой тренировки, несмотря на наличие признаков переутомления, неизбежно приводит к первой фазе перетренированности: увеличению выделения кортизола и адреналина, бессоннице, снижению желания тренироваться, апатии (Maffetone et al., 2019); снижению выделения тестостерона в организме как мужчин, так и женщин (Kraemer et al., 2004); нарушению координации и точности движений, ухудшению реакций на внешние раздражители (McKay et al., 1997; Dupuy et al., 2010). Выведение спортсмена из этого состояния требует комплекса мер восстановительного и реабилитационного характера, в числе которых примерно 50%-ое сокращение объёма и интенсивности тренировочной работы (Maffetone et al., 2019).

ТРАВМАТИЗМ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ: ПРИЧИНЫ, СЛЕДСТВИЯ, ПРОФИЛАКТИКА

Спорт высших достижений является сферой человеческой деятельности, для которой характерны повышенный травматизм, различного рода профессиональные заболевания, предпатологические и патологические состояния, представляющие угрозу для здоровья спортсменов, эффективности их тренировочной и соревновательной деятельности.

Потенциальными факторами риска травм и заболеваний являются характер упражнений, уровень их освоения, интенсивность и продолжительность работы, отдых между упражнениями и занятиями, возраст и пол спортсменов, гормональные и анатомические факторы, избыточные нагрузки, утомление, недостаточное восстановление, нерациональное питание, снаряжение, инвентарь, покрытия залов и стадионов, незалеченные травмы и др. (Hume, Russell, 2014).

Количество спортивных травм постоянно увеличивается и в настоящее время приобрело угрожающие размеры (Windt, Gabbett, 2021; Joyce, Robinson, 2021; и др.). Если в 1950-х годах количество спортивных травм составляло менее 2% общего количества повреждений, то в настоящее время оно превысило 20%. Особенно велик процент травм у спортсменов высшей квалификации, который достиг 50% в течение лишь одного года (Brewer, 2009).

Международные и национальные спортивные организации серьёзно озабочены увеличением количества случаев внезапной смерти спортсменов, переносящих огромные тренировочные и соревновательные нагрузки. Аномалии коронарных сосудов, гипертрофическая кардиомиопатия, атеросклероз, гипертония чаще всего являются причинами внезапной смерти спортсменов (Maron et al., 2015; Fritsch et al., 2017). Проблема усугубляется сложностью диагностики риска внезапной сердечной смерти. Часто трагические случаи отмечаются без наличия видимых причин, при высокой работоспособности и хорошем психоэмоциональном состоянии спортсменов, отсутствии негативных факторов внешней среды. Согласно некоторым исследованиям (Maron et al., 2009), более чем в 30% случаев даже всесторонние медицинские обследования, проведенные перед соревнованиями, не позволили выявить проблем с сердцем спортсменов.

Проблема травматизма и профессиональных заболеваний особую остроту приобрела в женском спорте, в частности, олимпийском, в котором развитие женской части программы Олимпийских игр идёт по пути отождествления мужчин и женщин в отношении тренировочной и соревнова-

тельной деятельности, что привело к целому спектру проблем со здоровьем спортсменов, опасных не только в отношении спортивной результативности, но и последующей жизни спортсменов (Clark, 2009; Платонов, 2015; Lloyd et al., 2018; Гаврилова, 2022).

Травмы и заболевания превратились в серьёзную проблему, отрицательно влияющую на качество тренировочной и соревновательной деятельности. Например, опрос большой группы (свыше 300 чел.) спортсменов высшего класса — членов сборных команд разных стран, специализирующихся в плавании, спортивных играх (футбол, баскетбол, водное поло), единоборствах (вольная борьба), показал, что по причине профессиональных заболеваний и травм они вынуждены пропускать от 7 до 45 % тренировочных занятий, от 5 до 35 % — соревновательных стартов (Платонов, 2015).

Многие выдающиеся спортсмены вынуждены значительно больше времени и внимания уделять лечению заболеваний и травм, чем собственно тренировочной и соревновательной деятельности. Ряд из них был вынужден перенести по несколько сложнейших операций, затратить огромные силы и время на реабилитацию, восстановление уровня подготовленности. В сплошную череду подготовки, соревнований и травм превратилась спортивная жизнь многих выдающихся спортсменов, специализирующихся в боксе, теннисе, футболе, баскетболе, разных видах борьбы и других популярных видах спорта.

Длительное время считалось, что регулярная двигательная активность и спорт снижают риск заболеваний, в частности, верхних дыхательных путей. Однако в последние годы доказано, что положительное влияние на устойчивость к заболеваниям оказывают лишь умеренные физические нагрузки (Nieman, 2000; Pedersen, Hoffman-Goetz, 2000). Что касается тренировочных и соревновательных нагрузок современного спорта, то они угнетают функцию иммунной системы спортсменов и делают их организм более открытым для различного рода инфекций, проникновения вирусов и бактерий, а также затрудняют процесс лечения.

Потеря спортивного времени отрицательно сказывается на качестве процесса подготовки, приводит к деадаптации организма спортсмена. С этой позиции рекомендуется (Schlatmann et al., 1987) классифицировать спортивные травмы: незначительные (пропуск тренировочных занятий не более недели), средние (пропуск тренировочных занятий 1—3 нед.), серьёзные (пропуск занятий более 3 нед.). Большинство травм, характерных для спорта, относится к незначительным (71 %), 20 % — к средним и 9 % — к серьёзным (Sandelin et al., 1987). Количество пострадавших спортсменов высшей квалификации, которым необходимо стационарное лечение в результате полученной травмы, составляет около 10 % (Sandelin, 1988), а оперативное вмешательство — от 5 до 10 % (Kannus, Järvinen, 1989). Однако большая часть даже незначительных травм может серьёзно повлиять на результативность тренировочной и соревновательной деятельности, а у 11 % лиц, получивших травмы (в большинстве случаев первичной травмой было растяжение), через два года после получения травмы отмечаются её последствия, которые могут стать непреодолимым препятствием для продолжения спортивной карьеры (Мехелен, 2002).

Таким образом, изучение факторов риска спортивных травм и анализ путей их профилактики являются одной из важнейших составляющих системы знаний в области подготовки спортсменов.

Факторы риска и, естественно, способы профилактики спортивного травматизма могут быть связаны с внешними и внутренними причинами, поддающимися и не поддающимися воздействию. Внешние причины могут быть обусловлены:

- условиями внешней среды;
- состоянием спортивных сооружений, качеством спортивного инвентаря, оборудования, формы;
- спецификой вида спорта;
- спортивными правилами, организацией и судейством соревнований;

- качеством питания, применением стимулирующих препаратов;
- нерациональным построением разных компонентов подготовки — разминка, режим работы и отдыха, тренировочные средства, соревновательная деятельность, величина нагрузки, суммарный объём работы и др.

Внутренние причины могут быть обусловлены:

- возрастом спортсмена, его полом, ростом, массой тела, соматотипом;
- незалеченными травмами;
- наличием заболеваний;
- слабостью и непропорциональным развитием мышц;
- пониженным уровнем гибкости или, наоборот, разболтанностью суставов;
- недостаточным технико-тактическим мастерством;
- психологической неустойчивостью и неадекватностью поведения в сложных условиях тренировочной и соревновательной деятельности.

Большая часть этих факторов риска поддаются воздействию. Однако среди них есть и факторы, не поддающиеся воздействию (пол, возраст, соматотип спортсмена, предыдущие травмы), которые однако должны учитываться в профилактической работе (Линдсей, 2003; Windt, Gabbett, 2021).

Общеизвестно, что любая травма является результатом неспособности той или иной ткани перенести величину внешнего воздействия или физической нагрузки. Поэтому многими специалистами в основу стратегии профилактики травм положена минимизация факторов риска, прежде всего, физической нагрузки. Было многократно показано, что частота травм возрастает с увеличением объёма и интенсивности работы, остроты контактов между спортсменами в играх и единоборствах и др. (Drew, Finch, 2016; Eckard et al., 2018; Jones et al., 2017; и др.). Однако сторонники противоположной стратегии (Malone et al., 2016; Rasmussen et al., 2013; Windt, Gabbett, 2021) утверждают, что при таком подходе неизбежно снижаются эффективность подготовки и спортивная результативность, а также уменьшается порог невосприимчивости тканей к внешнему воздействию в силу недостаточной адаптации. Поэтому в современной спортивной практике следует ориентироваться не на снижение величины и разнообразия тренировочных нагрузок, а на оптимизацию процесса их планирования и использования с позиций предупреждения травм. Именно адекватность физической нагрузки специфике вида спорта, возрастным, половым и индивидуальным особенностям спортсменов, их функциональному состоянию во время занятий, рациональная динамическая и кинематическая структура движений при выполнении каждого упражнения и др. должны лежать в основе снижения вероятности спортивных травм (Jones et al., 2017; Windt, Gabbett, 2021).

Политика международных спортивных организаций

Серьёзным фактором риска спортивного травматизма и заболеваний является непродуманная деятельность спортивных федераций, стремящихся к развитию вида спорта без учёта последствий для здоровья спортсменов. Так произошло, например, при разработке программы Юношеских Олимпийских игр, в которых, вопреки изначальным устремлениям, на первый план была выведена спортивная сторона дела, включая неофициальный командный зачёт, стимуляцию спортсменов на спортивные достижения и соответствующую им форсированную подготовку.

Пагубность принятой политики в отношении этих Игр проявилась и в формировании их программы. Например, в программе Игр оказались соревнования в тяжёлой атлетике среди юношей

и девушек в возрасте 15–18 лет. Это неизбежно привело к напряженной специальной подготовке мальчиков и девочек в возрасте 11–15 лет, находящихся в пубертатном периоде возрастного развития. Имеется множество объективных научных данных, которые говорят о том, что в этом возрасте недопустима напряженная силовая подготовка, поскольку приводит к повышенной опасности травматизма (Hutchinson, Nasser, 2013; Hume, Russell, 2014), неэффективности тренировочного процесса (McDonnell et al., 2011; Hume, Stewart, 2012), лишению спортсменов перспектив для достижения наивысших результатов в оптимальной возрастной зоне (Платонов, 2013), грубейшему нарушению (особенно у женщин) естественных процессов возрастного развития (Patel, Pratt, 2009; Hume, Russell, 2014). Категоричны в этом отношении и авторитетные организации, в сфере деятельности которых забота о здоровье подрастающего поколения. Например, Американская академия педиатрии неоднократно ставила вопрос о недопустимости тренировки с сопротивлениями, характерной для спорта высших достижений, при подготовке юных спортсменов. Аналогичной позиции придерживается Американское ортопедическое общество спортивной медицины, которое категорически не рекомендует напряжённую силовую подготовку детей и подростков. До окончания пубертатного периода силовая подготовка может быть планомерно доведена до двух–трёх 20–30-минутных занятий в неделю без использования упражнений с большими отягощениями (Patel, Pratt, 2009).

К сожалению, такая откровенно порочная практика далеко не всегда подвергается серьёзному анализу и корректировке. Более того, под неё нередко подводится «научная» основа. Например, в недавно изданной крупной работе американских авторов под красноречивым названием «Рассеивание мифов о тренировке с сопротивлениями для юношества» (Stone et al., 2014) активно навязывается мнение, что силовая тренировка с отягощениями, позволяющими выполнять 8–12 повторений в подходе (т. е. характерная для взрослых спортсменов, специализирующихся в бодибилдинге), является естественной для 8–10-летних детей; а общеизвестный факт, согласно которому напряжённая силовая подготовка в пубертатном периоде сдерживает рост тела, объявляется «ошибочной идеей» и т. п. В качестве основного аргумента целесообразности силовой тренировки приводятся искусственно вырванные отдельные факты, соответственно которым некоторые тяжелоатлеты достигли выдающихся результатов в возрасте 16–18 лет. При этом не принимается во внимание, что эти факты относятся к периоду массового применения в тяжелой атлетике анаболических стероидов и к странам, спортсмены которых многократно уличались в их использовании (Платонов и др., 2015).

Авторов приведенного обзора (Stone et al., 2014) не смущает даже тот факт, что в том же коллективном труде, в котором опубликована их работа, представлен и другой обзор под названием «Травмы перегрузки и стратегия их профилактики у юношества» (Hume, Russell, 2014). В этой работе известные специалисты в области спортивной травматологии убедительно показали обостренную реакцию юных спортсменов на различные факторы риска травм, связанные прежде всего с высокими нагрузками на опорно-двигательный аппарат, и недопустимость напряжённой силовой подготовки в подростковом возрасте.

Серьёзные опасения в отношении здоровья спортсменок вызывает и политика Международного олимпийского комитета в отношении программы Олимпийских игр и её расширения. Участие женщин в программе соревнований по марафонскому бегу, тяжёлой атлетике, боксу, борьбе вольной и ряду других видов спорта вызывает обоснованное сопротивление специалистов в области охраны здоровья. В этой связи нельзя не видеть, что избранный МОК путь к устранению гендерного неравенства в олимпийском спорте не имеет под собой должной научной основы и является серьёзным фактором риска как для здоровья спортсменок, так и для авторитета самого олимпийского спорта (Платонов, 2021).

Нельзя не видеть и неизбежного увеличения количества травм в олимпийском спорте как следствия интенсивного расширения программы Олимпийских игр за счёт исключительно сложных в координационном отношении видов спорта, соревновательная деятельность в которых характеризуется экстремальными условиями. В качестве примера можно привести ряд видов соревнований в таких дисциплинах лыжного спорта, как фристайл и сноубординг.

Опасным является и стремление международных федераций видеть перспективы развития вида спорта по пути усложнения программ до пределов, крайне опасных для здоровья спортсменов. Так произошло, например, в женской гимнастике и женском фигурном катании, где явно нарушился баланс между сложностью и артистичностью.

Календарь соревнований

Особой проблемой, которая в последние годы привела к существенному увеличению травматизма и профессиональной заболеваемости спортсменов, их преждевременному уходу из спорта явилось расширение спортивного календаря, резко возросшая интенсивность соревновательной деятельности практически во всех видах спорта. Например, в футболе продолжительность национальных чемпионатов достигает 10 мес., а игроки, которые выступают за сборные команды, часто вынуждены соревноваться все 12 мес. года. Количество игр в отдельные месяцы достигает шести–восьми. Явно избыточным является и календарь соревнований в теннисе, вынуждающий сильнейших игроков соревноваться в течение 10–11 мес. года, участвуя в 16–22 турнирах и 70–80 матчах. Соревновательный объём у велосипедистов-шоссейников часто превышает 20 тыс. км и 115–125 соревновательных дней в течение года. Особую опасность для здоровья представляют крупнейшие многодневные велогонки, вынуждая спортсменов в течение ряда дней выступать в условиях прогрессирующего утомления.

Вполне естественно, что в этих условиях, затрудняющих рациональную подготовку, полноценный отдых и восстановление резко обостряется воздействие на организм спортсмена факторов риска травм и заболеваний.

Важно также учитывать, что вероятность получения травм в соревнованиях значительно выше, чем в процессе тренировки. При этом чем значимее соревнования и уровень конкуренции в них, тем выше вероятность травм. Например, исследования, проведенные на материале футбола высшего уровня, показали, что игроки в течение 1000 ч игровой деятельности получают от 24 до 37 травм, а во время 1000 ч тренировочного процесса — 2–4. Юные спортсмены, участвующие в крупных и ответственных соревнованиях, травмируются значительно чаще по сравнению со взрослыми атлетами. Манера технико-тактических действий, проявляющаяся в склонности к риску и особенно характерная для спортсменов, специализирующихся в спортивных играх и единоборствах, существенно увеличивает количество травм (Gamble, 2013). Интересно, что применение защитного снаряжения далеко не всегда приводит к снижению количества травм, так как повышает агрессивность спортсменов и их склонность к риску (Steffen et al., 2007).

Интенсивно расширяется и система соревнований для подростков и юношей. И здесь, как и в спорте высших достижений, имеет место ориентация на достижение максимально доступных результатов, как это произошло с Юношескими Олимпийскими играми. Юные спортсмены, стремящиеся к достижениям в 15–18-летнем возрасте, в большинстве случаев далеко от оптимальной возрастной границы, вынуждены форсировать свою подготовку с вытекающими последствиями для здоровья и дальнейшего роста спортивного мастерства.

Спортивные сооружения и окружающая среда

Тренировочная и соревновательная деятельность на искусственных покрытиях связана со значительно большей вероятностью травм по сравнению с естественными.

Плотность покрытия не является существенным фактором риска. Искусственная трава, многие искусственные покрытия часто мягче, чем обычная трава или глина. Однако для искусственных покрытий характерна большая травмоопасность, поскольку естественная трава, глина и песок обеспечивают скольжение, увеличивающее дистанцию замедления и снижения действующих сил. Другие виды поверхности (синтетические покрытия, асфальт, войлочный ковер) не позволяют осуществлять скольжение. Это приводит к резкому (до 200 %) увеличению вероятности спортивных травм в игровых видах спорта. Мягкие покрытия эффективны при выполнении движений с вертикальными компонентами (например, приземления в гимнастике и акробатике), а для движений с доминирующими горизонтальными компонентами решающей оказывается возможность снижения сил за счёт скольжения.

Нельзя обойти вниманием и тот весьма опасный в отношении увеличения риска травм путь, по которому пошли Оргкомитеты зимних Олимпийских игр, усложняя спортивные сооружения (трассы для санного спорта, скелетона, бобслея, горнолыжные трассы и др.) с целью предоставления спортсменам своей страны одностороннего преимущества над соперниками, не имеющими возможности в течение длительного времени осваивать эти трассы. Наиболее ярко и с тяжёлыми последствиями для здоровья и даже жизни спортсменов это проявилось на зимних Олимпийских играх 2010 г., проведенных в Ванкувере. По этому пути пошли и организаторы зимних Олимпийских игр 2014 г.

Проблемы заболеваний и травматизма обостряются, когда тренировочная и соревновательная деятельность осуществляется в усложненных условиях окружающей среды, что характерно для современного спорта. Среднегорье и высокогорье, жара и холод, загрязнение воздуха, временной стресс, обусловленный дальними перелетами, — дополнительные факторы риска, которые в условиях современных тренировочных и соревновательных нагрузок могут вызвать серьёзные проблемы со здоровьем спортсменов.

Пренебрежение полноценной акклиматизацией при переезде в среднегорье и высокогорье, нерационально спланированные нагрузки могут не только привести к различным недомоганиям, существенно влияющим на эффективность тренировочной и соревновательной деятельности, но и к различным видам горной болезни (Колб, 2003).

Высокая температура воздуха, особенно при повышенной влажности, чревата риском различного вида тепловых травм — мышечного спазма, теплового истощения, теплового удара. Вероятность тепловой травмы зависит как от разнообразных внешних факторов (температуры и влажности воздуха, скорости ветра, солнечного излучения), так и от поведения спортсмена (отсутствие тепловой акклиматизации, работа в условиях утомления, дегидратация организма, не соответствующая одежда) (Wilmore et al., 2009).

Пренебрежение устранением факторов риска в условиях низких температур может привести к холодовой травме — гипотермии или обморожению. Организаторы соревнований и спортсмены должны владеть всесторонней информацией о факторах риска холодовой травмы: условия, при которых нельзя проводить соревнования, акклиматизация к условиям холода, рациональное питание и пищевой режим, одежда и обувь (Макарова, 2022).

Проведение соревнований в крупных городах с загрязненным воздухом грозит серьёзными опасностями для спортсменов, особенно специализирующихся в беге на длинные дистанции и марафонском беге, спортивной ходьбе, велосипедном спорте. Загрязненный воздух способствует

заметному снижению аэробной производительности спортсмена, существенно затрудняя деятельность системы дыхания. Особенно опасен загрязненный воздух для спортсменов, имеющих проблемы с дыхательной и сердечно-сосудистой системами, прежде всего для страдающих бронхиальной астмой (Колб, 2003).

Возраст, пол спортсменов и травматизм

Проблему спортивного травматизма следует также рассматривать в связи с возрастом и полом спортсмена. Например, очень опасен в отношении усталостных переломов пубертатный период, когда кости у детей больше, чем у взрослых, подвержены деформации и чувствительны к избыточной механической нагрузке (Barber-Westin et al., 2005). У взрослых спортсменов с возрастом снижается способность сухожилий к деформации, уменьшается прочность сухожилий и связок, а тугоподвижность суставов увеличивается. Это существенно повышает риск травм у спортсменов, перешедших оптимальный возрастной рубеж, особенно специализирующихся в видах спорта скоростно-силового характера. Вероятность травм у великовозрастных спортсменов, находящихся на этапе сохранения достижений, возрастает и в связи с тем, что у них чаще всего отмечаются следы предыдущих травм, что делает соответствующие звенья опорно-двигательного аппарата более уязвимыми (Witvrouw et al., 2003). Женщины подвержены травмам в значительно большей мере, чем мужчины, даже в случаях проявления особого внимания к профилактике травм (Lloyd et al., 2018).

Вероятность спортивных травм юных спортсменов в значительной мере связана с их мастерством. Как это ни парадоксально звучит, молодые спортсмены, имеющие высокий уровень функциональной подготовленности и технико-тактического мастерства, приобретенного в результате форсированной подготовки или в силу природной предрасположенности, особенно подвержены спортивным травмам, в частности, в сложнокоординационных видах, единоборствах и спортивных играх. Обусловлено это тем, что юные спортсмены, у которых не до конца сформировался опорно-двигательный аппарат и не завершилось возрастное развитие, часто включаются в составы взрослых команд, соревнуются со спортсменами значительно более старшего возраста и вынуждены переносить нагрузки и подвергаться воздействиям, не соответствующим их возможностям (Bergeron et al., 2015).

Травмы, требующие серьезного медицинского вмешательства, получают более трети спортсменов подросткового и юношеского возраста (Gamble, 2013). Основной объем травм приходится на поясничную область позвоночника, коленный и голеностопный суставы (Barber-Westin et al., 2005). Большая часть травм обусловлена несоответствием нагрузок этапу возрастного развития, недостаточной физической и технической подготовленностью. При этом вероятность травматизма у девочек значительно выше, чем у мальчиков (Goldberg et al., 2007).

Проблема травматизма не обходит и детей, находящихся на первых двух этапах многолетней подготовки. Несоответствие сложности упражнений, интенсивности и продолжительности их выполнения уровню неврологического развития ребенка, возможностям его опорно-двигательного аппарата, степени освоения двигательных навыков, познавательным возможностям существенно повышает риск спортивных травм. К сожалению, часто такие травмы случаются по вине тренеров и родителей, которые необъективно оценивают потенциал детей и толкают их на действия, приводящие к физическим и психическим травмам.

Вероятность серьезных травм опорно-двигательного аппарата, особенно костей, существенно возрастает в период интенсивного продольного роста. Переломы костей незрелых в половом от-

ношении юных спортсменов могут серьёзно нарушить динамику их роста, повысить вероятность повторной травмы и развития перетренированности (Windt, Gabbett, 2021).

Медико-биологические и психологические причины травматизма

Особую опасность в отношении повышения спортивного травматизма представляют стимулирующие препараты. Стимуляторы нервной системы — производные фенамина, приводящие к улучшению спортивных результатов за счёт устранения охранительного торможения, могут нанести непоправимый ущерб здоровью спортсменов. Хорошо известно, что применение производных фенамина привело к ряду смертельных случаев, особенно в велосипедном спорте. Летальные случаи среди спортсменов в результате нарушений сердечной деятельности были зарегистрированы и в результате применения кокаина.

Избыточное использование анаболических стероидов, к сожалению, характерное для ряда видов спорта, способно привести к изменению метаболизма соединительной ткани и снижению прочности сухожилий и связок, увеличению риска их разрывов (Michina, 1987). Это подтверждается и большим количеством спонтанных разрывов у спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта (Кайзер, Купперс, 2002).

Структурные и функциональные изменения в костной ткани, вызванные избыточным применением анаболиков, снижают её способность переносить напряжение, развиваемое мышцами (Laseter, 1991). Когда эти препараты принимают молодые спортсмены, у них нарушается процесс роста эпифизарных хрящей (Wadler, Hainline, 1989).

Под влиянием применения анаболических стероидов нарушается психическое состояние, в частности снижается контроль за поведенческими реакциями, проявляются агрессивность и излишняя импульсивность. Это чревато спортивными травмами как для самого спортсмена, так и для его соперников в спортивных играх или единоборствах (Пайп, 2002). Использование этих средств увеличивает вероятность сердечно-сосудистых заболеваний (Hurley et al., 1984), нарушений функции печени вплоть до развития её недостаточности (Kenney et al., 2019).

Бета-блокаторы, являющиеся эффективными веществами для уменьшения тревожности, тремора, частоты сердечных сокращений, нормализации психического состояния в экстремальных условиях, имеют ряд побочных действий. Они могут способствовать развитию депрессивного состояния, нарушению сна, отрицательно влиять на половую функцию (Пайп, 2002). Уменьшая чувство тревоги и опасности, значительно повышают риск травм в сложнокоординационных видах, гимнастике, горнолыжном спорте, фристайле и др. Наркотические анальгетики, притупляющие болевые ощущения и чувство усталости, также повышают вероятность получения травмы (Verhagen et al., 2012).

Диуретики, применяемые обычно для интенсивного снижения массы тела или устранения из организма следов использования запрещенных препаратов, могут вызвать серьёзные побочные действия — нарушение электролитного баланса, снижение сопротивляемости организма и повышение вероятности травм, отрицательное влияние на силовые возможности, выносливость, координационные способности.

Широко распространенные в спортивной практике кортикостероиды, применяемые для подавления симптомов утомления, одновременно нарушают процесс восстановления сухожилий, связок, хрящей. В течение нескольких месяцев после инъекций сухожилия и связки подвергаются большому риску разрывов, а суставы — развитию остеоартроза (Verhagen et al., 2012).

Одним из существенных моментов, который может стимулировать возникновение мышечных травм, является истощение запасов мышечного гликогена в результате интенсивной и продолжительной работы. Это приводит к нарушению оптимальной для данного вида работы структуры рекрутирования двигательных единиц, вовлечению в работу тех из них, которые обычно не участвуют в её выполнении. Изменение вследствие этого структуры движения может явиться дополнительным фактором риска мышечной травмы.

Учитывая, что до 10–15 % производимой энергии во время длительной работы, требующей проявления выносливости, поступает из белковых источников, излишне частые и продолжительные нагрузки аэробной направленности, не подкрепленные специальными диетами, могут привести к уменьшению мышечной массы вследствие белкового катаболизма и повышению вероятности травм (Paul, 1989). Дефицит железа снижает интенсивность окислительного метаболизма, приводит к накоплению лактата и также повышает вероятность скелетно-мышечной травмы. Дефицит витаминов способствует развитию утомления, замедляет восстановительные процессы и повышает вероятность травматизма.

Мышечный дисбаланс, проявляющийся в непропорциональном развитии мышц-антагонистов, недостаточная эластичность мышц и связок существенно повышают вероятность спортивных травм. Разносторонняя тренировка различных мышц, широкое применение упражнений на растяжение и расслабление в разминке, особенно перед интенсивной работой, способны в несколько раз (2–3) сократить количество травм мышечной, костной и соединительной тканей (Brewer, 2017).

Подавляющее большинство острых спортивных травм, как правило, характеризуется сильными болевыми ощущениями. Интенсивные лечебные процедуры постепенно приводят к тому, что боль перестает беспокоить спортсмена и он стремится вернуться к тренировочной деятельности. Однако отсутствие болевой реакции не означает восстановления функционального потенциала повреждённого звена опорно-двигательного аппарата. Исследования (Лидбеттер, 2002) показывают, что в течение определенного времени после устранения болевой реакции имеет место период уязвимости к повторной травме, продолжительность которого зависит от серьёзности повреждения, природы ткани, которая была повреждена, интенсивности заживления, возраста спортсмена, особенностей лечения и реабилитации, характера тренировочной деятельности после возвращения в спорт. Серьёзная травма соединительной ткани приводит к тому, что даже при удачном лечении, реабилитации и возобновлении тренировочных занятий соединительная ткань способна восстановить лишь около 80 % структурной и биомеханической целостности через 12 мес. после травмы. Естественно, что в течение всего этого периода остается повышенной уязвимость к повторной травме (рис. 21.1).

Хроническая травма спортсмена обычно диагностируется слишком поздно, и её возникновение соответствует появлению сильной боли. Проявлению хронической травмы обычно предшествуют микротравмы и состояние дисфункции, что означает аккумуляцию в течение длительного времени отрицательных воздействий, проявляющихся в виде рубцовых образований, дегенеративных изменений, что в результате существенно замедляет процесс лечения и реабилитации (рис. 21.2).

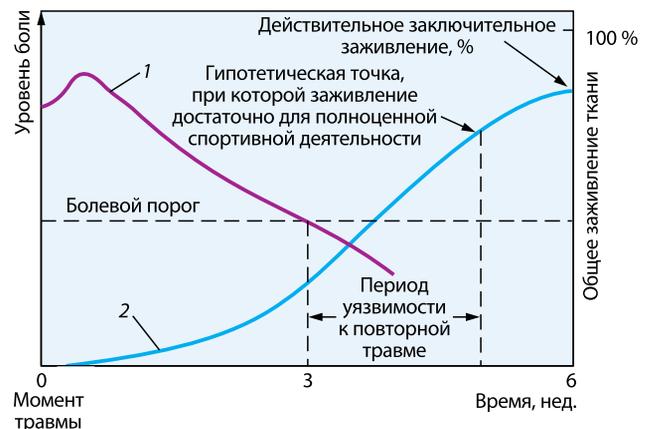


РИСУНОК 21.1 – Гипотетический профиль заживления после острого растяжения соединительной ткани (связок, сухожилий): 1 – боль; 2 – заживление (Лидбеттер, 2002)

РИСУНОК 21.2 – Профиль хронического микротравматического повреждения мягких тканей, типичный для травмы сухожилия вследствие чрезмерного использования: 1 – боль; 2 – процент повреждения ткани (Лидбеттер, 2002)



Усталостные переломы обычно связывают с плотностью микроэлементов в костях. Однако более серьёзным фактором риска являются величины внешних сил, вызванные анатомическими особенностями спортсмена, техникой движений, жестким противоборством, конструкцией спортивной обуви (рис. 21.3).

Спортивную обувь можно использовать с целью коррекции структуры движений, устранения отрицательного влияния геометрической структуры скелета, а следовательно, снижения вероятности травм (Нигг, 2002). Оптимизация структуры движений, обусловленная конструктивными особенностями спортивной обуви, также способствует повышению экономичности работы, повышению работоспособности в тренировочной и соревновательной деятельности.

Использование различных по плотности материалов, особенности профиля подошвы, конструктивные особенности поддерживающей стельки, форма носка обуви, материал и форма участка, стабилизирующего пятку, в значительной степени могут влиять на формирование рациональной техники движений, снижать нагрузку на наиболее уязвимые участки ноги (прежде всего, колено и голеностопный сустав), способствовать более эффективному и естественному процессу реабилитации после получения травм. Производители спортивной обуви вложили много средств в научные исследования и налаживание производства обуви с высокими амортизационными качествами. Наполненные воздухом стельки, использование разнообразных наполнителей в подошве обуви позволяют заметно снизить силы, действующие на ногу при соприкосновении с поверхностью, и уменьшить вероятность травмы.

К серьёзным нарушениям состояния здоровья спортсменов в период интенсивного полового созревания могут привести всевозможные диеты с невысокой энергетической ценностью, получившие распространение в спортивной и ху-

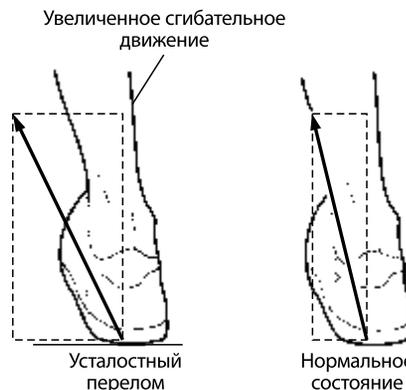


РИСУНОК 21.3 – Различия во внешних силах при контакте ступни с поверхностью (Grimston et al., 1991)

дожественной гимнастике, фигурном катании, единоборствах, беге на длинные дистанции. Непродуманные действия по снижению массы тела могут привести к деминерализации костей и нарушению менструальной функции.

У спортсменок высокого класса в периоды напряженной подготовки могут произойти нарушения менструального цикла, а следовательно, и содержания половых гормонов, — резкое снижение эстрогенов в плазме при повышенном уровне кортизола. В результате вероятность мышечного травматизма у спортсменок с нарушенным менструальным циклом может быть в 2—3 раза выше, чем у спортсменок с регулярным менструальным циклом. Более того, у таких спортсменок возрастает вероятность деминерализации костей и усталостных переломов (Patel, Pratt, 2009).

Существует тесная связь между состоянием стресса, в котором может оказаться спортсмен, и риском спортивной травмы. Страх, беспокойство, тревога, сопровождающие стресс, приводят к таким физиологическим проявлениям, как увеличение общего нервно-мышечного напряжения, снижение координационных способностей, нарушение техники, увеличение утомляемости, снижение внимания, повышенное возбуждение и др. Вполне естественно, что все эти реакции повышают вероятность спортивных травм. При этом чем выше физиологическая реакция на стресс, тем выше вероятность спортивной травмы.

Специалисты (Johnson, 2007; Brewer, 2009) обращают внимание на явную недооценку в современном спорте высших достижений психологических причин спортивного травматизма, в том числе связанных с личностными особенностями спортсменов. Спортсмены, относящиеся к психическому типу А, отличающиеся агрессивностью, частой сменой настроения, быстротой и стремительностью, значительно чаще травмируются по сравнению со спортсменами спокойного и уравновешенного темперамента (Brewer, 2009). Социально-экономический статус спортсмена, разного рода факторы, связанные с повышенным жизненным напряжением, не только отрицательно сказываются на качестве тренировочного процесса и спортивных результатах, но и существенно увеличивают риск получения спортивных травм (Pargman, 2007).

Спортивно-педагогические причины травматизма

Большинство специалистов убеждены в том, что тренировочные и, особенно, соревновательные нагрузки современного спорта часто являются чрезмерными и способствуют высокому травматизму. Во многом в результате таких нагрузок в течение года получают травмы от 30 до 70% бегунов на длинные дистанции, от 20 до 50% теннисистов. Специалисты выявили линейную зависимость между суммарным объёмом недельного бега и количеством травм.

В тренировочной и соревновательной деятельности бегунов и прыгунов сила, возникающая во время удара пяткой о землю, может в 3—5 раз превышать массу тела, что приводит к поглощению силы на каждую ногу спортсмена на 1 км бега до 65—75 т (Renström, Kannus, 1992). Можно подсчитать, какому огромному воздействию подвергаются мышечная, костная и соединительная ткани спортсмена, пробегающего в течение года 4000—6000 км и более. Вполне естественно, что кумулятивное воздействие этих ударных нагрузок во многом стимулирует развитие травм. Изменение техники постановки ноги, использование различных вариантов техники бега, варьирование скорости движений, применение бега по относительно мягкой поверхности (трава, песок), осторожное планирование бега по пересеченной местности, использование специальной обуви, обеспечивающей устойчивость и смягчение силы удара, в значительной мере способствуют профилактике травматизма.

Бегуны, получившие травмы, как правило, отличаются от бегунов, не имевших травм, большим недельным объёмом беговой нагрузки, большей протяжённостью и интенсивностью пробегания тренировочных дистанций, бóльшим числом тренировочных занятий, а нередко и наличием травмы, полученной в течение последнего года (Таунтон, 2002).

Изучая этиологию спортивных травм, специалисты пришли к единодушному мнению, согласно которому большая часть травм является следствием ошибок в построении процесса подготовки. Например, 60 % беговых травм и около половины усталостных переломов у бегунов связаны с такими ошибками, которые способствовали излишнему локальному мышечному утомлению, снижению способности мышц и погашению ударной силы и, следовательно, увеличению нагрузки на кость. Конкретными ошибками, приведшими к усталостным переломам, явились: излишнее интенсивное начало тренировочного занятия без эффективной разминки — 27 % переломов, чрезмерная суммарная нагрузка отдельного тренировочного занятия — 10 %, резкое увеличение длины отрезков, пробегаемых с высокой интенсивностью — 8 %, использование значительных объёмов бега по пересечённой местности без планомерной подготовки — 6 % (Таунтон, 2002).

Факторами риска являются изменение направленности тренировочного процесса и интенсификация тренировочных нагрузок. Вероятность травм возрастает в начале подготовительного периода, когда спортсмены нередко пытаются в короткое время восстановить уровень подготовленности, резко повышают нагрузки. Изменение направленности работы (например, от преимущественно аэробной к скоростно-силовой) увеличивает степень риска. Опасны в тренировочном процессе и переход от одного покрытия залов, площадок или стадионов к другому, например, от травяного — к синтетическому (Verhagen et al., 2012), и смена погодных условий (дождь, снег, мороз), существенно влияющих на взаимодействие обуви с покрытием (Gamble, 2013).

Очень часто травмы являются следствием недостатков в технике движений, ведущих к перегрузке мышечной и соединительной тканей, отсутствия внимания к ослаблению воздействия при выполнении упражнений силового и скоростно-силового характера, а также недостаточной освоенности и вариативности двигательных навыков (Hreljac et al., 2000; Steffen et al., 2007; Kritz et al., 2009).

В спортивных играх наибольшее количество травм приходилось на опытных спортсменов, что обусловлено двумя факторами: 1) высоким классом и авторитетом этих игроков, что заставляет соперников опекать их излишне жестко, часто нарушая правила; 2) наличием у этих спортсменов последствий прежних травм, что делает их более уязвимыми (Renström, 1991).

Активные действия в условиях прогрессирующего утомления способствуют возрастанию вероятности травмы опорно-двигательного аппарата (Kraemer, Fleck, 2007). Например, исследования, проведенные на материале футбола, убедительно продемонстрировали, что наибольшее количество травм приходится на последние 15 мин игры, когда соревновательная деятельность характеризуется особенно высоким напряжением, а игроки находятся в состоянии достаточно тяжелого утомления (Reilly, Lees, 2009).

Утомление неизбежно приводит к изменению структуры движений, что создает аномальную нагрузку на костную, мышечную и соединительную ткани, приводя к их повреждению. Многократное, систематическое действие этого фактора способно привести к развитию дегенеративных процессов (Моффруа, 2002). Другой пример связан с общепринятой практикой пренебрежения негативными последствиями незначительных травм мягких тканей и стремлением к быстрейшему возобновлению тренировочного процесса и соревновательной деятельности. В этом случае часто происходит нарушение обменных процессов в суставе и, как следствие, вероятность значительно более тяжелой травмы (Bahr et al., 2012). ещё большей опасностью является наложение холода или применение ле-

картвенных средств при получении средней или незначительной травмы, что широко используется для продолжения соревновательной деятельности. При блокировке болевых рецепторов естественные процессы, происходящие в мышечной и соединительной тканях, нарушаются, что повышает вероятность более серьёзной травмы (Newham, 1991).

Болезненные ощущения, являющиеся следствием неадекватных нагрузок, связаны с механическими повреждениями соединительных тканей, ишемией и спазмом двигательных единиц, накоплением промежуточных продуктов метаболизма. Особенно предрасполагают к возникновению таких ощущений силовые упражнения, выполняемые в эксцентрическом, плиометрическом и баллистическом режимах, которые в силу особенностей нервной иннервации, вовлечения двигательных единиц в работу, связаны со значительно большей нагрузкой на мышечную и соединительную ткани по сравнению с упражнениями концентрического характера, что является дополнительным фактором риска повреждения сократительных элементов мышц и сухожилий (Lloyd, Cronin, 2014).

Быстрое увеличение силы в результате напряженной узконаправленной тренировки может повысить риск травм. Связано это с тем, что адаптация связок и сухожилий к силовым нагрузкам протекает значительно медленнее по сравнению с мышечной гипертрофией и нейрорегуляторной составляющей силы. Поэтому мощные движения скоростно-силового характера, особенно плиометрического и баллистического типа, не подкрепленные адаптацией сухожилий и связок, могут привести к травмам (Gamble, 2013).

Заболевания и травматизм в разных видах спорта

Тренировочные и соревновательные нагрузки современного спорта не только приводят к высочайшему уровню функциональных возможностей спортсменов, но и являются фактором повышенного риска в отношении заболеваний и травм. При этом существует тесная связь между величиной и специфической направленностью нагрузок, с одной стороны, и характером заболеваний и травм — с другой.

С позиций медицинской диагностики травмы следует классифицировать следующим образом: 1) повреждение суставной капсулы и связок, 2) повреждение мышц и сухожилий, 3) ушиб, 4) вывих или подвывих, 5) перелом кости, 6) ссадина (царапина), 7) рваная (открытая) рана; 8) сотрясение, 9) инфекция или воспаление (Мехелен, 2002).

Скелетно-мышечные травмы бывают двух видов — острые и кумулятивные (повторные). Острые являются результатом разового эпизода, связанного с чрезмерным воздействием на костную, соединительную или мышечную ткань, а кумулятивные — результатом многократных избыточных или нерационально спланированных воздействий на мышцы, кости, связки, сухожилия, приводящих к нарушению их структурной целостности. Эти травмы могут быть представлены и как проявление перетренированности, злоупотребления нагрузками (Kocher et al., 2000). При острых травмах, как правило, доминируют внешние факторы, а усталостные, кумулятивные травмы обычно обусловлены сочетанием внутренних и внешних факторов риска (Hume, Russell, 2014; Windt, Gabbett, 2021).

Специфика вида спорта предопределяет характер травм: для лёгкой атлетики наиболее типичны повреждения суставной капсулы и связок, повреждения мышц и сухожилий; для конного и горнолыжного спорта — ушибы, сотрясения, переломы костей; для бокса — сотрясения, ушибы, ссадины; для борьбы — вывихи или подвывихи, повреждения связок, мышц и сухожилий, ушибы, сотрясения.

В футболе травмам наиболее подвержены связки коленного и голеностопного суставов, мышцы и сухожилия бедра и голени. При этом в большей мере страдают мышцы доминирующей ноги.

Более 40% травм являются следствием жесткого физического контакта с игроком команды-соперника (Gamble, 2013).

В хоккее с шайбой более половины травм являются результатом столкновений с соперником и ударов об ограждение площадки. Наиболее распространенные места травм — коленный сустав, голова и плечо. Количество травм, полученных в процессе соревнований, во много раз превышает количество травм, которым подвергаются спортсмены во время тренировки (Windt, Gabbett, 2021).

Анализ состояния здоровья спортсменов высокой квалификации показывает, что для разных видов спорта характерны разные заболевания. Так, наибольшее число заболеваний опорно-двигательного аппарата (остеохондроз, артроз, бурсит) отмечается у волейболистов высокого роста, в подготовке которых в большом объеме используются прыжковые упражнения с частыми падениями, а также у гимнастов, использующих в процессе подготовки большое количество скоростно-силовых элементов и прыжковых упражнений. Острые ЛОР-заболевания характерны для спортсменов, занимающихся плаванием на открытой воде, триатлоном, конькобежным спортом, фигурным катанием, что связано с переохлаждением (Иорданская, 1984). Среди гимнастов наиболее распространены травмы кисти: от 55 до 87,5% спортсменов испытывают болевые ощущения в области кисти как в тренировочной, так и в соревновательной деятельности. К сожалению, гимнасты часто начинают серьёзно заниматься лечением травм тогда, когда они уже не могут эффективно тренироваться и принимать участие в соревнованиях (Mandelbaum, 1989). В горнолыжном спорте наиболее характерны травмы коленей (Pope, 1982).

Связь спортивного травматизма со спецификой вида спорта может быть убедительно продемонстрирована данными, приведенными в таблице 21.1. Естественно, что специфичность травматизма в разных видах спорта предопределяет формирование средств и методов профилактики травм.

Острой проблемой для разных видов спорта являются травматические изменения межпозвоночных дисков под влиянием ударных и статических нагрузок. Особенно актуален этот вопрос для

ТАБЛИЦА 21.1 – Особенности повреждений опорно-двигательного аппарата спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта (Серегеев, Нигг, 2002)

Участок повреждения	Структура	Количество повреждений опорно-двигательного аппарата, %				
		Бег	Гандбол	Волейбол	Теннис, бадминтон, настольный теннис	Футбол
Колено	Связка	8	21	19	11	22
	Хрящ	4	4	7	5	5
	Сухожилие	10	4	11	4	2
	Кость	0	0	0	0	1
Нижняя часть ноги	Связка	0	0	0	0	0
	Хрящ	0	0	0	0	0
	Сухожилие	28	4	7	10	5
	Кость	4	4	3	1	2
Комплекс голеностопного сустава	Связка	12	18	23	12	17
	Хрящ	1	2	2	1	1
	Сухожилие	2	4	1	1	1
	Кость	0	0	0	0	1
Стопа	Связка	1	2	1	3	3
	Хрящ	0	0	1	0	1
	Сухожилие	4	2	2	3	2
	Кость	2	3	3	1	2
Другие		24	32	20	48	35

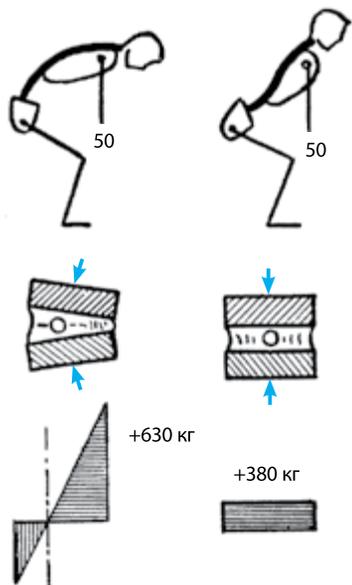


РИСУНОК 21.4 – Нагрузка на межпозвонковые диски при поднимании 50 кг разными способами. Слева – неправильная техника, справа – правильная. Компрессионная нагрузка на поясничный межпозвонковый диск составляет соответственно 630 и 380 кг (Зацюрский, Са-зонов, 1985)

ми весами, которые оказывают большую нагрузку на поясничный отдел позвоночника, необходимо использовать защитный пояс. Для профилактики травм позвоночника особенно важно следить за положением тела при поднятии отягощений (штанга, гири) от пола: спина должна быть плоской, позвоночник выпрямленным.

Чрезмерные нагрузки аэробного и смешанного аэробно-анаэробного характера нередко являются причиной перенапряжения миокарда у спортсменов, специализирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, — пловцов, гребцов, лыжников, бегунов на длинные дистанции, велосипедистов-шоссейников и др.

Вероятность получения травм в одних видах может в несколько раз превышать травмоопасность других видов (табл. 21.2). Наиболее опасными являются спортивные игры, особенно футбол, баскетбол и гандбол, наименее травмоопасными — конькобежный спорт и плавание.

Большинство спортивных травм (75–80%) можно классифицировать как лёгкие и умеренные. Их лечение может быть проведено в течение нескольких дней; 10–15% травм требуют достаточно длительного лечения, что значительно нарушает процесс подготовки и соревновательной деятельности спортсменов; 5–10% травм носят тяжёлый характер, требуют опе-

гимнастики спортивной, баскетбола, волейбола, спринтерского бега, легкоатлетических метаний, тяжёлой атлетики. Представителям этих видов спорта следует обращать особое внимание на технически правильное выполнение упражнений, связанных с большими нагрузками на межпозвонковые диски (рис. 21.4), постоянно использовать упражнения, направленные на укрепление мышц спины, прямых и косых мышц живота, а также средства, способствующие разгрузке и восстановлению межпозвонковых дисков — плавание, разные виды вытяжений, массаж (Kritz et al., 2010). Положение тела при выполнении силовых упражнений, особенно хвата (узкий, средний, широкий, открытый, закрытый), положение ног не только влияют на эффективность силовых упражнений, но и связаны с вероятностью получения травм. Устойчивая поза, рациональное положение таза, позвоночника и бедер, рациональный хват имеют важное значение для правильного выполнения силовых упражнений. При выполнении упражнений с большими свободны-

ТАБЛИЦА 21.2 – Количество травм у молодых спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта (1000 спортсменов в год) (Backx et al., 1991)

Вид спорта	Количество травм	Вид спорта	Количество травм
Баскетбол	998	Бейсбол	387
Гандбол	814	Лёгкая атлетика	295
Волейбол	548	Бадминтон	204
Хоккей на траве	528	Настольный теннис	193
Футбол	492	Теннис	147
Гимнастика спортивная	399	Плавание	123
		Конькобежный спорт	79

ТАБЛИЦА 21.3 – Локализация повреждений мышц в зависимости от видов спорта (Миронова и др., 1982)

Мышцы	Виды спорта и спортивные дисциплины
Трапецевидная мышца	Тяжёлая атлетика, метания, разные виды борьбы
Длинные мышцы спины	Спортивная гимнастика, прыжки в воду, тяжёлая атлетика, гребля
Мышцы плечевого пояса: грудная, дельтовидная, надостная	Тяжёлая атлетика, спортивная гимнастика, разные виды борьбы, метания, волейбол, гандбол, бадминтон
двуглавая мышца плеча	Разные виды борьбы, гимнастика спортивная, акробатика, тяжёлая атлетика
трёхглавая мышца плеча	Метания, лыжный спорт, волейбол, гандбол, гимнастика спортивная
Прямые мышцы живота	Гимнастика спортивная, прыжки в длину
Четырёхглавая мышца бедра	Футбол, хоккей, прыжки, регби, баскетбол, гандбол, волейбол, акробатика
Приводящие мышцы бедра	Футбол, хоккей, прыжки с шестом, фехтование, барьерный бег, слалом
Группа разгибателей бедра и сгибателей голени	Футбол, бег на короткие дистанции, барьерный бег, прыжки в длину и высоту, гимнастика спортивная
Икроножная мышца	Бег на все дистанции, прыжки, фехтование, бокс

ративного вмешательства и делают проблематичной дальнейшую карьеру спортсмена (Kannus, Järvinen, 1989; Renström, Kannus, 1992; Joyce, Robinson, 2021).

Особенности тренировочной и соревновательной деятельности, характерной для разных видов спорта, находят отражение и в травматизме мышц (табл. 21.3). Наиболее часто у спортсменов поражаются мышцы нижних конечностей (62%), мышцы верхних конечностей травмируются реже (22%), прочие — 16% (Миронова и др., 1982).

Следует учесть, что в одних видах спорта большинство травм возникает во время тренировочных занятий (60—75% общего количества травм). Так происходит в лыжных гонках, гребле, плавании, фигурном катании, тяжелой атлетике и др. В некоторых спортивных играх, например в футболе и хоккее, более 60% травм спортсмены получают во время соревнований. Велика частота соревновательных травм и в других контактных игровых видах — гандболе, баскетболе, в то время как в волейболе большинство травм приходится на тренировочные занятия (Башкиров, 1987). Что касается тенниса, то в этом виде спорта в последние годы соревновательный травматизм значительно повысился, что во многом обусловлено увеличением количества ответственных соревнований и игр, возрастанием соревновательных нагрузок в каждой игре в связи с повышением мастерства игроков и обострением соревновательной борьбы.

Основные направления профилактики травм у спортсменов

Профилактика травматизма должна предусматривать деятельность в нескольких направлениях: организационном, материально-техническом, медико-биологическом, психологическом, спортивно-педагогическом. В каждом из них кроются как факторы риска, так и большие возможности профилактики спортивного травматизма, быстрого и эффективного лечения спортивных травм, реабилитации после них, повышения эффективности спортивной подготовки.

Большое значение для профилактики спортивных травм имеет комплексное обследование спортсмена, которое предполагает определение наличия последствий предыдущих травм, выявление нестабильности суставов, характеристику состояния мышц и связок, выявление тугоподвижности мышц и связок. Результаты этих исследований в значительной мере должны определять содер-

жание тренировочного процесса — развитие гибкости, укрепление мышц и связок, характер разминки и др. (Joyce, Robinson, 2021).

Устранение даже отдельных факторов риска способно стать существенным фактором профилактики заболеваний и травм. Например, эффективная профилактика травм в области плеч у пловцов может быть обеспечена широким применением упражнений, направленных на развитие гибкости, силовой подготовкой на тренажёрах, разнообразием упражнений в воде, особенно в состоянии прогрессирующего утомления спортсменов (Мак-Аллистер, Ричардсон, 2000). Укрепление мышц нижних конечностей, широкое применение упражнений, направленных на повышение подвижности в суставах, значительно снижает травмы у футболистов (Gamble, 2013). Силовые упражнения, укрепляя мышцы, сухожилия, связки, способствуя развитию костной ткани, во многом обуславливают профилактику травм в единоборствах, тяжелой атлетике (Staff, 1982).

Профилактика спортивных травм в значительной мере определяется спецификой вида спорта. Например, в тяжёлой атлетике наиболее травмоопасными зонами являются поясничная область, коленные и плечевые суставы. Укрепление мышц, связок и сухожилий в этих зонах, их эластичность и растяжимость, рациональная техника выполнения упражнений позволяют существенно снизить риск травм, тем более что большинство из них являются острыми и незначительными (Chavda, Everett, 2018). Профилактика травматизма в велосипедном спорте в значительной мере обусловлена необходимостью стабилизации пояснично-тазового комплекса, что требует широкого использования упражнений, направленных на повышение силовых возможностей постуральных мышц, мышц брюшной полости, а также укрепление мышц и соединительной ткани, определяющих движения в коленном и голеностопном суставах (Munroe, Haff, 2018). В разных видах единоборств травмы могут преимущественно носить контактный или бесконтактный характер. Например, в боксе или вольной борьбе большая часть травм связана с прямыми контактами с соперниками как в тренировочной, так и соревновательной деятельности. В тхэквондо большая часть травм, приводящая к длительным потерям тренировочного времени, является следствием движений с большой амплитудой и скоростью, частой смены направления, вращений туловища, жёстких ударов, прыжков даже без прямого контакта с соперником. Эти движения представляют серьёзный риск для лучезапястного, коленного и голеностопного суставов, а также позвоночника (Ingram et al., 2018).

Скоростно-силовые виды спорта (спринтерский бег, прыжки, метания, тяжёлая атлетика) требуют особого внимания к развитию гибкости, полноценной разминке. Это обусловлено тем, что тугоподвижная, плохо растягиваемая мышца представляет очевидную проблему в отношении вероятности травмы (Bahr et al., 2012). Такая мышца ограничивает амплитуду движений, что приводит к частым растяжениям и разрывам на участке мышечно-сухожильного соединения, поэтому работа над повышением растяжимости мышечной и соединительной тканей имеет большое значение для профилактики повреждения мышц, сухожилий, суставной капсулы и связок (Verral et al., 2005).

Исследования показали, что специальная нейромускульная программа профилактики травм, включающая динамическое растягивание, эксцентрические, плиометрические и баллистические упражнения, сложнокоординационные упражнения приводят к существенному снижению травматизма (Verhagen et al., 2012).

Необходимо знать, что укрепление мышц, связок и сухожилий является существенным для профилактики травм, которые могут возникнуть в результате чрезмерного растягивания, вероятность которого очень велика как в процессе тренировочной, так и соревновательной деятельности. Это предопределяет органичную взаимосвязь процесса развития силовых качеств, предусматривающе-

го гипертрофию мышечной и соединительной тканей, и процесса развития гибкости, направленного на повышение растяжимости мышц и соединительной ткани.

Рационально построенная разминка является важным фактором в деле снижения вероятности травм. В то же время нарушение основных принципов её построения — дополнительный фактор риска. В частности, первая часть разминки должна быть не интенсивной, направленной исключительно на повышение внутренней температуры, способствующей снижению вязкости мышц. Этому способствует бег невысокой интенсивности, разные гимнастические упражнения, не требующие предельной амплитуды движений, силовые упражнения с небольшими отягощениями. Только после разогрева мышц и соединительной ткани можно переходить к упражнениям на растягивание. Применение таких упражнений в начале разминки при высокой вязкости мышц существенно повышает вероятность повреждения мышц, сухожилий и связок (Платонов, 2021).

Большое значение для профилактики травм имеет рациональное построение программ занятий, микроциклов и мезоциклов. За счёт оптимального построения этих структурных элементов удается избежать ряда основных факторов риска спортивной травмы: излишней продолжительности однообразных тренировочных нагрузок, нерационального чередования нагрузок и отдыха, отсутствия рационального соотношения микроциклов напряженной работы, стимулирующих адаптационные реакции и восстановительных микроциклов, создающих условия для полноценного восстановления и протекания адаптационных реакций и др. (Платонов, 1997; Verhagen et al., 2012).

Не менее существенно и точное определение требований в отношении уровня развития двигательных качеств, возможностей важнейших функциональных систем, диктуемых спецификой вида спорта и уровнем планируемых результатов. Стремление превысить оптимальные величины нарушает пропорциональность в совершенствовании различных сторон подготовленности, требует избыточных нагрузок и является фактором риска в отношении спортивных травм. Это относится и к оценке скрытых функциональных резервов в отношении различных сторон подготовленности спортсмена и возможностей основных функциональных систем. Например, интенсивная работа над повышением мощности аэробных процессов в случае, когда достигнут индивидуальный предел адаптации кардиореспираторной системы в отношении уровня максимального потребления кислорода, является серьёзным фактором риска перенапряжения миокарда. Избыточная работа над развитием гибкости без учёта индивидуальных анатомических и морфологических особенностей двигательного аппарата существенно повышает вероятность травм мышц, связок, сухожилий, является причиной «разболтанности» суставов.

Нерациональные мышечные нагрузки (особенно силового и скоростно-силового характера) могут стать причиной отставленной мышечной боли, обычно возникающей на вторые сутки после занятий. Спортсмены и тренеры, как правило, не обращают на эти явления серьёзного внимания, считая их естественными для занятий, проводимых в начале сезона, перехода к большим нагрузкам или резкого изменения направленности процесса подготовки. Однако отставленная боль в мышцах может привести к серьёзным нарушениям мышечной ткани функционального и структурного характера (Joyce, Robinson, 2021).

Профилактика болезненных ощущений в области мышц может быть обеспечена планомерным увеличением нагрузки и эффективной разминкой, недопущением резкой смены направленности тренировочной работы (например, резкий переход к силовой подготовке после цикла аэробной работы). Уменьшению болезненных ощущений в области мышц, если они уже наблюдаются, способствуют растягивания в статическом режиме, которые тормозят развитие ультраструктурных изменений мышц и ускоряют процесс устранения имеющихся изменений.

Такие растягивания являются эффективными даже при наличии хронических изменений мышц (De Vries, Housh, 1994).

Профилактике травматизма способствует и плавное увеличение тренировочных нагрузок после длительных перерывов в тренировочной деятельности, особенно если они были вызваны травмами. Планирование предельных нагрузок допустимо лишь при полной уверенности в готовности функциональных систем организма к их перенесению (Платонов, 2019). Интенсивная тренировка ослабевших, не подвергнутых полной реабилитации структур опорно-двигательного аппарата может привести к катастрофическим последствиям в отношении здоровья занимающихся, не говоря уже об их спортивной карьере (Мак-Комас, 2001).

Следует помнить, что большинство травм (более 70%) обусловлены ошибками, допускаемыми в тренировочном процессе. Нерациональная динамическая и кинематическая структура двигательных действий, особенно связанных с замедлением бега, остановкой, сменой направления движений, резко увеличивает вероятность травм (Barton et al., 2016; Kenneally-Dabrowski et al., 2019). Использование силовых упражнений эксцентрического, плиометрического и баллистического характера связано с повышенным риском травм (Mueller-Wohlfahrt et al., 2013). Вероятность травм возрастает в случае резкого перехода к упражнениям значительно большей интенсивности, попыток выполнения упражнений с максимально доступными отягощениями (Joyce, Robinson, 2021).

Очень большое значение для профилактики спортивных травм имеет и достаточно высокий уровень развития у спортсменов способностей к ориентированию в пространстве, произвольному расслаблению мышц, к оценке и регуляции динамических и пространственно-временных параметров движений. 15–20-минутная ежедневная тренировка координационных способностей способна стать исключительно действенным средством в отношении профилактики травм.

Устранение или уменьшение психоэмоционального напряжения, обусловленного социальными, личными или спортивными проблемами в жизни атлета, уменьшает вероятность спортивных травм. Осознанное и вдумчивое отношение к содержанию тренировочного процесса и соревновательной деятельности, изучение и анализ факторов риска спортивных травм, концентрация внимания на качестве двигательных действий снижают вероятность травм (Williams, Andersen, 2007).

Таким образом, вопросы предупреждения спортивных травм не представляют собой сугубо врачебной проблемы. Они касаются всех, кто призван готовить высококвалифицированных спортсменов и обеспечивать им нормальные условия для учебно-тренировочных занятий и участия в соревнованиях, т. е. тренеров, врачей, судей, технического персонала, проектировщиков и строителей спортивных сооружений, представителей спортивной науки (физиологов, биомехаников) и др. Таким образом, профилактика спортивного травматизма включает комплекс организационно-методических мероприятий, направленных на постоянное совершенствование материально-технического обеспечения, улучшение условий проведения учебно-тренировочных мероприятий и соревнований, постоянное повышение квалификации врачей и тренерско-преподавательского состава, неукоснительное соблюдение правил врачебного контроля и т. д., обеспечивающих планомерное повышение уровня физической и технико-тактической подготовленности, морально-волевых качеств и укрепление здоровья спортсмена (Joyce, Robinson, 2021; Гаврилова, 2022).

Профилактика спортивного травматизма требует прежде всего детального изучения причин и обстоятельств, вызвавших травму. Даже незначительная травма должна анализироваться врачом, тренером и самим пострадавшим (активная профилактика), чтобы впоследствии можно было устранить её конкретную причину и исключить возможность повторения (Башкиров, 1989; Ратов, 1989).

В этой связи важно информировать тренера и спортсмена о факторах риска, важнейших направлениях предупреждения травм и профессиональных заболеваний, особенностях лечения и реабилитации. В этой работе должны участвовать врачи, диетологи, психологи, специалисты в области функциональной диагностики, физиотерапевты. Особая роль отводится специалистам по методике тренировки, так как большая часть травм обусловливается нарушением её закономерностей и принципов.

Серьёзной проблемой современного спорта являются так называемые усталостные травмы, которые являются следствием микротравм, приводящих, в конечном счёте, к явному повреждению ткани. В формировании такой травмы ведущую роль могут играть как первичные (возраст, пол, уровень физической подготовленности, спортивная техника, спортивный инвентарь, обувь и др.), так и вторичные (последствия предыдущей травмы) факторы. Изучая усталостные спортивные травмы, разрабатывая методы их профилактики, спортивные врачи, тренеры и спортсмены традиционно акцентируют внимание на участке повреждения. В то же время любая травма — следствие деятельности всей биомеханической цепочки, обеспечивающей целостный двигательный акт, поэтому необходимо изучить всю цепочку, что позволит объективно выявить тот её элемент, который создает дисфункцию, лежащую в основе травмы (Макинтайр, Лойд-Смит, 2002; Windt, Gabbett, 2021).

Исследования показывают, что около трети спортивных травм являются следствием неэффективной реабилитации после ранее перенесенных травм. У спортсменов, перенесших серьёзные острые или усталостные травмы, уменьшаются силовые возможности мышц, ухудшается гибкость, нарушается мышечный баланс, возрастает тугоподвижность мышц и др. Естественно, что все эти изменения существенно сказываются на эффективности технико-тактических действий, способности выполнять широкоамплитудные движения с большой мощностью. Поэтому процесс реабилитации, наступающий после лечения, должен быть достаточно длительным и целенаправленным, позволяющим восстановить двигательные возможности спортсмена до уровня, близкого к предшествовавшему травме. Сокращение этого периода, стремление применять интенсивные тренировочные и соревновательные нагрузки до его завершения резко увеличивает вероятность повторной, часто значительно более тяжёлой, травмы (Verhagen et al., 2012; Joyce, Robinson, 2021).

Эффективность реабилитации после травм в значительной мере обусловливается психологическими и поведенческими реакциями спортсменов. Разрушительные эмоциональные реакции (страх, депрессия, гнев), несомненно, затрудняют процесс лечения и реабилитации. Показано (Brewer, 2009), что серьёзные физические травмы нередко (до 24% случаев) приводят к серьёзным психическим расстройствам. Например, понимание того, что спорт является сферой деятельности, для которой характерны травмы, формирование рациональной реакции на полученную травму, концентрация внимания на лечении и реабилитации, возможностях и перспективах возобновления тренировочного процесса ускоряют процесс устранения последствий травм.

Большое значение имеет уверенность спортсмена в правильности программы лечения и реабилитации, поддержка со стороны тренера, родных, друзей, партнеров по команде, помощь профессиональных психологов (Brewer, 2009).

Важным моментом предупреждения травм являются правильные действия при резком ухудшении самочувствия — тяжёлом утомлении, болевых ощущениях, потере контроля над ситуацией и др. Особое внимание следует обращать на работу в условиях утомления, когда функциональные возможности мышц существенно снижаются, что может привести к усталостным переломам (Windt, Gabbett, 2021).

Для профилактики травматизма исключительно важно состояние спортивных сооружений, спортивного инвентаря и оборудования, спортивной формы. Исследование причин травматизма в горнолыжном спорте показало, что появление современных креплений, позволяющих безотказно высвободить ногу в различных режимах, в несколько раз снизило количество травм нижних конечностей (Johnson et al., 1989). Травмы локтя и плеча, от которых страдают многие теннисисты, в значительной мере зависят от качества ракеток (материал, размер, масса, натяжение струн), а также используемых мячей (Verhagen et al., 2012).

Профилактика травматизма в гимнастике спортивной в значительной мере предопределяет направления развития промышленности, относящейся к производству гимнастических снарядов, специальных покрытий, батутов, различных тренажеров и др. (Bieze, 2007; R. Sands, L. Sands, 2012).

Большие возможности в этом направлении таятся и в совершенствовании конструкций спортивной обуви. Биомеханические исследования, а также анализ травматизма в разных видах спорта позволили свести направления совершенствования конструкции спортивной обуви к двум основным: 1) предупреждение чрезмерной нагрузки на наиболее уязвимые звенья опорно-двигательного аппарата; 2) повышение эффективности мышечной деятельности (Сегессер, Нигг, 2002).

При реализации возможностей первого направления акцентируется внимание на том, что спортивная обувь должна обеспечивать: 1) ограничение воздействия ударных сил во время приземления; 2) поддержку стопы во время опорной фазы; 3) рациональное направление стопы в заключительной фазе контакта с поверхностью. Для совершенствования обуви в соответствии с этими требованиями имеются неограниченные возможности (табл. 21.4), которые широко используются ведущими фирмами-производителями спортивной обуви.

Учитывая, что спортивным травмам чаще всего подвергаются коленный, голеностопный, локтевой и лучезапястный суставы, в последние десятилетия разрабатываются и внедряются различные профилактические ортопедические приспособления для защиты суставов от травм, а также облегчения процесса реабилитации после перенесения травм. Определены и требования к таким приспособлениям: они не должны нарушать нормальную функцию, уменьшать вероятные травмы, не повышать вероятность травм в другом месте, быть прочными, приспособляться к анатомическим особенностям спортсмена (Крейтон, Мак-Кензи, 2002). В настоящее время разработано очень много конструкций та-

ТАБЛИЦА 21.4 – Пути повышения эффективности спортивной обуви для предупреждения чрезмерной нагрузки и снижения травматизма (Сегессер, Нигг, 2002)

Концепция	Технические возможности	Примеры
Амортизация	Материал	Воздух
		Гель
		Двойная плотность
		Гидропоток
		Упруговязкие стельки
	Конструкция	Выпуклая
		Мягкая
		Закрученная
		Консольная
		С отсеками для воздуха
Поддержка	Материал	Различная плотность
		Конструкция
	Ширина подошвы	
	Крепления	
	Стабилизаторы пятки	
	Отсеки для воздуха	
	Воздушный насос	
	Гибкие стельки	
	Элементы, обеспечивающие стабильность	
	Направление	Материал
Конструкция		
		Прошитая подошва
		Крепления
Гибкие стельки		

ких ортопедических приспособлений. Они обеспечивают функциональную устойчивость суставов, предохраняют от неконтролируемых, травмоопасных движений. В последние годы бандажи получили широкое распространение в разных видах спорта, прежде всего в хоккее на льду, теннисе, гандболе, баскетболе. Однако результатами ряда клинических и биомеханических исследований было показано, что недостаточно качественные приспособления могут быть дополнительным фактором риска получения травмы. Ортопедические приспособления могут ограничивать технико-тактические возможности спортсмена и отрицательно сказываться на результатах соревновательной деятельности (Пинковски, Паулос, 2002). Показано также, что рациональное бинтование суставов с профилактической и реабилитационной целью в настоящее время является не менее, а во многих случаях и более эффективным по сравнению с ортопедическими приспособлениями (Лутц и др., 2002; Макарова, 2022).

Таким образом, применение высококачественного инвентаря и оборудования является важнейшей составной частью общей стратегии профилактики всех видов спортивных травм.

Совершенствование правил соревнований, исходя из требований безопасности спортсменов, также является важным резервом снижения спортивного травматизма. Несмотря на то что многие изменения правил, способствующие повышению безопасности спортсменов, часто вызывают противодействие тренеров, судей, зрителей, большинство спортивных федераций достаточно активно работают в этом направлении, что привело к снижению травматизма в боксе, борьбе, водном поло, бейсболе, фигурном катании, горнолыжном спорте и других видах спорта.

Важным направлением профилактики спортивных травм является оптимальное восстановление после полученных травм, возвращение к прежнему уровню тренировочных и соревновательных нагрузок. Специалисты (Bahr et al., 2012) выделяют три стадии восстановления: острую (от нескольких дней до нескольких недель); реабилитационную (от нескольких недель до нескольких месяцев); восстановительно-тренировочную (от нескольких недель до 2–3 мес.). Конечно, это деление в значительной мере является условным, очередная стадия может накладываться на предыдущую, так как восстановление после травм является целостным процессом.

В первой стадии – в зависимости от сложности и характера травмы – тренировочный процесс может быть полностью прекращен или же перемещен в сторону иной направленности, не задействующей поврежденную структуру. При этом важно определить причину, которая привела к травме (нерациональная нагрузка, снаряжение или обувь, плохая разминка и т.д.) с тем, чтобы устранить её в дальнейшем.

Во второй стадии необходимо планомерно и под постоянным контролем восстанавливать амплитуду движений, возможности систем энергообеспечения, уровень развития силы, гибкости, координации, выносливости. Особое внимание должно быть обращено на восстановление оптимальной амплитуды движений в основных двигательных действиях. Постоянно следует следить за состоянием травмированной ткани, избегать нагрузок, способных замедлить процесс реабилитации или привести к повторной травме. Развитие двигательных качеств следует проводить на материале, щадящем травмированную структуру.

В процессе восстановления после травм во второй и третьей стадиях особое место должно отводиться содержанию разминки, в которой должны быть предусмотрены упражнения, направленные на воздействующие на травмированную ткань. Это повышает интенсивность восстановления в этих стадиях и снижает вероятность повторной травмы в тренировочном занятии (Gilchrist et al., 2008).

Устранение в третьей стадии болевых ощущений, восстановление уровня двигательных качеств, амплитуды движений, выносливости, которое по отношению к обычной жизни может рассматриваться

как полное восстановление, далеко не всегда может оцениваться таким образом по отношению к спортсменам. Требуется ещё определенный период, требующий учёта в тренировочной и соревновательной деятельности особенностей ранее полученной травмы.

В процессе восстановления после травм важно учитывать, что прекращение тренировочного процесса, обусловленное травмами, способно привести к серьёзной деадаптации систем энергообеспечения, двигательного аппарата. Например, установлено, что полное прекращение силовой тренировки уже в течение первых двух недель может привести к уменьшению силы на 10% и снижению площади поперечного сечения мышц на 1% в течение каждого дня бездействия. Аналогичные изменения происходят в сухожилиях и связках, прочность и эластичность которых постепенно уменьшается (Bahr et al., 2012). Поэтому допустимое сохранение двигательной активности в процессе реабилитации после травм и активная ментальная тренировка позволяют существенно замедлить процесс деадаптации.

В заключение следует отметить, что профилактика спортивного травматизма обусловлена знаниями факторов риска и их устранением или смягчением в условиях тренировочной и соревновательной деятельности. Свести все эти факторы можно в шесть групп.

1. Материально-техническое и организационное обеспечение тренировочной и соревновательной деятельности:

- плохое состояние спортивных сооружений, мест проведения тренировочных занятий;
- низкое качество спортивной формы и инвентаря;
- нерациональное питание, не соответствующее специфике вида спорта и характеру нагрузок;
- низкое качество медицинского обеспечения подготовки и соревнований.

2. Погодные, климатические и географические условия мест подготовки и соревнований:

- неблагоприятные погодные условия;
- высокогорье и среднегорье;
- высокие температуры;
- высокая влажность;
- низкие температуры;
- загрязнение воздуха;
- резкая смена часовых поясов.

3. Подготовленность и функциональные возможности спортсменов:

- недостаточные знания в области профилактики заболеваний и травм;
- недостаточная технико-тактическая подготовленность спортсмена;
- недостаточная эластичность мышц, связок и сухожилий;
- низкий уровень координационных способностей;
- непропорциональное развитие мышц-антагонистов;
- наличие скрытых форм заболеваний и незалеченных травм.

4. Система спортивной тренировки:

- несоответствие тренировочных заданий уровню подготовленности спортсмена;
- нерациональная спортивная техника;
- недостаточная и неэффективная разминка;
- выполнение сложных тренировочных заданий в условиях явного утомления;
- чрезмерные физические и психические нагрузки;
- нерациональный режим работы и отдыха;
- нерациональные методы и средства подготовки.

5. Питание, восстановление и стимуляция работоспособности и адаптационных реакций:

- нерациональное питание, не соответствующее специфике вида спорта и характеру нагрузок;
- недостаток витаминов и микроэлементов;
- нерациональный питьевой режим;
- отсутствие или нерациональное применение средств восстановления.

6. Организация и проведение соревнований:

- несовершенство правил соревнований;
- низкое качество судейства, допускающее грубые и рискованные приемы;
- грубые действия соперника;
- недостаточная и неэффективная разминка;
- излишне длительные перерывы между отдельными стартами и отсутствие дополнительной разминки;
- использование недостаточно освоенных приёмов и действий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алавердян, А.М., Альперович, Б.Р., Городецкий, В.В., Коробов, А.Н., Кукес, В.Г., Рудаков, А.Г., Сокова, Э.В., Чурилова, Г.С. и Фельд, Б.Н. (1987). *Физическое перенапряжение у спортсменов: метод. рекоменд.* Москва, 41 с.

Алтер, М.Дж. (2001). *Наука о гибкости*. Киев: Олимпийская литература, 424 с.

Анохин, П.К. (1975). *Очерки по физиологии функциональных систем*. Москва: Медицина, 402 с.

Армстронг, Л. и Кармайл, К. (2004). *Программа подготовки Лэнса Армстронга*. Москва, 232 с.

Арсели, Э. и Канова, Р. (2000). *Тренировка в марафонском беге*. Москва: Терра-Спорт, с.63.

Аткинсон, Р.Л., Аткинсон, Р.С., Смит, Э.Е., Бем, Д.Дж. и Нолен-Хоэксема, С. (2007). *Введение в психологию*. Санкт-Петербург: Прайм-Еврознак, 816 с.

Бар-Ор, О., Роуланд, Т. (2009). *Здоровье детей и двигательная активность: от физиологических основ до практического применения* [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, 528 с.

Башкиров, В.Ф. (1981). *Возникновение и лечение травм у спортсменов*. Москва: Физкультура и спорт, 224 с.

Бернштейн, Н.А. (1991). *О ловкости и ее развитии*. Москва: Физкультура и спорт, 288 с.

Боднар, А.М. (2008). Структура памяти. В кн.: Ю.Б. Гипенрейтер, В.Я. Романов, ред. *Психология памяти*. Москва: АСТ Астрель, 407 с.

Болобан, В.Н. (1990). *Система обучения движениям в сложных условиях поддержания статодинамической устойчивости* [Дис. д-ра пед. наук.]. Киев, 364 с.

Болобан, В.Н. (2013). *Регуляция позы тела спортсмена: монография*. Киев: Олимпийская литература, 232 с.

Болобан, В.Н., Коркин В.П. (1991). *Школа семейной акробатики*. Киев: Молодь, 168 с.

Борзов, В. (2014). Подготовка легкоатлета-спринтера: стратегия, планирование, технологии. *Наука в олимпийском спорте*, 1, сс. 60-74.

Бражник, А.Л. (2009). *Эффективные методики растяжки*. Харьков, 152 с.

Броуэр, Л. (2002). *Фармацевтическая и продовольственная мафия*. Киев: Издательский дом «Княгиня Ольга», 278 с.

Брукнер, П. (2002). Питание и диета. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения* [пер. с англ.]. 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 252-272.

Булатова, М.М. (1996). *Теоретико-методические основы реализации функциональных резервов спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности*. [Дис. д-ра пед. наук.]. Киев, 356 с.

Булгакова, Н.Ж. (1976). *Проблема отбора в процессе многолетней тренировки (на материале плавания)*. [Автореф. дис. д-ра пед. наук.]. Москва, 640 с.

Булгакова, Н.Ж. (1986). *Отбор и подготовка юных пловцов*. Москва: Физкультура и спорт, 192 с.

Бутченко, Л. (1974). Сердце спортсмена. В: *Спорт в современном обществе*: сборник научных материалов Всемирного научного конгресса. Москва: Физкультура и спорт, с. 192.

Вайцеховский, С.М. (1985). *Система спортивной подготовки пловцов к Олимпийским играм*. [Диссертация д-ра пед. наук]. Москва, 368 с.

Веракса А.Н., Горовая А.Е. (2011). Модели использования образов в спортивной психологии. *Психолого-педагогические исследования*, 1.

Верхошанский, Ю.В. (1988). *Основы специальной физической подготовки спортсменов*. Москва: Физкультура и спорт, 332 с.

Верхошанский, Ю.В. (2005). Теория и методология спортивной подготовки: блоковая система тренировки спортсменов высокого класса. *Теория и практика физической культуры*, 4, сс. 2-14.

Вилмор, Дж.Х. и Костіл, Д.Л. (2003). *Фізіологія спорту*: підручник. Киев: Олимпийская литература, 656 с.

Вильямс, Н., Де Суз М.Ж. (2008). Энергетический баланс и связанные с занятиями физическими упражнениями нарушения менструального цикла: практические и клинические аспекты. В кн.: У.Дж. Кремер и А.Д. Рогол, ред., *Эндокринная система, спорт и двигательная активность*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 260-277.

Виноградов, Г.П. (2009). Специфические особенности женского организма. *Атлетизм: теория и методика*. Москва: Советский спорт, сс. 295-297.

Виноградов, М.И. (1983). Принципы центральной нервной регуляции рабочей деятельности. В кн.: *Руководство по физиологии труда*, 1-е изд. Москва: Медицина, сс. 23-34.

Виру, А., Виру, М. и Коновалова, Г. (1993). Биологические аспекты управления тренировкой. В кн.: *Современный олимпийский спорт*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 12-24.

Вовк, С.И. (2002). Паузы в тренировочном процессе у женщин-спортсменок, вызванные беременностью, и их влияние на спортивные достижения. *Теория и практика физической культуры*, 6, сс. 14-16.

Волк, Дж.С. и Шарман, М.Дж. (2008). Диета и гормональный ответ: потенциальное воздействие на состав тела. В кн.: Кремер, У.Дж. и Рогол, А.Д., ред. *Эндокринная система, спорт и двигательная активность*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 417-434.

Волков, Н.И. (1974). Проблема утомления и восстановления в теории и практике спорта. *Теория и практика физической культуры*, 1, сс. 60-63.

Волков, Н.И. и Олейников, В.И. (2005). *Биологически активные пищевые добавки в специализированном питании спортсменов*. Москва: «СпортАкадемПресс», 88 с.

Волков, Н.И., Несен, Э.Н., Осипенко, А.А. и Корсун, С.Н. (2000). *Биохимия мышечной деятельности*. Киев: Олимпийская литература, 504 с.

Вольпе, С. (2014). Витамины и минералы для физически активных лиц. В кн.: К.А. Розенблюм, ред., *Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 61-85.

Воробьев, А.Н. (1989). *Тренировка, работоспособность, реабилитация*. Москва: Физкультура и спорт, 272 с.

Вржесневский, В.В. (1964). Последствие нагрузок упражнениями в плавании. *Теория и практика физической культуры*, 10, с. 61.

Вржесневский, В.В. (1966). Последствие нагрузки, полученной во время тренировочного урока, и построение малого (недельного) цикла тренировки. В кн.: *На голубых дорожках*. Москва: Физкультура и спорт, сс. 25-32.

Гавердовский, Ю.К. (2002). *Техника гимнастических упражнений*. Москва: Терра-спорт, 512 с.

Гавердовский, Ю.К. (1991). Опыт трактовки ортодоксальной дидактики в современном контексте обучения спортивным упражнениям. *Теория и практика физической культуры*, 8, сс. 12-20.

Гавердовский, Ю.К. (2007). *Обучение спортивным упражнениям: Биология. Методология. Дидактика*. Москва: Физкультура и спорт, 911 с.

Гаврилова, Е.А. (2022). *Безопасный спорт. Настольная книга тренера*. Москва: ООО «ПРИНТЛЕТО», 2022, 512 с.

Гельфанд, И.М. и Цетлин, М.Л. (1966). О математическом моделировании центральной нервной системы. В кн.: *Модели структурно-функциональной организации некоторых биологических систем*, 1-е изд. Москва: Наука, сс. 9-26.

Гишак, Т.В., Горчакова, Н.А., Гунина, Л.М. и Олейник, С.А., ред. (2008). *Спортивная фармакология и диетология*. Санкт-Петербург: Диалектика, 249 с.

Голлник, Ф.Д. и Германсен, Л. (1982). Биохимическая адаптация к упражнениям: анаэробный метаболизм. В кн.: *Наука и спорт*, 1-е изд. Москва: Прогресс, сс. 14-59.

Горкин, М.Я. (1962). Большие нагрузки и основы спортивной тренировки. *Теория и практика физической культуры*, 6, сс. 45.

Горчакова, Н.А., Гудивок Я.С., Гунина, Л.М., Девяткина, Т.А., Ильин, В.Н., Канюка, ... Сейфулла, Р.Д., ред. (2010). *Фармакология спорта*. Киев: Олимпийская литература, 640 с.

- Граевская, Н.Д. (1985). Перетренированность и перенапряжение. В кн.: С.Н. Попов, ред., *Спортивная медицина, лечебная физическая культура и массаж*. 1-е изд. Москва: Физкультура и спорт, сс. 173-180.
- Граевская, Н.Д., Гончарова, Г.А. и Калугина, Г.Е. (1997). ещё раз о проблеме «спортивного сердца». *Теория и практика физической культуры*, 4, сс. 2-5.
- Громова, О.А., Егорова, Е.Ю., Торшин, И.Ю., Громов, А.Н. и Гоголева, И.В. (2016). *О роли магния в спортивной медицине. Российский медицинский журнал*, 9, сс. 560-571.
- Гужаловский, А.А. (1984). Проблема критических периодов онтогенеза в ее значении для теории и практики физического воспитания. В кн.: *Очерки по теории физической культуры*, 1-е изд. Москва: Физкультура и спорт, сс. 211-224.
- Данько, Ю.И. (1972). Физиологический анализ фазового характера мышечной деятельности человека при выполнении циклических упражнений на выносливость. В кн.: *Физиологическая характеристика и методы определения выносливости в спорте*. Москва: Физкультура и спорт, с. 56.
- Дембо, А.Г. (1974). Современное представление о спортивном сердце. В кн.: *Спорт в современном обществе: сборник научных материалов Всемирного научного конгресса*. Москва: Физкультура и спорт, с. 282.
- Дембо, А.Г. (1981). *Причины и профилактика отклонений в состоянии здоровья спортсмена*. Москва: Физкультура и спорт, 118 с.
- Дмитриев, А.В. и Гунина, Л.М. (2018). *Основы спортивной нутрициологии*. Санкт-Петербург: ООО РА «Русский ювелир», 560 с.
- Дмитриев, А.В. и Гунина, Л.М. (2020). *Спортивная нутрициология*. Москва: Спорт, 640 с.
- Дмитриев, Д.В., ред. (2003). *Толковый словарь русского языка*. Москва: Астрель; АСТ, 1578 с.
- Доленко, Ф.Л. (2005). *Спорт и суставы*. Москва: Физкультура и спорт, 288 с.
- Донской, Д.Д. (1971). *Биомеханика с основами спортивной техники*. Москва: Физкультура и спорт, 287 с.
- Душков, В.А., Корольов, А.В. и Смирнов, Б.А. (2005). *Психология труда, профессиональной, информационной и организационной деятельности: словарь*, 3-е изд. Москва: Академический проект, 848 с.
- Желязков, Ц. (1986). *Теория и методика на спортивная тренировка: учебник*. 2-е изд. София: Медицина и физкультура, 307 с.
- Желязков, Ц. и Дашева, Д. (2002). *Основы на спортивная тренировка*. София: Гера арт, 432 с.
- Журавин, М.Л. и Меньшиков Н.К. (2002). *Гимнастика: учебник*. Москва: Академия, 436 с.
- Захаров, Е.Н, Карасев А.В. и Сафронов А.А. (1994). *Энциклопедия физической подготовки*. Москва: Лептос, 360 с.
- Зациорский, В.М. (2019). *Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания: учеб. пособие*. Москва: Спорт, 200 с.
- Зимкин, Н.В. (1984). Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности. В сб.: *IV Всесоюзный симпозиум по физиологическим проблемам адаптации*. Тарту: Минвуз СССР, сс. 73-76.
- Иваницкий, М.Ф. (2008) *Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии): учебник*. 7-е изд. Москва: Олимпия, 624 с.
- Йонес, Ш. (1959). Различия в физиологии и клинике перетренированности у мужчин и женщин. В: *Труды XII Юбилейного международного конгресса спортивной медицины*. Москва: Медгиз.
- Иорданская, Ф.А. (2012). *Мужчина и женщина в спорте высших достижений: Проблемы полового диморфизма*. Москва: Советский спорт, 256 с.
- Иорданская, Ф.А., Цепкова, Н.К. и Кряжева, С.В. (2013). *Диагностическое и прогностическое значение микроэлементов крови в мониторинге функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов: научно-методическое пособие*. Москва: ООО «Скайпринт», 112 с.
- Йоукендруп, А. (2014). Роль углеводов во время двигательной активности (результаты исследований, воплощенные в практических рекомендациях). *Наука в олимпийском спорте*, 1, сс. 31-36.
- Иссурин, В.Б. (2010). *Блоковая периодизация спортивной тренировки*. Москва: Советский спорт, 288 с.
- Казначеев, В.П. (1984). Конституция, адаптация, здоровье. В кн.: *Физиологические проблемы адаптации*, 1-е изд. Тарту: Минвуз СССР, сс. 27-31.
- Кайзер, Н.А. и Купперс, Х. (2002). Эндокринологическая дерегуляция и травмы скелетных мышц. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред. *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 82-89.
- Калиниченко, С.Ю. и Алетов, С.С. (2010). Роль андрогенов у женщин: что мы знаем? *Лечащий врач*, 86, сс. 78-83.
- Канеман, Д. (2017). *Мышление быстрое и медленное*. Киев: Наш формат, 480 с.
- Капилевич, Л.В. (2019). *Физиология человека*. Спорт. Москва: Юрайт, 141 с.
- Карпенко, Л.А., ред (2003). *Художественная гимнастика*. Москва: Всероссийская федерация художественной гимнастики, СПГАФК им. Лесгафта, 382 с.

Карпман, В.Л. и Любина, Б.Г. (1982). *Динамика кровообращения у спортсменов*. Москва: Физкультура и спорт, 136 с.

Картер-Эрдмен, К.Е. (2003). Питание. В кн.: Р. Джексон, ред., *Спортивная медицина. Практические рекомендации*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 329-357.

Качоровская, О.В. (1964). Большие нагрузки в спорте. *Теория и практика физической культуры*, 3, с. 20.

Келлер, В.С. и Платонов, В.Н. (1993). *Теоретико-методические основы подготовки спортсменов*. Львов, 270 с.

Ковальчук, Н.М. (2019). Фігурне марширування – естетичний вид колективної рухової активності. *Фізичне виховання в рідній школі*, 2(121), сс. 44-48.

Козупица, Т.С., Ратис, Ю.Л. и Ратис, Е.В. (2000). Информационно-энтропийная и физиологическая оценка типов морфофункциональных изменений сердца в процессе долговременной адаптации человека к физическим нагрузкам. *Теория и практика физической культуры*, 1, сс. 5-8.

Колб, Дж. (2003). Факторы окружающей среды. В кн.: Р. Джексон, ред., *Спортивная медицина. Практические рекомендации*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 265-280.

Коллеман, Э. (2014). Углеводы и физическая нагрузка. В кн.: К.А. Розенблюм, ред., *Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 21-38.

Косилов, С.А. (1983). Функции двигательного аппарата и его рабочее применение. В кн.: *Руководство по физиологии труда*, 1-е изд. Москва: Медицина, сс. 75-113.

Косилов, С.А. (1991). Значение открытий Н.А. Бернштейна в подготовке молодежи к труду и спортивным достижениям. *Теория и практика физической культуры*, 3, сс. 28-31.

Коул, Ф. (1996). Особенности потребления углеводов спортсменами в условиях тренировочной и соревновательной деятельности. В кн.: *Питание в системе подготовки спортсменов*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 25-46.

Коц, Я.М. (1986). Спортивная физиология. В кн.: *Спортивная физиология*, 1-е изд. Москва: Физкультура и спорт, сс. 145-165.

Коц, Я.М. (1998). *Спортивная физиология: учебник для институтов физической культуры*. Москва: Физкультура и спорт, 200 с.

Крейтон, Н. и Мак-Кензи, Д.К. (2002). Применение ортопедических аппаратов для профилактики травм. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Ос-*

новные принципы профилактики и лечения, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 333-341.

Креспо, М., Рейд, М. и Квинн, Э. (2006). *Психология в теннисе: 200+ практические упражнения и современные исследования*, 2-е изд. Лондон, 244 с.

Кретти, Б.Д. (1978). *Психология в современном спорте*. Москва: Физкультура и спорт, 224 с.

Крючек, Е.С. (2016). *Теория и методика спортивной аэробики: начальная подготовка: учебное пособие*. Санкт-Петербург, с. 33-39.

Крючек, Е.С. и Терехина, Р.Н., ред. (2014). *Теория и методика обучения базовым видам спорта. Гимнастика: учебник для студ.*, 3-е изд., стереотип. Москва: Издательский центр «Академия», 288 с.

Кузнецов, В.В. (1970). *Силовая подготовка спортсменов высших разрядов*. Москва: Физкультура и спорт, 308 с.

Курьсь, В.Н. (1994). *Спортивная акробатика: теория и методика обучения прыжкам на дорожке*. Т. 1. Ставрополь: Альма-Матер, 200 с.

Леонтьев, А.Н. (1981). *Проблемы развития психики*, 4-е изд. Москва: Изд-во МГУ, 584 с.

Летунов, С.П. (1949). Состояние и признаки перетренированности у спортсменов. *Теория и практика физической культуры*, 10, сс. 740-749.

Летунов, С.П. (1960). Определение тренированности и перетренированности во врачебно-спортивной практике. В кн.: С.П. Летунов, ред., *Проблемы врачебного контроля*. Т. 6, Вып. 5: *Изучение состояния тренированности и физической подготовленности спортсменов*, 1-е изд. Москва, сс. 7-21.

Лидбеттер, У.Б. (2002). Усталостные травмы сухожилий: диагноз и лечение. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, с. 375.

Линдсей, Д. (2003). Принципы и методы реабилитации. В кн.: *Спортивная медицина*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 296-314.

Лисицкая, Т.С. (1982). *Художественная гимнастика*. Москва: Физкультура и спорт, 231 с.

Ломов, Б.Ф. и Сурков, Е.Н. (1980). *Антиципация в структуре деятельности*. Москва: Наука, 279 с.

Лукаш, А. (2007). *Коррекция функционального состояния позвоночника. 100 вопросов и ответов*. Санкт-Петербург: Наука и техника, 304 с.

Лутц, Г.Е., Барнес, Р.П. и Вицкевич, Т.Л. (2002). Профилактическое бинтование суставов в спорте. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред. *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 310-317.

- Лях, В.И. (1989). *Координационные способности школьников*. Минск: Польша, 160 с.
- Лях, В.И. *Координационные способности: диагностика и развитие*. Москва: ТВТ Дивизион, 2006. 290 с.
- Майерс, Т. (2019). *Анатомические поезда*. Москва: Форс, 320 с.
- Майерс, Т. и Эрлз, Д. (2020). *Фасциальный релиз для структурного баланса*. Москва: Форс, 320 с.
- Мак-Аллистер, Б. и Ричардсон, А.В. (2000). Заболевание и травматизм у пловцов. В кн.: *Плавание*. Киев: Олимпийская литература, сс. 478-489.
- Макарова, Г.А. (2003). *Спортивная медицина: учебник для студентов вузов*. Москва: Советский спорт, сс. 279-284.
- Макарова, Г.А., ред. (2022). *Основы медико-биологического обеспечения подготовки спортсменов. Настольная книга тренера*. Москва: ООО «ПРИНТ-ЛЕТО», 512 с.
- Макинтайр, Д. и Лойд-Смит, Р. (2002). Усталостные травмы в беге. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 121-140.
- Мак-Комас, А.Дж. (2001). *Скелетные мышцы*. Киев: Олимпийская литература, 408 с.
- Максимова, М.Н. (2012). *Теория и методика синхронного плавания: учебник*. Москва: Советский спорт, 304 с.
- Манолаки, В. (2021). *Теоретико-методологические основы и прикладные аспекты развития силовых качеств у спортсменов высокой квалификации (на материалах олимпийских видов борьбы)* [Диссертация д-ра пед. наук]. КИШИНЭУ, 248 с.
- Марков, Л.Н. (1988). Спортивная болезнь: [перетренировка]. *Теория и практика физической культуры*, 7, сс. 43-45.
- Маседонио, М. (2014). Футбол. В кн.: К.А. Розенблюм, ред., *Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 506-516.
- Матвеев, Л.П. (1964). *Проблема периодизации спортивной тренировки*. Москва: Физкультура и спорт, 248 с.
- Матвеев, Л.П. (1977). *Основы спортивной тренировки*. Москва: Физкультура и спорт, 280 с.
- Матвеев, Л.П. (1991). К теории построения спортивной тренировки. *Теория и практика физической культуры*, 12, сс. 11-20.
- Матвеев, Л.П. (1991). *Теория и методика физической культуры*. Москва: Физкультура и спорт, 543 с.
- Матвеев, Л.П. (1999). *Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов*. Киев: Олимпийская литература, 320 с.
- Матвеев, Л.П. (2010). *Общая теория спорта и ее прикладные аспекты: учебник для вузов физической культуры*, 5-е изд. Москва: Советский спорт, 340 с.
- Меерсон, Ф.З. (1986). Адаптация к высотной гипоксии. В кн.: *Физиология адаптивных процессов*, 1-е изд. Москва: Наука, сс. 224-248.
- Меерсон, Ф.З. и Пшенникова, М.Г. (1988). *Адаптация к стрессорным ситуациям и физическому напряжению*. Москва: Медицина, 256 с.
- Меньшиков, Н.К., Журавин, М.Л. и Скрябин, Н.Д. (1990). *Гимнастика с методикой преподавания*. Москва: Просвещение, 223 с.
- Мехелен, В. (2002). Распространенность и степень серьезности спортивных травм. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 15-23.
- Милюкова, И.В. и Евдокимова Т.А. (2010). *Большая энциклопедия оздоровительных гимнастик*. Москва: АСТ, 992 с.
- Миронова, З.С., Меркулова, Р.И. и Богущкая, Е.В. (1982). *Перенапряжение опорно-двигательного аппарата у спортсменов*. Москва: Физкультура и спорт, 96 с.
- Мозжухин, А.С. и Давиденко, Д.Н. (1984). Роль системы физиологических резервов спортсмена и его адаптации. *Физиологические проблемы адаптации*. Тарту: Минвуз СССР, сс. 84-87.
- Мойса, С.С. и Ноздрачев, А.Д. (2014). Особенности регуляции обмена кальция в разные периоды роста и развития. *Успехи геронтологии*, 27(1), сс. 62-71.
- Моногаров, В.Д. (1986). *Утомление в спорте*. Киев: Здоров'я, 120 с.
- Моногаров, В.Д. (1994). Генез утомления при напряженной мышечной деятельности. *Наука в олимпийском спорте*, 1, сс. 47-58.
- Мотылянская, Р.Е. (1982). *Диагностика, профилактика и лечение состояния перетренированности и физического перенапряжения у спортсменов: методические рекомендации*. Москва: Всесоюзный совет ДСО профсоюзов, ЦСК ДСО профсоюзов, Врачебно-физкультурный диспансер, 26 с.
- Моффруа, М.Т. (2002). Методы профилактики повреждений опорно-двигательного аппарата. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 31-43.
- Мохан, Р., Гессон, М. и Гринхафф, П.Л. (2001). *Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки*. Киев: Олимпийская литература, 296 с.

- Мюррей, Р. (2014). Жидкость и электролиты. В кн.: К.А. Розенблюм, ред. *Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 85-95.
- Набатникова, М.Я. и Филин, В.П. (1995). Построение процесса спортивной подготовки. В кн.: *Современная система спортивной подготовки*. Москва: СААМ, с. 351-389.
- Найдиффер, Р.М. (1979). *Психология соревнующегося спортсмена*. Москва: Физкультура и спорт, 224 с.
- Ниаури Д.А., Евдокимова Т.А. и Сазыкина Е.И. (2003). *Репродуктивное здоровье женщины в спорте: методическое пособие*. Санкт-Петербург: ООО «Издательство Н-Л», 28 с.
- Нигг, Б.М. (2002). Чрезмерные нагрузки и механизмы спортивных травм. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 98-108.
- Никитенко, А. (2017). Ловкость и координация в системе физической подготовки занимающихся, специализирующихся в спортивной борьбе и боевых искусствах. *Наука в олимпийском спорте*, 4, сс. 4-16.
- Нікітенко, О.В. (2019). *Розвиток спритності та координації спортсменів, які спеціалізуються у боротьбі та бойових мистецтвах (на матеріалі рукопашного бою)*. [Дисертація канд. фіз. вих.]. Київ: НУФВСУ, 203 с.
- Норрис, С. и Смит, Д. (2003). Физиология. В кн.: Р. Джексон, ред., *Спортивная медицина. Практические рекомендации*. 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 252-264.
- О'Брайен, М. (2002). Профилактика перетренированности. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 246-251.
- Озолин, Н.Г. (1970). *Современная система спортивной тренировки*. Москва: Физкультура и спорт, 478 с.
- Пайп, Э. (2002). Лекарства, медикаментозное лечение и допинг. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 273-281.
- Пинковски, Д.Л. и Паулос, Л.Е. (2002). Профилактические ортопедические приспособления для коленного и голеностопного суставов. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 302-309.
- Платонов, В.Н. (1980). *Современная спортивная тренировка*. Киев: Здоров'я, 336 с.
- Платонов, В.Н. (1984). *Теория и методика спортивной тренировки*. Киев: Вища школа, 336 с.
- Платонов, В.Н. (1986). *Подготовка квалифицированных спортсменов*. Москва: Физкультура и спорт, 288 с.
- Платонов, В.Н. (1997). *Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте*. Киев: Олимпийская литература, 584 с.
- Платонов, В.Н. (2004). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте: общая теория и ее практические приложения*. Киев: Олимпийская литература, 808 с.
- Платонов, В.Н. (2005). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и её практическое применение: учеб. для тренера высшей квалификации*. Москва: Советский спорт, 820 с.
- Платонов, В.Н. (2010). *Спорт высших достижений и подготовка национальных команд к Олимпийским играм. Отечественный и зарубежный опыт: история и современность*. Москва: Советский спорт, 312 с.
- Платонов, В.Н. (2013). *Периодизация спортивной подготовки. Общая теория и ее практическое применение*. Киев: Олимпийская литература, 624 с.
- Платонов, В.Н. (2015). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник для тренеров (Т. 1)*. Киев: Олимпийская литература, 680 с.
- Платонов, В.Н. (2015). *Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения: учебник для тренеров (Т. 2)*. Киев: Олимпийская литература, 770 с.
- Платонов, В.Н. (2020). *Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов*. Москва: Спорт, 658 с.
- Платонов, В.Н. (2021). *Основы подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Настольная книга тренера (Т. 1)*. Москва: ООО «ПРИНТЛЕТО», 592 с.
- Платонов, В.Н. (2021). *Основы подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Настольная книга тренера (Т. 2)*. Москва: ООО «ПРИНТЛЕТО», 608 с.
- Платонов, В.М. та Булатова М.М. (1995). *Фізична підготовка спортсмена*. Київ: Олімпійська література, 320 с.
- Платонов, В.Н. и Вайцеховский, С.М. (1985). *Тренировка пловцов высокого класса*. Москва: Физкультура и спорт, 256 с.
- Платонов, В.Н., ред. (2011). *Спортивное плавание: путь к успеху (Кн. 1)*. Киев: Олимпийская литература, 480 с.

- Платонов, В.Н., ред. (2012). *Спортивное плавание: путь к успеху* (Кн. 2). Киев: Олимпийская литература, 544 с.
- Платонов, В.М., ред.; Козлова, О.К., Павленко, Ю.О., Воробйова, А.В., Козлов, К.В. та Санауов, Ж.А. (2021). *Структура та зміст безпосередньої підготовки спортсменів до головних змагань року (Олімпійських ігор, чемпіонатів світу)*. Київ: Олімпійська література, 221 с.
- Полозов, А.А. и Полозова, Н.Н. (2009). *Модули психологической структуры в спорте*. Москва: Советский спорт, 296 с.
- Попов, Е.Г. (2000). *Общеразвивающие упражнения в гимнастике* Москва: Терра Спорт, 72 с.
- Потехина, Ю.П. (2016). *Структура и функции коллагена*. Российский остеопатический журнал, 1/2, сс. 87-99.
- Правосудов, В.С. (1982). Адаптация сердца к физическим нагрузкам. В кн.: *Спорт в современном обществе: сборник научных материалов Всемирного научного конгресса*. Москва: Физкультура и спорт, с. 286.
- Прасад, Н. (2003). Дети в спорте. В кн.: *Спортивная медицина*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 260-264.
- Пшенникова, М.Г. (1986). Адаптация к физическим нагрузкам. В кн.: *Физиология адаптационных процессов*, 1-е изд. Москва: Наука, сс. 124-221.
- Родионов, А.В. (1995). Психическая подготовка спортсмена. В кн.: *Современная система подготовки спортсмена*, 1-е изд. Москва: СААМ, сс. 194-212.
- Рыбина, И.Л. и Гунина, Л.М. (2021). *Лабораторные маркеры контроля и управления тренировочным процессом спортсменов: наука и практика*. Москва, Изд-во «Спорт», 372 с.
- Сазонов, В.Ф. (2014). Современная концепция нейрофизиологии. В кн.: *Proceedings of 1st European Conference on Biology and Medical Sciences (May 22, 2014)*. Vienna, OR: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, pp. 66-73.
- Сайгин, М.И. и Ягомаги, Т.О. (1983). Исследование силовой подготовленности пловца и подвижности в суставах. В кн.: *Научное обеспечение подготовки пловцов*, 1-е изд. Москва: Физкультура и спорт, сс. 63-88.
- Сегессер, Б. и Нигг, Б.М. (2002). Конструкция спортивной обуви: ортопедические и биомеханические аспекты. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 318-332.
- Сейл, Д.Г. (1998). Определение силы и мощности. В кн.: *Физиологическое тестирование спортсмена*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 27-118.
- Селье, Г. (1960). *Очерки адаптационного синдрома*. Москва: Медицина, 254 с.
- Селье, Г. (1979). *Стресс без дистресса* [пер. с англ.]. Крепс, Е.М., ред. Москва: Прогресс, 124 с.
- Селье, Г. (1982). *Стресс без дистресса*. Москва: Прогресс, 126 с.
- Сергеев, Ю.П. и Язвиков, В.В. (1984). Морфофункциональные характеристики скелетно-мышечных волокон смешанных скелетных мышц спортсменов в условиях, неадекватных генотипу физических нагрузок. В кн.: *Физиологические проблемы адаптации*, 1-е изд. Тарту: Минвуз СССР, сс. 103-105.
- Сергієнко, Л.П., Чекмарьова Н.Г., Хаджинов В.А. (2012). *Психомоторика: контроль та оцінка розвитку: навч. посібник*. Харків: «ОВС», 270 с.
- Сергієнко, Л.П. (2010). *Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти*: підручник. Київ: КНТ, 776 с.
- Сермеев, Б.В. (1970). *Гибкость спортсмена*. Москва: Физкультура и спорт, 93 с.
- Сили, Р.Р., Стивенс, Т.Д. и Тейт, Ф. (2007). *Анатомия и физиология*: в 2 кн. [пер. с англ. Г. Гончаренко]. Киев: Олимпийская литература, 662 с.
- Сироткина, И. (2020). *Мир как живое движение. Интеллектуальная биография Николая Бернштейна*, 2-е изд., испр. и доп. Москва: Когито-Центр, 252 с.
- Скальный, А.В., Орджоникидзе, З.Г. и Громова, О.А. (2000). *Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте*. Москва: МНПЦСМ, 71 с.
- Скиннер, Б., Коллеман, Э. и Розенблюм, А. (2014). Эргогенные средства. В кн.: К.А. Розенблюм, ред., *Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 95-126.
- Смолевский, А.В., Михайлова, А.В., Беличенко, О.И. [и др.] (2015). *Спортивная медицина*. Москва: Академия, 318 с.
- Смолевский, В.М. и Гавердовский, Ю.К. (1999). *Спортивная гимнастика (теория и практика)*. Киев: Олимпийская литература, 466 с.
- Смолевский, В.М., ред. (1987). *Гимнастика и методика преподавания: учебник для институтов физической культуры*. Москва: Физкультура и спорт, 336 с.
- Смолевский, В.М., ред. (1987). *Гимнастика и методика преподавания: учебник для институтов физической культуры*, 3-е изд., перераб., доп. Москва: Физкультура и спорт, 336 с., ил.
- Соболева, Т.Г. (1997). Женский спорт в свете эколого-генеративного диссонанса. *Теория и практика физической культуры*, 10, сс. 45-47.
- Сологуб, Е.Б. (1984). Центральные механизмы адаптации к предельным физическим нагрузкам. В кн.:

Физиологические проблемы адаптации, 1-е изд. Тарту: Минвуз СССР, сс. 98-99.

Сологуб, Е.Б. (1993). Функциональные резервы мозга в процессе адаптации и спортивной деятельности. В кн.: *Современный олимпийский спорт: материалы международного научного конгресса*. Киев: КГИФК, сс. 275-277.

Солодков, А.С. и Судзиловский, Ф.В. (1996). Адаптивные морфофункциональные перестройки в организме спортсменов. *Теория и практика физической культуры*, 7, сс. 23-39.

Сосина, В.Ю., Нетоля В.А. (2013). *Коллекция забавных гимнастических упражнений: методические рекомендации*. Киев: Олимпийская литература, 432 с.

Сосина, В.Ю., Нетоля В.А. (2014). *Акробатика для всех: учебно-методическое пособие*. Киев: Олимпийская литература, 200 с.

Сосіна, В.Ю. (2010). Чи потрібно вміти безпечно падати. *Теорія і практика фізичного виховання*, 3, с. 19-36.

Сосіна, В.Ю. (2010). Як подружитись з віджиманням. *Теорія і практика фізичного виховання*, 2, с. 29-34.

Сосіна, В.Ю. (2010). Як подружитись з підтягуванням. *Теорія і практика фізичного виховання*, 1, с. 29-34.

Сосіна, В.Ю. (2017). *Гимнастика. Вправи для загального розвитку*. Київ: Олімпійська література, 552 с.

Сосіна, В.Ю. *Гимнастика. Вправи для загального розвитку*: навчальний посібник. Київ: Олімпійська література, 2017, 552 с.

Сосіна, В.Ю. (2021). *Хореографія в спорті: навчальний посібник*. Київ: Олімпійська література, 280 с.

Станиш, У.Д. и Мак-Викар, С.Ф. (2002). Значение гибкости в профилактике травм. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 221-233.

Сурков, Е.Н. (1984). *Психомоторика спортсмена*. Москва: Физкультура и спорт, 126 с.

Таунтон, Д.Е. (2002). Ошибки в тренировочном процессе. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 176-183.

Терехин, В.С., Медведева Е.Н., Крючек Е.С. и Баранов М.Ю. (2015). *Теория и методика акробатического рок-н-ролла: Актуальные проблемы подготовки спортсменов: учебное пособие*. Москва: Спорт, 80 с.

Тер-Ованесян, А.А. и Тер-Ованесян, И.А. (1995). *Совершенствование спортивного мастерства*. Москва: СААМ, сс. 124-135.

Тропп, Х., Аларанта, Х. и Ренстрём, П. (2002). Тренировка проприоцепции и координации в профилактике травм. В кн.: П.А.Ф.Х. Рендстрём, ред., *Спортивные травмы. Основные принципы профилактики и лечения*, 1-е изд. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, сс. 234-245.

Уилмор, Дж.Х. и Костилл, Д.Л. (2001). *Физиология спорта* [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, 502 с.

Уэйнберг, Р.С. и Гоулд, Д. (2001). *Основы психологии спорта и физической культуры*. [пер. с англ.]. Киев: Олимпийская литература, 336 с.

Фанагорская, Т. (1959). Перетренированность как причина неврозов. В сб.: Труды XII юбилейного международного конгресса спортивной медицины «*Спортивная медицина*». Москва, сс. 219-221.

Фельденкрайз, М. (2020). *Осознание через движение*. Москва: Академический проект, 151 с.

Фомин, Н.А. и Филин, В.П. (1986). *На пути к спортивному мастерству*. Москва: Физкультура и спорт, 158 с.

Хабли-Коузи, У.Л. (1998). Тестирование гибкости. В кн.: *Физиологическое тестирование спортсмена*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 321-367.

Харгривз, М. (1998). Углеводный метаболизм в скелетных мышцах при физических нагрузках. В кн.: *Метаболизм в процессе физической деятельности*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 52-83.

Харре, Д. (1971). *Учение о тренировке*. Москва: Физкультура и спорт, 328 с.

Хартманн, Ю. и Тюннеманн, Х. (1988). *Современная силовая тренировка*. Берлин: Штортферлаг, 335 с.

Холландер, Д.Б., Мейерс, М. и Ле Ун, А. (2010). Психологические факторы перетренированности: юношеский спорт. *Информационно-аналитический бюллетень* [сост. Т.Д. Полякова и И.В. Усенко]. Минск: Белорусский государственный университет физической культуры, 7, сс. 236-253.

Хоули, А., Деннис, К. и Ноукс, Д. (1996). Обмен углеводов во время продолжительной физической нагрузки: исторический аспект. *Наука в олимпийском спорте*, 1, сс. 54-58.

Худолій, О.М. (2008). *Основы методики викладання гімнастики: навчальний посібник* (Ч. 1). Харків: «ОВС», 416 с.

Худолій, О.М. (2008). *Основы методики викладання гімнастики: навчальний посібник* (Ч. 2). Харків: «ОВС», 480 с.

Цзен, Н.В. и Пахомов, Ю.В. (1985). *Психотехнические игры в спорте*. Москва: Физкультура и спорт, 160 с.

- Чудинов, В.И. (1987). Возраст и стаж выступлений сильнейших спортсменов мира на высшем уровне. *Научно-спортивный вестник*, 1, сс. 3-6.
- Шахлина, Л.Г. (2001). *Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин*. Киев: Наукова думка, 328 с.
- Шварценеггер, А. (2000). *Новая энциклопедия бодибилдинга*. Москва: ЭКСМО-Пресс, 824 с.
- Шетт, Т. (2003). К массе через силу. *Muscle and Fitness*, 12(8), сс. 60-72.
- Шолих, М. (1980). *Круговая тренировка*. Москва: Физкультура и спорт, 354 с.
- Штир, Ф. (1987). Цит. по: *Теория спорта*. Киев: Вища школа, с. 234.
- Щеголев, П.П. (1965). К механизму и морфологии повреждений, возникающих при падении. В кн.: *Научное общество судебных медиков Литовской ССР: сборник трудов*. Каунас, 2, 150-152.
- Щегольков, А.Н., Приймаков, А.А. и Пилашевич, А.А. (1993). Морфофункциональные признаки рациональной и нерациональной адаптации мышц и сердца к высоким тренировочным нагрузкам. В кн.: *Современный олимпийский спорт*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 277-279.
- Щекин, Г.В. (1993). *Практическая психология менеджмента: научно-практическое пособие: в 2 кн.* Кн. 1. Как делать карьеру. Киев, 152 с.
- Эвартс, Э. (1984). *Механизмы головного мозга, управляющие движением*. В кн.: *Мозг*. Москва: Мир, сс. 199-218.
- Эверсон, Д. (2003). Принципы Джо Уайдера. *Muscle and Fitness*, 12(1), сс. 48-55.
- Элиаким, А., Немет, Д. и Купер, Д.М. (2008). Двигательная активность, физическая тренировка и система СТГ—ИФР-1. В кн.: Кремер, У.Дж. и Рогол, А.Д., ред. *Эндокринная система, спорт и двигательная активность*, 1-е изд. Киев: Олимпийская литература, сс. 167-181.
- Энока, Р.М. (1998). *Основы кинезиологии*. Киев: Олимпийская литература, 399 с.
- Яковлев, Н.Н. (1974). *Биохимия спорта*. Москва: Физкультура и спорт, 288 с.
- Яковлев, Н.Н. (1955). *Очерки по биохимии спорта*. Москва: Физкультура и спорт, 264 с.
- Яковлев, Н.Н. (1978). Принципы биохимической оценки тренированности спортсмена. В кн.: *Материалы Всесоюз. конф. по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности*. Ленинград: ЛНИИФК, сс. 127-134.
- Ячнюк, Ю.Б. (2013). Фізична підготовка гандболістів В кн.: IX Международная научно-практическая интернет-конференция (10-11 окт. 2013 г.) «Наука в информационном пространстве».
- Aagaard, P., Simonsen, E., Andersen, J., Magnusson, P. and Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), pp. 1318-1326.
- Abbey, E. (2017). Emerging opportunities in sports nutrition. In: Karpinski, Ch., ed. *Sports nutrition: A handbook for professionals*, 6th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics, pp. 516-538.
- Abbis, C.R. and Laursen, P.B. (2005). Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Medicine*, 35, pp. 865-898.
- Abbiss, C.R., Karagounis, L.G., Laursen, P.B., Peiffer, J.J., Martin, D.T., Hawley, J.A. and Martin, J.C. (2011). Single-leg cycle training is superior to double-leg cycling in improving the oxidative potential and metabolic profile of trained skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 110 (5), pp. 1248-1255.
- Abernethy, B., Schorer, J., Jackson, R.C. and Hagemann, N. (2012). Perceptual training methods compared: The relative efficacy of different approaches to enhancing sport-specific anticipation. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 18, pp. 143-153.
- Adams, G.M. (1998). *Exercise physiology lab manual*. 3rd ed. Dubuque, IA: McGraw-Hill.
- Adirim, T. and Cheng, T. (2003). Overview of injuries in the young athlete. *Sports Medicine*, 33(1), pp. 75-81.
- Adroque, H.J. and Madias, N.E. (2017). Sodium and potassium in the pathogenesis of hypertension. Sodium and potassium in the pathogenesis of hypertension: focus on the brain. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 26 (2), pp. 106-113. doi: 10.1097/MNH.0000000000000301.
- Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H. and Prefaut, C. (1996). Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, pp. 450-456.
- Allerheiligen, B. and Rogers, R. (1995). Plyometrics program design. *Strength and Conditioning Journal*, 17(4), pp. 26-31.
- Almond, L., Hamid, N. and Wasserberg, J. (2007). Thoracic intradural disc herniation. *British Journal of Neurosurgery*, 21(1), pp. 32-34.
- Andersen, J.C. (2005). Stretching before and after exercise: Effect on muscle soreness and injury risk. *Journal of Athletic Training*, 40(3), pp. 218-220.
- Anderson, K. and Behm, D.G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35(1), pp. 43-53.
- Anding, R. (2017). Child and adolescent athletes. In: Karpinski, Ch., ed., *Sports nutrition: A handbook for*

professionals, 6th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics, pp. 238-265.

Angeli, A., Minetto, M., Dovio, A. and Paccotti, P. (2004). The overtraining syndrome in athletes: A stress-related disorder. *Journal of Endocrinological Investigation*, 27(6), pp. 603-612.

Angelozzi, M., Madama, M., Corsica, C., Calvisi, V., Properzi, G., McCaw, S. and Cacchio, A. (2012). Rate of force development as an adjunctive outcome measure for return-to-sport decisions after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42(9), pp. 772-780.

Apostolopoulos, N. (2001). Performance flexibility. High-performance sports conditioning. In: *Modern training for ultimate athletic development*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 49-62.

Armstrong, L.E. and Casa, D.J. (2003). Predisposing factors for exertional heat illnesses. In: L.E. Armstrong, ed., *Exertional Heat Illnesses*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 151-168.

Arnaoutis, G., Anastasiou, C.A., Suh, H., Maraki, M., Tsekouras, Y. [et al.] (2020). Exercise-associated hyponatremia during the olympus marathon ultra-endurancetrail run. *Nutrients*, 12(4), pii: E997. doi: 10.3390/nu12040997.

Astrand, P.-O. (1992). Endurance sports. In: R. Shephard and P.-O. Astrand, eds., *Endurance in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 8-15.

Astrand, P.-O. and Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise*. New York; St. Louis: McGraw-Hill, 682 p.

Atha, J. (1981). Strengthening muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 9, p. 1-73.

Atkins, R.L. and Duke, R.A. (2013). Changes in tone production as a function of focus of attention in untrained singers. *International Journal of Research in Choral Singing*, 4, pp. 28-36.

Aubry, A., Hausswirth, C., Louis, J., Coutts, A.J. and Le Meur, Y. (2014). Functional overreaching: the key to peak performance during the taper? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46, pp. 1769-1777.

Aziz, A.R., Chia, M.Y.H. and The, K.C. (2005). Measured maximal oxygen uptake in a multi-stage shuttle test and treadmill-run test in trained athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, pp. 306-314.

Baechle, T. and Earle, R. (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 642 p.

Bahr, R., Cook, J. and Langberg, H. (2012). Treating Sports injuries. In: R. Bahr, ed., *The IOC manual of sports injuries: An illustrated guide to the management of injuries in physical activity*, 1st ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, pp. 25-39.

Baker, D. and Newton, R. (2006). Discriminative analyses of various upper body tests in professional rugby-league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(4), pp. 347-360.

Balyi, I., Way, R. and Higgs, C. (2013). *Long-term athlete development*. Champaign, IL: Human Kinetics, 286 p.

Bandy, W., Irion, J. and Briggler, M. (1998). The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27(4), pp. 295-300.

Bangsbo J., Norregaard L. and Thorso F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences*, 16(2), pp. 110-116.

Barber, J. (2019). Wrestling. In: J. Dawes, M. Roosen, eds., *Developing agility and quickness*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 227-230.

Barber-Westin, S., Galloway, M., Noyes, F., Corbett, G. and Walsh, C. (2005). Assessment of lower limb neuromuscular control in prepubescent athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 33(12), pp. 1853-1860.

Barber-Westin, S.D., Smith, S.T., Campbell, T. and Noyes, F.R. (2010). The drop-jump video screening test: Retention of improvement in neuromuscular control in female volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, pp. 3055-3062.

Barcziowa I., Glivicky V. and Walova Z. (1986). *Gymnastik fur alle*. Berlin: Sportverlag, 48 s.

Barone, R., Macaluso, F., Catanese, P., Marino Gammazza, A., Rizzuto, L. [et al.] (2013). Endurance exercise and conjugated linoleic acid (CLA) supplementation up-regulate CYP17A1 and stimulate testosterone biosynthesis. *PLoS ONE*, 8(11), p. e79686. doi: 10.1371/journal.pone.0079686.

Barr, A. and Lewindon, D. (2014). Stabilising and strengthening the core. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds. *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 41-55.

Barr, K., Griggs, M. and Cadby, T. (2005). Lumbar stabilization: Core concepts and current literature. Part One. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(6), pp. 473-480.

Barth, B. (1994). *Charakteristik und Entwicklung von Strategie und Taktik*. In: B. Barth, Trainingswissenschaft. Berlin: Sportverlag, pp. 93-120.

Baumgartner, T., Oh, S., Chung, H. and Hales, D. (2002). Objectivity, reliability, and validity for a revised push-up test protocol. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 6(4), pp. 225-242.

Beckett, J.R., Schneiker, K.T., Wallman, K.E., Dawson, B.T. and Guelfi, K.J. (2009). Effects of static stretching on repeated sprint and change of direction perfor-

- mance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41, pp. 444-450.
- Behm, D., Bambury, A., Cahill, F. and Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(8), pp. 1397-1402.
- Behm, D., Leonard, A., Young, W., C. Bonsey, W. and Mackinnon, S. (2005). Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), pp. 193-201.
- Behm, D.G. (2019). *The science and physiology of flexibility and stretching: implications and applications in sport performance and health*. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge. 195 p.
- Behm, D.G., Drinkwater, E.J., Willardson, J.M. and Cowley, P.M. (2010). Canadian Society for Exercise Physiology position stand: The use of instability to train the core in athletic and nonathletic conditioning. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35, pp. 109-112.
- Behnke, R.S. (2001). *Kinetic anatomy*. New York: Human Kinetics, 281 p.
- Beloozerova, I.N., Sirota, M.G. and Orlovsky, G.N. (2005). Activity of pyramidal tract neurons in the cat during postural correction. *Journal of Neurophysiology*, 93, pp. 1831-1844.
- Ben, M. and Harvey, L.A. (2009). Regular stretch does not increase muscle extensibility: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), pp. 136-144.
- Berger, J. (1994). Belastung und Beanspruchung als Grundkonzept der Herausbildung der kurperiichen und sportlichen Leistungs fahigkeit. In: *Trainingwissenschaft*, 1st ed. Berlin: Sportverlag, pp. 268-281.
- Berger, R.A. (1963). Comparative effects of three weight training programs. *Resesrch Quarterly*, 34, pp. 396-398.
- Bergeron, M.F., Mountjoy M., Armstrong N., Chia, M., Cote, J., Emery, C.A. ... Weissensteiner, J.R. and Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British Journal of Sports Medicine*, 49, pp. 843-851.
- Betram, C.P. (2021). Psychobiology: flow state as a countermeasure to mental fatigue. In: D.N. French, and L.T. Ronda, ed., *NSCA's essentials of sport science*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 395-404.
- Biewener, A.A. (2003). *Animal Locomotion*. Oxford: Oxford University Press, pp. 230-262.
- Bieze, F.J. Efforts to reduce gymnastics injuries focus on spring floors. (2007). *Biomechanics*, 14, pp. 11-12.
- Billat, L.V. (2001). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommenda- tions for middle- and long-distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 1, pp. 13-31.
- Bishop, D., Girard, O. and Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated- sprint ability – Part II: Recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), pp. 741-756.
- Blahnik J. (2004). *Full-body flexibility. A proven 3-step method of stretching*. Human Kinetics, 203 p.
- Boisseau, N. and Delamarche, P. (2000). Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. *Sports Medicine*, 30(6), pp. 405-422.
- Bompa, T., Di Pasquale, M. and Cornacchia, L. (2003). *Serious strength training*. 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics, pp. 233-243.
- Bompa, T.O. (2002). *Periogizacao teoria e metodologia do treinamento*. Sao Paulo: Phorte Editora Ltd., 424 p.
- Bompa, T.O. and Haff, G.G. (2009). *Periodization: theory and methodology of training*, 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bonde-Petersen, F. (1960). Muscle training by static, concentric and eccentric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 48(3/4), pp. 406-416.
- Booth, F.W. and Neuffer, P.D. (2009). Molecular mechanisms of adaptations to training. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 202-210.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, pp. 377-381.
- Borghuis, J., Hof, A. and Lemmink, K. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: Implications for measurement and testing. *Sports Medicine*, 38(11), pp. 893-916.
- Bosch, F. (2014). Fine-tuning motor control. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds. *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 112-121.
- Bosko, C. (1982). Physiological considerations of strength and explosive power and jumping drills. In: *Conference 82 Proceedings – Planning for Elite Performance*, 1st ed. Ottawa, Canada: CTFA, pp. 20-34.
- Bosko, C. (1985). Stretch-shortening cycle in skeletal muscle function and physiological considerations on explosive power in man. *Atleticastudi, FIDAL, Centre Studi Ricerche*, 1, pp. 7-113.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D. and Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: a meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, pp. 1358-1365.
- Bouchard, C., Malina, R.M. and Perusse, L. (1997). *Genetics of fitness and physical performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Bourdon, P. (2013). Blood lactate thresholds: concepts and applications. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Physiological tests for elite athletes, Australian Institute of Sport*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 77-102.
- Butcher, S.H. (1992). Attention and athletic performance: integrated approach. In: T.S. Horn, ed., *Advances in sport psychology*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 251-266.
- Bowman, B. (2003). Training Michael Phelps: American flyer. *Swimming Technique*, January-March, pp. 8-12.
- Bressel, E., Yonker, J.C. and Kras, J. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), pp. 42-46.
- Bret, C., Rahmani, A. and Dufour, A.B. (2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 274, pp. 197-200.
- Brewer, B.W. (2009) Injury prevention and rehabilitation. In: B.W. Brewer, ed., *Sport Psychology*, 1st ed. International Olympic Committee: Wiley-Blackwell, pp. 75-86.
- Brewer, K. (2017). *Athletic movement skills*. Champaign, IL: Human Kinetics, 402 p.
- Brighenti, F., Kendall, C.W.C., Augustin, L.S.A. [et al.] (2018). International Carbohydrate Quality Consortium. Glycemic response and the glycemic index of foods: more remains to be seen on the second-meal effect of proteins. *American Journal of Clinical Nutrition*, 107(5), pp. 845-850. doi: 10.1093/ajcn/nqy030.
- Brooks, G.A., Butterfield, G.E., Wolfe, R.R., Groves, B.M., Mazzeo, R.S., Sutton, J.R., Wolfel, E.E. and Reeves, J.T. (1991). Increased dependence on blood glucose after acclimatization to 4,300 m. *Journal of Applied Physiology*, 70, pp. 919-927.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D. and Baldwin, K.M. (2005). *Exercise physiology: human bioenergetics and its applications*. New York: McGraw-Hill, pp. 102-108.
- Brown, C.N. and Mynark, R. (2007). Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 42(3), pp. 367-373.
- Brown, L.E. and Khamoui, A.V. (2012). Agility training. In: J.R. Hoffman, ed., *NSCA's guide to program design*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 143-164.
- Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G. and Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: A review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), pp. 1045-1063.
- Bube, H. and Kampfe, J. (1979). Die Wirksamkeit differenter mikrozyklischer Belastungsgestaltung in Hinblick auf die Entwicklung der Ausdauerleistung in Biathlon. *Theorie und Praxis Leistungs-sport*, 2, pp. 45-64.
- Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5, pp. 1-19.
- Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B., Nakamura, F. and Ahmaidi, S. (2010). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), pp. 402-409.
- Buchheit, M., Horobeanu, C., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. and Bourdon, P. (2011). Effects of age and spa treatment on match running performance over two consecutive games in highly trained young soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 29(6), pp. 591-598.
- Buchheit, M., Lacombe, M., Simpson, B. (2019). Soccer. In: P. Laursen, M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 547-564.
- Buchheit, M., Laursen, P. (2019). Manipulating HIIT variables. In: P. Laursen, M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 51-72.
- Buchheit, M., Laursen, P. (2019). Physiological targets of HIIT. In: P. Laursen, M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 33-50.
- Buchheit, M., Laursen, P. (2019). Quantifying training load. In: P. Laursen, M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 161-178.
- Buchheit, M., Laursen, P. (2019). Using HIIT weapons. In: P. Laursen, M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 73-117.
- Buckner, S.L., Dankel, S.J., Mattocks, K.T., Jessee, M.B., Mouser, J.G., Counts, B.R. et al. (2016). The problem of muscle hypertrophy: revisited. *Muscle Nerve*, 54(6), pp. 1012-1014.
- Bullock, N., Woolford, S.M., Peeling, P. and Bonetti, D.L. (2013). Sprint kayak athletes. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Physiological tests for elite athletes, Australian Institute of Sport*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 421-433.
- Burd, N.A., Andrews, R.J., West, D.W., Little, J.P., [et al.] (2012). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *Journal of Physiology*, 590(2), pp. 351-362.

- Burgomaster, K., Hughes, S.C. and Heigenhauser, G.J.F. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), pp. 1985-1990.
- Burke, E., Coyle, E.F., Eichner, E.R. et al. (1991). Blood doping and plasma volume expansion: Benefits and dangers. *Sports Science Exchange (Roundtable)*, Spring.
- Burke, L.M., Hawley, J.A., Jeukendrup, A., Morton, J.P., Stellingwerff, T. and Maughan, R.J. (2018). Toward a common understanding of diet-exercise strategies to manipulate fuel availability for training and competition preparation in endurance sport. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28, pp. 451-463.
- Burke, L.M., Jeukendrup, A.E., Jones, A.M. and Mooses, M. (2019). Contemporary nutrition strategies to optimize performance in distance runners and race walkers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), pp. 117-129. doi: 10.1123/ijsnem.2019-0004.
- Caiozzo, V.J., Perrine, J.J. and Edgerton, V.R. (1981). Training-induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 51, pp. 750-754.
- Cannell, J.J., Hollis, B.W., Sorenson, M.B., Taft, T.N. and Anderson, J.J. (2009). Athletic performance and vitamin D. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5), pp. 1102-1110.
- Carey, D., Drake, M., Pliego, G. and Raymond, R. (2007). Do hockey players need aerobic fitness? Relation between VO₂max and fatigue during high-intensity intermittent ice skating. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), pp. 963-966.
- Carl, D. (2008). Balancing aerobic with anaerobic swim training. In: *Swimming World*, 1st ed. pp. 40-41.
- Carroll, T., Riek, S. and Carson, R. (2001). Neural adaptations to resistance training. *Sports Medicine*, 31(12), pp. 829-840.
- Carter, D., Van der Meulen, M. and Beaupre, G. (1996). Mechanical factors in bone growth and development. *BONE*, 18(1), pp. S5-S10.
- Carver, C.S. and Scheier, M.F. (1981). *Attention and self-regulation*. New York: Springer Verlag, 156 p.
- Castagna, C., Impellizzeri, F.M., Chaouachi, A., Bordon, C. and Manzi, V. (2011). Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: A case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), pp. 66-71.
- Caulfield, S. and Berninger, D. (2016). Exercise technique for free weight and machine training. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 351-408.
- Cazorla, G., Dufort, C., Montpetit, R.R. and Cevetij, J.-P. (1983). The influence of active recovery on blood lactate disappearance after supramaximal swimming. In: A.P. Hollander, P.A. Huijing and G. De Groot, eds., *Bio-mechanics and Medicine in Swimming: International Series on Sports Sciences*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 14, pp. 244-250.
- Cermak, N.M. and van Loon, L.J. (2013). The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Medicine*, 43(11), pp. 1139-1355. doi: 10.1007/s40279-013-0079-0.
- Cermak, N.M., Snijders, T., McKay, B.R., Parise, G., Verdijk, L.B., Tarnopolsky, M.A., Gibala, M.J. and van Loon, L.J.C. (2013). Eccentric exercise increases satellite cell content in Type II muscle fibers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(2), pp. 230-237.
- Chaabene, H., Prieske, O., Negra, Y. and Granacher, U. (2018). Change of direction speed: Toward a strength training approach with accentuated eccentric muscle actions. *Sports Medicine*, 48(3), pp. 1773-1779.
- Chavda, Sh. and Everett, G. (2018). Weightlifting. In: Turner, A. *Routledge handbook of strength and conditioning*. Sport-specific programming for high performance. London, New York: Routledge, pp. 630-655.
- Chesley, A., Heigenhauser, G.J.F. and Spriet, L.L. (1996). Regulation of muscle glycogen phosphorylase activity following short-term endurance training. *American Journal of Physiology*, 270, pp. E328- E335.
- Cheung, K., Hume, P. and Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine*, 33(2), pp. 145-164.
- Chu, D., Faigenbaum, A. and Falkel, J. (2006). *Progressive plyometrics for kids*. Monterey, CA: Healthy Learning.
- Chu, D.A. and Myer, G.D. (2013). *Plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics, 241 p.
- Clark, J. (2009). Olympic athletes: the pressures of winning. In: *XIII Olympic Congress*. Lausanne, Switzerland: International Olympic Committee, pp. 546-547.
- Clark, R.R., Bartok, C. and Sullivan, J.C. (2005). Is leg-to-leg BIA valid for predicting minimum weight in wrestlers? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), pp. 1061-1068.
- Clenin, G., Cordes, M., Huber, A., Schumacher, Y.O., Noack, P. et al. (2015). Iron deficiency in sports – definition, influence on performance and therapy. *Swiss Medical Weekly*, 145, p. w14196. doi:10.4414/smw.2015.14196.
- Close, G., Ashton, T., Cable, T., Doran, D., Holloway, C., McArdle, F. and MacLaren, D. (2006). Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but

may delay the recovery process. *British Journal of Nutrition*, 95(5), pp. 976-981.

Coggan, A.R., Koht, W.M. and Spina, R.J. (1990). Endurance training decreases plasma glucose turnover and oxidation during moderate-intensity exercise in men. *Journal of Applied Physiology*, 68, pp. 990-996.

Conrad, M., Kagan, V.E., Bayir, H., Pagnussat, G.C., Head, B. et al. (2018). Regulation of lipid peroxidation and ferroptosis in diverse species. *Genes and Development*, 32(9/10), pp. 602-619. doi: 10.1101/gad.314674.118.

Conroy, B. and Earle, R.W. (2000). Bone, muscle and connective tissue adaptations to physical activity. In: T.R. Baechle and R.W. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Cooke, A. (2013). Readyng the head and steadyng the heart: a review of cortical and cardiac studies of preparation for action in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), pp. 122-138.

Cormack, S. and Coutts, A.J. (2021). Training load model. In: D.N. French, L. Torres Ronda, ed., *NSCA's essentials of sport science*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 13-26.

Cormack, S.J., Newton, R.U. and McGuigan, M.R. (2008). Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an Australian Rules football match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, pp. 359-374.

Cormie, P., McGuigan, M. and Newton, R. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1. Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), pp. 17-38.

Costa, P.B. and Fukuda, D.H. (2017). Youth programs. In: L.E. Brown, ed., *Strength training*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 341-355.

Costill, D., Flynn, M., Kirwan, J., Houmard, J., Mitchell, J., Thomas, R. and Han Park, S. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(3), pp. 249-254.

Counsilman, J.E. (1968). *The science of swimming*. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 432 p.

Craig, N.P., Norton, K.I., Conyers, R.A., Woolford, S.M., Bourdon, R.C., Stanef, T. and Walsh, C.B. (1995). Influence of test duration and event specificity on maximal accumulated oxygen deficit of high performance track cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), pp. 534-540.

Cramer, J.T. and Smith, A.E. (2012). Endurance training. In: J.R. Hoffman, ed., *NSCA's guide to program design*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 131-142.

Cranney, A., Horsley, T. and O'Donnell, S. (2007). Effectiveness and safety of vitamin D in relation to bone

health. *Evidence Report / Technology Assessment (Full Rep)*, 158, pp. 1-235.

Cremades G. (2016). Electro-cortical measures during visual and kinesthetic imagery performance following visual- and auditory-guided instructions. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 14, 369-382.

Croce, R.V., Russell, P.J. and Swartz, E.E. (2004). Knee muscular response strategies differ by developmental level but not gender during jump landing. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 44, pp. 339-348.

Cronin, J.B. and Hansen, K.T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), pp. 349-357.

Cussler, E.G., Lohman, T.G. and Going, S.B. (2003). Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, pp. 10-17.

D'Auria, S., Bullock, N. and Slattery, K. (2013). Tri-athletes. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Physiological tests for elite athletes*, Australian Institute of Sport, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 463-474.

Da Boit, M., Hunter, A.M. and Gray, S.R. (2017). Fit with good fat? The role of n-3 polyunsaturated fatty acids on exercise performance. *Metabolism*, 66, pp. 45-54. doi: 10.1016/j.metabol.2016.10.007.

Damas, F., Phillips, S., Vechin, F.C. and Ugrinowitsch, C. (2015). A review of resistance training-induced changes in skeletal muscle protein synthesis and their contribution to hypertrophy. *Sports Medicine*, 45(6), pp. 801-807.

Daniels, J. (2001). Aerobic capacity for endurance. High-performance sports conditioning. In: *Modern training for ultimate athletic development*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 193-212.

Davies, A.H. (1977). Chronic effects of isokinetic and alloknetic training on muscle force, endurance, and muscular hypertrophy. *Dissertation Abstracts International*, 38, pp. 153.

Davies, G., Riemann, B.L. and Manske, R. (2015). Current concepts of phyometric exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10, pp. 760-786.

Davy, B. (1999). Managing body weight. In: *Sport Nutrition*, 1st ed. Chicago: The American dietetic association, pp. 427-444.

De Vries, H.A. and Housh, T.I. (1994). *Physiology of exercise*. Madison Wisconsin: WCB Brown and Benchmark Publ., 636 p.

De Vries, H.A. and Housh, T.J. (1995). *Physiology of exercise for physical education, athletics and exercise science*, 5th ed. Dubuque, IA: Brown.

Decety J. (1996). Neural representations for action. *Reviews in the Neurosciences*, 7, pp. 285-97.

- Dellal, A., Hill-Haas, S., Lago-Penas, C. and Chamari, K. (2011). Small-sided games in soccer: amateur vs. Professional players' physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), pp. 2371-2381.
- DePriest, D. (2012). Triathlon. In: B. Reuter, ed., *Developing endurance*, 1st ed. National Strength and Conditioning Association (NSCA). Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 253-283.
- DeRenne, C., Hetzler, R., Buxton, B. and Ho, K. (1996). Effects of training frequency on strength maintenance in pubescent baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(1), p. 8.
- DeWeese, B.H. and Nimphius, S. (2016). Program design technique for speed and agility training. In: *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign: Human Kinetics, pp. 521-558.
- Di Prampero, P., Limas, P. and Limas, G. (1980). Maximal muscular power, aerobic and anaerobic, in 116 athletes performing at the XIXth Olympic Games in Mexico. *Ergonomics*, 13(6), pp. 665-674.
- Dietrich, A. (2003). Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: the transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 12, pp. 231-256.
- Dietrich, A. (2004). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, 13, pp. 746-761.
- Dietz, V. (2003). Neuronal control of functional movement. In: P.V. Komi, ed., *The encyclopedia of sports medicine: strength and power in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Science, pp. 11-26.
- Dintiman, G. and Ward, B. (2003). *Sports speed*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 272 p.
- Dolan, E. and Sale, C. (2019). Protein and bone health across the lifespan. *Proceedings of the Nutrition Society*, 78(1), pp. 45-55. doi:10.1017/S0029665118001180.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P.A. and Comfort, P. (2017). Mechanical determinants of faster change of direction speed performance in male athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31, pp. 696-705.
- Drew, M.K. and Finch, C.F. (2016). The relationship between training load and injury, illness and soreness: a systematic and literature review. *Sports Medicine*, 45, pp. 861-863.
- Drury, D., Stuempfle, K., Mason, C. and Girman, J. (2006). The effects of isokinetic contraction velocity on concentric and eccentric strength of the biceps brachii. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), p. 390.
- Dudley, G.A. and Djamil, R. (1985). Incompatibility of endurance and strength-training modes of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 59, pp. 1446-1451.
- Dunnick, D.D., Harmon, K.K. and Brown, L.E. (2017). Workout schedule and rest. In: L.E. Brown, ed., *Strength training*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 135-146.
- Dupont, G., McCall, A. and Prieur, F. (2010). Faster oxygen uptake kinetics during recovery is related to better repeated sprinting ability. *European Journal of Applied Physiology*, 110(3), pp. 627-634.
- Earle, R. and Baechle, T.R. (2008). Resistance training and spotting techniques. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 325-376.
- Ebben, W.P. and Jensen, R.L. (2002). Electromyographic and kinetic analysis of traditional, chain, and elastic band squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, pp. 547-550.
- Eckard, T.G., Padua, D.A., Hearn, D.W., Pexa, B.S. and Frank, B.S. (2018). The relationship between training load and injury in athletes: a systematic review. *Sports Medicine*, 48, pp. 1929-1961.
- Eden, B.D. and Alernathy, P.J. (1994). Nutritional intake during an ultraendurance running race. *International Journal of Sport Nutrition*, 4, pp. 166-174.
- Edge, J., Bishop, D., Hill-Haas, S., Dawson, B. and Goodman, C. (2006). Comparison of muscle buffer capacity and repeated-sprint ability of untrained, endurance-trained and team-sport athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 96(3), pp. 225-234.
- Edman, K.A.P. (2003). Contractile performance of skeletal muscle fibres. In: P.V. Komi, ed., *The encyclopedia of sports medicine: Strength and power in sport*, 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 114-133.
- Emery, C. and Meeuwisse, W. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 44(8), pp. 555-562.
- Enoka, R. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of Biomechanics*, 30(5), pp. 447-455.
- Eriksson, B.O. (1972). Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11- to 13-year-old boys. *Acta Physiologica Scandinavica*, 65, p. 384.
- Faigenbaum, A.D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), pp. 593-619.
- Faigenbaum, A.D. and Myer, G.D. (2012). Exercise deficit disorder in youth: Play now or pay later. *Current Sports Medicine Reports*, 11, pp. 196-200.
- Faigenbaum, A.D., Kraemer, W.J. and Limkie, C.J. (2009). Youth resistance training: Updates position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, pp. 60-79.
- Fairchild, T.J., Armstrong, A.A., Rao, A., Liu, H., Lawrence, S. and Fournier, R.A. (2003). Glycogen synthe-

sis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, pp. 595-602.

Falk, B. and Dotan, R. (2006). Child-adult differences in the recovery from high-intensity exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 34, pp. 107-112.

Falsone, S. (2014). Optimising flexibility. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds., *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 67-77.

Fitts, R.H. and Widrick, J.J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24, pp. 427-473.

Fitzgerald, G.K., Axe, M.J. and Snyder-Mackler, L. (2000). The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Physical Therapy*, 80, pp. 128-140.

Fitzgerald, M. (2013). Physiology of overtraining. In: J. Friel and J. Vance, eds., *Triathlon science*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 175-190.

Flanagan, S.P. (2012). Balance and stability. In: T. Miller, ed., *NSCA's guide to tests and assessments*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 295-316.

Flanagan, S.P. (2012). Mobility. In: T. Miller, ed., *NSCA's guide to tests and assessments*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 275-294.

Fleck, S.J. (2003). Cardiovascular responses to strength training. In: P.V. Komi, ed., *The encyclopaedia of sports medicine: strength and power in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific, pp. 387-406.

Fleck, S.J. and Kraemer, W.J. (2014). Designing resistance training programs. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 179-296

Fogelholm, G.M., Koskinen, R. and Laakso, J. (1993). Gradual and rapid weight loss: Effects on nutrition and performance in male athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, pp. 371-373.

Fomin, R.N. and Collins, C.C. (2021). Neuroscience approach to performance. In: D.N. French, L. Torres Ronda, eds., *NSCA's essentials of sport science*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 405-421.

Ford, K.R., Myer, G.D. and Toms, H.E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(1), pp. 124-129.

Foure, A., Nordez, A. and Cornu, C. (2010). Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties. *Journal of Applied Physiology*, 109(3), pp. 849-854.

Fox, E., Bowers, R., Foss, M. and Fox, E. (1993). *The physiological basis for exercise and sport*. Madison, Wis.: Brown and Benchmark Publishers, 710 p.

Fragala, M.S., Kraemer, W.J., Denegar, C.R., Maresh, C.M., Mastro, A.M. and Volek, J.S. (2011). Neuroendocrine-immune interactions and responses to exercise. *Sports Medicine*, 41(8), pp. 621-639.

Frederick, A. and Frederick, C. (2017). *Stretch to win*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 241 p.

French, D. (2016). Adaptations to anaerobic training programs. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 87-114.

French, D.N., Jones, T. and Kraemer, W.J. (2014). Strength development in youths. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London; New York: Routledge, pp. 66-79.

Friden, J. and Leiber, R.L. (1998). Segmental muscle fiber lesions after repetitive eccentric contractions. *Cell and Tissue Research*, 293, pp. 165-171.

Fritsch, P., Dalla Pozza, R., Ehringer-Schetitska, D., Jokinen, E., Herceg, V., Hidvegi, E. et al. (2017). Cardiovascular pre-participation screening in young athletes: Recommendations of the Association of European Paediatric Cardiology. *Cardiology in the Young*, 27(9), pp. 1655-1660.

Frost, D., Cronin, J. and Newton, R. (2010). A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Medicine*, 40(4), pp. 303-326.

Fry, R., Morton, A. and Keast, D. (1991). Overtraining in athletes. *Sports Medicine*, 12(1), pp. 32-65.

Fukuda, D.H., Kendall, K.L. and Hetrick, R.P. (2014). Nutritional strategies to optimize youth development. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London, New-York: Routledge, pp. 185-199.

Fyfe, J., Buchheit, M., Laursen, P. (2019). Incorporated HIIT into a concurrent training program. In: P. Laursen and M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 119-135.

Fyfe, J.J., Bartlett, J.D., Hanson, E.D., Stepto, N.K. and Bishop, D.J. (2016). Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. *Frontiers in Physiology*, 7(487).

Gabbett, T.J. and Sheppard, J.M. (2013). Testing and training agility. In: R.K. Tanner and Ch.J. Core, eds., *Physiological tests for elite athletes*, Australian Institute of Sport, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 199-205.

Gabel, K.A., Aldous, A. and Edgington, C. (1995). Dietary intake of two elite male cyclists during a 10-day, 2,050-mile ride. *International Journal of Sport Nutrition*, 5, pp. 56-61.

- Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H. and Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75, pp. 712-719.
- Gajdosik, R.L. (2001). Passive extensibility of skeletal muscle: Review of the literature with clinical implications. *Clinical Biomechanics*, 16, pp. 87-101.
- Galior, K., Grebe, S. and Singh, R. (2018). *Development of vitamin D toxicity from overcorrection of vitamin D deficiency: a review of case reports*. *Nutrients*, 10(8), p. 953.
- Gambetta, V. (1987). Principles of plyometric training. In: *Track Technique*, 1st ed. pp. 3099-3104.
- Gamble, P. (2013). *Strength and conditioning for team sports: sport-specific physical preparation for high performance*, 2nd ed. Kindle, 304 p.
- Garvican, L.A., Ebert, T.R., Quod, M.J., Gardner, S.A., Gregory, J., Osborne, M.A. and Martin D.T. (2013). High-performance cyclists. In: R.K. Tanner and Ch.J. Core, eds., *Physiological tests for elite athletes*, Australian Institute of Sport, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 299-322.
- Gibala, M.J. and Mcgee, S.L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: A little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36, pp. 58-63.
- Gibala, M.J., Interisano, S.A. and Tarnopolsky, M.A. (2000). Myofibrillar disruption following concentric and eccentric resistance exercise in strength trained men. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 78, pp. 656-661.
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B.R. and Melancon, H. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 36(8), pp. 1476-1483.
- Gillett, J. (2019). Baseball and softball. In: J. Dawes, ed. *Developing agility and quickness*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 172-178.
- Gleeson, M., McDonald, W.A. and Pyne, D.B. (2000). Immune status and respiratory illness for elite swimmers during a 12-week training cycle. *International Journal of Sports Medicine*, 21, pp. 302-307.
- Glowacki, S.P., Martin, S.E., Maurer, A., Back, W., Green, J.S. and Crouse, S.F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, pp. 2119-2127.
- Goldberg, A.S., Moroz, L. and Smith, A. (2007). Injury surveillance in young athletes: A clinician's guide to sports injury literature. *Sports Medicine*, 37(3), pp. 265-278.
- Goldspink, G. (1992). Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Blackwell Sci. Publ. pp. 211-229.
- Goodwin J., Tawiah-Dodoo J., Waghorn R., Wild J. Sprint running. In: Turner A., ed. *Routledge handbook of strength and conditioning. Sport-specific programming for high performance*, 1st ed. London, New York: Routledge, 2018, p. 473-505.
- Gould, D. and Krane, V. (1992). The arousal-athletic performance relationship. In: Horn, T.S., ed. *Advances in sport psychology*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 119-143.
- Gould, D. and Pettichoff, D. (1988). Psychological stress and the age-group wrestler. In: E.W. Brown and C.F. Branta, eds., *Competitive sports for children and youth*, 1st ed. Champaign: Human Kinetics, pp. 63-73.
- Gould, D., Flett, M.R. and Bean, E. (2009). Mental preparation for training and competition. In: B.W. Brewer, ed., *Sport psychology*, 1st ed. International Olympic Committee: Wiley-Blackwell, pp. 53-63.
- Graves, J., Pollock, M., Jones, A., Colvin, A. and Leggett, S. (1989). Specificity of limited range of motion variable resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(1), pp. 84-89.
- Graves, J., Pollock, M., Leggett, S., Braith, R., Carpenter, D. and Bishop, L. (1988). Effect of reduced training frequency on muscular strength. *International Journal of Sports Medicine*, 9(5), pp. 316-319.
- Green, H.J. (1990). Manifestations and sites of neuromuscular fatigue. In: *Biochemistry of Exercise VII*, 1st ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics, pp. 13-34.
- Green, H.J. (1991). What do tests measure? In: *Physiological testing of the high-performance athlete*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 7-19.
- Greene, D.A. and Naughton, G.A. (2006). Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. *Sports Medicine*, 36 (9), pp. 723-732.
- Greenleaf, J.E. and Harrison, M.H. (1986). Water and electrolytes. In: D.K. Layman, ed., *Nutrition and aerobic exercise*, 1st ed. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 107-124.
- Greenleaf, J.E., Jackson, C.G.R. and Geelen, G. (1998). Plasma volume expansion with oral fluids in hypohydrated men at rest and during exercise. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 69, pp. 837-844.
- Grimby, G. (1992). Clinical aspects of strength and power training. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 338-354.
- Grimby, L., Hanner, J. and Hedman, B. (1981). The fatigue and voluntary discharge properties of single motor units in man. *Journal of Physiology*, 316, pp. 545-554.
- Guillot A., Hoyek N., Louis M. and Collet C. (2012). Understanding the timing of motor imagery: recent findings and future directions. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 3, pp. 3-22.

- Gurung, P. and Jialal, I. (2020). Plasma Glucose. In: StatPearls. [online] StatPearls Publishing. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31082125/> [Accessed 2 Jul. 2021]
- Guy, J. and Micheli, L. (2001). Strength training for children and adolescents. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 9(1), pp. 29-36.
- Hacker, W. (1986). *Arbeitspsychologie – psychische regulation von arbeitstahigkeiten*. Berlin, 112 p.
- Hackett, D.A. and Chow, C.M. (2013). The Valsalva maneuver: Its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, pp. 2338-2345.
- Haff, G. and Burgess, S. (2012). Resistance training for endurance sports. In: B. Reuter, ed., *Developing endurance*, 1st ed. National Strength and Conditioning Association (NSCA). Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 135-180.
- Haff, G.G. (2017). Periodization and power integration. In: M. McGuigan, ed., *Developing power*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics. p. 33-61.
- Haff, G.G., Berninger, D. and Caulfield, S. (2016). Exercise technique for alternative modes and nontraditional implement training. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 409-438.
- Hagerman, P.S. (2004). Aerobic endurance training design. In: R.W. Earle and T.R. Baechle, eds., *IVSCA's Essentials of Personal Training*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Häkkinen, K. (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*, 6, pp. 161-198.
- Häkkinen, K. and Komi, P.V. (1985). The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristic of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 7(2), pp. 65-76.
- Hakkinen, K., Alen, M., Kraemer, W.J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H. et al. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 89(1), pp. 42-52.
- Häkkinen, K., Komi, P.V. and Kauhanen, H. (1988). *Scientific evaluation of specific loading of the knee extensors with variable resistance, "isokinetic" and barbell exercises*. Department of Biology of Physical Activity of University of Jyväskylä, p. 8.
- Halson, S.L., Bridge, M.W., Meeusen, R., Busschaert, B., Gleeson, M., Jones, D.A. and Jeukendrup, A.E. (2002). Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 93(3), pp. 947-956.
- Hamady, C. and Morgan, A. (2017). Anthropometric measurements and body composition. In: Karpinski, Ch., ed. *Sports nutrition: a handbook for professionals*, 6th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics, pp. 176-190.
- Hamari, J. and Koivisto, J. (2014). Measuring flow in gamification: Dispositional Flow Scale-2. *Computers in Human Behavior*, 40, pp. 133-143.
- Hamilton, R.T., Shultz, S.J. and Schmitz, R.J. (2008). Triple-hop distance as a valid predictor of strength and power. *Journal of Athletic Training*, 43(2), pp. 144-151.
- Hansen, D.M. (2014). Successfully translating strength into speed. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds., *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 145-166.
- Hardy, L. (1990). A catastrophe model of performance in sport. In: J.G. Jones and L. Hardy, eds., *Stress and performance in sport*, 1st ed. Chichester, England: Wiley, pp. 81-106.
- Hargreaves, M. (1999). *Skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise*. Exercise Metabolism. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 41-72.
- Harman, E. (2008). Biomechanics of resistance exercise. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 65-92.
- Harmon, K.K., Dunnick, D.D. and Brown, L.E. (2017). Strength assessment. In: L.E. Brown, ed., *Strength training*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 97-114.
- Hawley, J.A. (2002). Training for enhancement of sports performance. In: M.A. Hargreaves and J.A. Hawley, eds., *Physiologic Bases of Sports Performance*, 1st ed. Sydney: McGraw Hill, pp. 125-151.
- Hay, J.G. (1992). Mechanical basis strength expression. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 197-207.
- Henriksson J. Cellular metabolism and endurance. In: Shephard R, Åstrand PO, editors. *Endurance in sport*. 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1992. pp. 46-60.
- Herda, T.J. and Cramer, J.T. (2016). Bioenergetics of exercise and training. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 43-64.
- Hew-Butler, T., Loi, V., Pani, A. and Rosner, M.H. (2017). Exercise-associated hyponatremia: 2017 update. *Frontiers in Medicine (Lausanne)*, 4, p. 21. doi: 10.3389/fmed.2017.00021.
- Hibbs, A., Thompson, K., French, D., Wrigley, A. and Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine*, 38(12), pp. 995-1008.

- Hill-Haas, S., Dawson, B., Impellizzeri, F. and Coutts, A. (2011). Physiology of small-sided games training in football: A systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), pp. 199-220.
- Hills, S.P. and Russell, M. (2017). Carbohydrates for soccer: a focus on skilled actions and half-time practices. *Nutrients*, 10 (1), p. 22. doi: 10.3390/nu10010022.
- Hines, E. (2008). Fitness swimming. *Human Kinetics*, 232 p.
- Hinton, P.S. (2014). Iron and the endurance athlete. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(9), pp. 1012-1018. doi: 10.1139/apnm-2014-0147.
- Hirayama, K. (2015). Jump performance enhancement induced by countermovement. In: K. Kanosue, T. Nagami and J. Tsuchiya, eds., *Sports Performance*, 1st ed. Springer Japan, pp. 187-198.
- Hirtz, T.P. (1994). Koordinative Fähigkeiten. In: *Trainingswissenschaft*, 1st ed. Berlin: Sportverlag, pp. 137-145.
- Hoffman, J. (2002). *Physiological aspects of sport training and performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 343 p.
- Hoffman, J.R. (2012). *NSCA's guide to program design*. Champaign, IL: Human Kinetics, 326 p.
- Hoffman, J.R. and Stout, J.R. (2008). Performance-enhancing substances. In: T.R. Baechle and R.W. Earle, eds., *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 180-200.
- Holcomb, W.R., Kleiner, D.M. and Chu, D.A. (1998). Plyometrics: Considerations for safe and effective training. *Strength and Conditioning Journal*, 20, pp. 36-39.
- Hollmann, W. and Hettinger, T. (1980). *Sportmedizin in Arbeit und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart; New York, 773 p.
- Holloway, G.P. and Spriet, L.L. (2009). Skeletal muscle metabolic adaptations to training. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 70-83.
- Holmberg, P. (2009). Agility training for experienced athletes: a dynamical systems approach. *Strength and Conditioning Journal*, 31(5), pp. 73-78.
- Hood, D.A. (2001). Plasticity in skeletal, cardiac, and smooth muscle. Invited review: Contractile activity-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 90(3), pp. 1137-1357.
- Hood, D.A., Tryon, L.D., Carter, H.N., Kim, Y. and Chen, C.C. (2016). Unravelling the mechanisms regulating muscle mitochondrial biogenesis. *Biochemical Journal*, 473(15), pp. 2295-2314.
- Horita, T., Komi, P.V., Nicol, C. and Kryolainen, H. (2002). Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculoskeletal system in the drop jump: Implications to performance. *European Journal of Applied Physiology*, 88, pp. 76-84.
- Horvath, P.J., Genovese, R.G. and O'Reilly, B. (1999). The effect of peanuts or carbohydrate-rich energy bars on performance of female collegiate soccer players. *FASEB Journal*, 13(4), pp. A542.
- Hottenrott, K. and Neumann, G. (2010). Ist das Superkompensations Model nach aktuell? *Leistungssport*, Marz, pp. 13-19.
- Houck, J. and Slavin, J. (1991). Protein nutrition for the athlete. In: J.R. Bering and S.N. Steen, eds., *Sports Nutrition for the 90s*, 1st ed. Gaithersburg, MD: Aspen Publ., Inc.
- Hreljac, A., Marshall, R.N. and Hume, P.A. (2000). Evaluation of lower extremity overuse injury potential in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, pp. 1635-1641.
- Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*, 37(6), pp. 547-556.
- Hubleby-Kozey, C.L. (1991). Testing flexibility. In: *Physiological testing of the high-performance athlete*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 309-359.
- Huijing, P.A. (1992). Elastic potential of muscle. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 151-168.
- Hultman, E. and Greenhaff, P.L. (1992). Food stores and energy reserves. In: R. Shephard and P.-O. Astrand, eds., *Endurance in Sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 127-135.
- Hultman, E. and Sjoholm, H. (1986). Biochemical causes of fatigue. In: N.L. Jones, N. McCartney and A.J. McComas, eds., *Human muscle power*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 215-235.
- Hultman, E. and Spriet, L.L. (1988). Dietary intake prior to and during exercise. In: E.S. Horton and R.L. Terjung, eds., *Exercise, nutrition and energy metabolism*, 1st ed. New York: Macmillan, pp. 132-149.
- Hume, P. and Russell, K. (2014). Overuse injuries and injury prevention strategies for youths. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London; New York: Routledge, pp. 200-212.
- Hume, P. and Stewart, A.D. (2012). Body composition change. In: A.D. Stewart and L. Sutton, ed., *Body composition in sport, exercise and health*, 1st ed. London: Taylor and Francis.
- Hunter, G.R. and Harris, R.T. (2008). Structure and function of the muscular, neuromuscular, cardiovascular, and respiratory systems. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 3-20.

- Hutchinson, M.R. and Nasser, R. (2013). Common sports injuries in children and adolescents. *Medscape Orthopedics and Sports Medicine Journal*, [online]. Available at: http://www.medscape.com/viewarticle/408524_4 [Accessed 1 Jun 2021].
- Hutton, R.S. (1991). Neuromuscular basis of stretching exercises. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 29-38.
- Hutton, R.S. and Enoka, R.M. (1986). Kinematic assessment of a functional role for recurrent inhibition and selective recruitment. *Experimental Neurology*, 93, pp. 369-379.
- Imamura, F., Micha, R., Wu, J.H., de Oliveira Otto, M.C. et al. (2016). Effects of saturated fat, polyunsaturated fat, monounsaturated fat, and carbohydrate on glucose-insulin homeostasis: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled feeding trials. *PLoS Medicine*, 13(7), p. e1002087. doi: 10.1371/journal.pmed.1002087.
- Impellizzeri, F.M., Rampinini, E. and Marcora, S.M. (2005). Physiological assessment of aerobic training in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), pp. 583-592.
- Ingram, Rh., McLaughlin, A. and Radcliffe, Ya. (2018). Taekwondo. In: A. Turner, ed., *Routledge handbook of strength and conditioning. Sport-specific programming for high performance*. London, New York: Routledge, pp. 371-383.
- Ishikawa, M., Komi, P.V., Finni, T. and Kuitunen, S. (2006). Contribution of the tendinous tissue to force enhancement during stretch-shortening cycle exercise depends on the prestretch and concentric phase intensities. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16, pp. 423-431.
- Jalilvand, F. (2019). Field hockey. In: Dawes, J. ed. *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 189-193.
- Janosrova H., Muchova M. (2002). *Aqua Aerobik*. Brno, 24 s.
- Jaric, S. (2015). Force-velocity relationship of muscles performing multi-joint maximum performance tasks. *International Journal of Sports Medicine*, 36, pp. 699-704.
- Jeffreys, I. (2004). The use of small-sided games in the metabolic training of high school soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 26(5), pp. 77-78.
- Jeffreys, I. (2016). Warm-up and flexibility training. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 317-350.
- Jeffreys, I. (2019). Agility and quickness program design. In: J. Dawes, M. Roozen, ed., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 153-161.
- Jensen, T.E. and Richter, E.A. (2012). Regulation of glucose and glycogen metabolism during and after exercise. *Journal of Physiology*, 590(5), pp. 1069-1076. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224972.
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Garcia-Ramos, A., Cuadrado- Penafiel, V., Brughelli, M. and Morin, J.-B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 6, p. e5937.
- Jones, C.M., Griffiths, P.C. and Mellalieu, S.D. (2017). Training load and fatigue marker associations with injury and illness: a systematic review of longitudinal studies. *Sports Medicine*, 47, pp. 943-974.
- Jones, M.T., Ambegaonkar, J.P. and Nindl, B.C. (2012). Effects of unilateral and bilateral lower-body heavy resistance exercise on muscle activity and testosterone responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), pp. 1094-1100.
- Joyce, D. and Robinson, K. (2021). Sport science of injury. In: D.N. French, L. Torres-Ronda, ed., *NSCA's essentials of sport science*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 431-450.
- Jozsi, A.C., Trappe, T.A., Starling, R.D., Goodpaster, B., Trappe, S.W., Fink, W.J. and Costill, D.L. (1996). The influence of starch structure on glycogen resynthesis and subsequent cycling performance. *International Journal of Sports Medicine*, 17(5), pp. 373-378. doi: 10.1055/s-2007-972863.
- Juel, C., Klarskov, C. and Krstrup, J.J. (2004). Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H⁺ release from human skeletal muscle. *AJP: Endocrinology and Metabolism*, 286, pp. E245-E251.
- Kaczynski, A. *Zabawowe formy cwiczen zrecznosciowo-akrobatycznych*. Wroclaw; 2000. 213 s.
- Kaeding, C.C. and Whitehead, R. (1998). Whitehead musculoskeletal injuries in adolescents. *Primary Care*, 25(1), pp. 211-223.
- Kannus, P. and Järvinen, M. (1989). Posttraumatic anterior cruciate ligament insufficiency as a cause of osteoarthritis in a knee joint. *Clinical Rheumatology*, 8(2), pp. 251-260.
- Kato, K. and Kanosue, K. (2015). Muscle relaxation and sports. In: K. Kanosue, T. Nagami and J. Tsuchiya, eds., *Sports performance*, 1st ed. *Springer Japan*, pp. 67-78.
- Kawamori, N., Rossi, S.J. and Justice, B.D. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic midthigh clean pulls performed at various intensities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, pp. 483-491.
- Kay, A.D. and Blazevich, A.J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44, pp. 154-164.
- Kayser, B. (2003). Exercise starts and ends in the brain. *European Journal of Applied Physiology*, 90, pp. 411-419.

- Kellmann, M. (2002). *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*. Champaign, IL: Human Kinetics, 333 p.
- Kenney, L.W., Wilmore, J.H. and Costill, D.L. (2012). *Physiology of sport and exercise*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 621 p.
- Kenney, W.L., Wilmore, J.H. and Costill, D.L. (2019). *Physiology of sport and exercise*, 7th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 648 p.
- Kenney, W.L., Wilmore, J.H. and Costill, D.L. (2021). *Physiology of sport and exercise*, 8th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 652 p.
- Kibler, W., Press, J. and Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), pp. 189-198.
- Kiens, B., Essen-Gustavsson, B., Christensen, N. and Saltin, B. (1993). Skeletal muscle substrate utilization during submaximal exercise in man: effect of endurance training. *Journal of Physiology*, 469(1), pp. 459-478.
- Kilduff, L., Bevan, H., Kingsley, M., Owen, N., Bennett, M., Bunce, P., Hore, A., Maw, J. and Cunningham, D. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), p. 1134.
- King, E. and Richter, C. (2021). Kinematics and gait analysis. In: D.N. French, L. Torres-Ronda, ed., *NSCA's essentials of sport science*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 137-149.
- Kirkpatrick, S.I., Raffoul, A., Lee, K.M. and Jones, A.C. (2019). Top dietary sources of energy, sodium, sugars, and saturated fats among Canadians: insights from the 2015 Canadian Community Health Survey. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(6), pp. 650-658. doi: 10.1139/apnm-2018-0532.
- Kirousis, W. and Gootman, J. (2012). Aerobic endurance development. In: B. Reuter, ed., *Developing endurance*, 1st ed, National Strength and Conditioning Association (NSCA). Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 75-83.
- Kjaer, M. (1999). Hepatic fuel metabolism during exercise. In: *Exercise metabolism*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 73-98.
- Klec, C., Ziomek, G., Pichler, M., Malli, R. and Graier, W.F. (2014). Calcium Signaling in β -cell Physiology and Pathology. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(24), E6110. doi: 10.3390/ijms20246110.
- Knechtle, B., Chlíbková, D., Papadopoulou, S., Mantzorou, M., Rosemann, T. and Nikolaidis, P.T. (2019). Exercise-associated hyponatremia in endurance and ultra-endurance performance-aspects of sex, race location, ambient temperature, sports discipline, and length of performance: a narrative review. *Medicina (Kaunas)*, 55(9), p. 537. doi:10.3390/medicina55090537.
- Knierim, J. (2020). Motor Cortex [online]. Neuroscience Online: an electronic textbook for the neurosciences. Available at: <https://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/m/s3/chapter03.html> [Accessed 25 May 2021].
- Kociasz, A. (1984). *Przewodnik cwiczen gimnastycznych od A do Z*. Wroclaw, 132 s.
- Kolb, B., Muhammad, A. and Gibb, R. (2011). Searching for factors underlying cerebral plasticity in the normal and injured brain. *Journal of Communication Disorders*, 44(5), pp. 503-514.
- Kollias, I., Panoutsakopoulos, V. and Papaiaikovou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: Vertical drop jumping from 60 centimeters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), pp. 546-550.
- Komi, P. and Viitasalo, J. (1976). Signal characteristics of EMG at different levels of muscle tension. *Acta Physiologica Scandinavica*, 96(2), pp. 267-276.
- Komi, P.V. (2003). Stretch-shortening cycle. In: P.V. Komi, ed., *Strength and power in sport*, 1st ed. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications.
- Komi, P.V. and Ishikawa, M. (2009). Muscle: Producing force and movement. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 7-24.
- Konig, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A. and Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, pp. 654-658.
- Kordich, J. (2006). Evaluating your client: Fitness assessment protocols and norms. In: *NSCA Certification Essentials of Personal Training Symposium Workbook Presentation*. Lincoln, NF: NSCA Certification Commission, 4, pp. 18-19.
- Koundourakis, N.E., Avgoustinaki, P.D., Malliaraki, N. and Margioris, A.N. (2016). Muscular effects of vitamin D in young athletes and non-athletes and in the elderly. *Hormones (Athens)*, 15(4), pp. 471-488.
- Kovacs, M. (2019). Tennis. In: J. Dawes, M. Roosen, eds., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 223-224.
- Kovacs, M.S. (2004). A comparison of work/rest intervals in men's professional tennis. *Medicine and Science in Tennis*, 9(3), pp. 10-11.
- Kraemer, W.J. (1992). Endocrine responses and adaptations to strength training. In: P.V. Komi, ed., *The encyclopedia of sports medicine: Strength and power*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 291-304.
- Kraemer, W.J. (2017). How muscle grows. In: L.E. Brown, ed., *Strength training*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 29-48.

- Kraemer, W.J. and Fleck, S.J. (2007). *Optimizing strength training: Designing nonlinear periodization workouts*. Champaign, IL: Human Kinetics, 245 p.
- Kraemer, W.J. and Looney, D. (2012). Underlying mechanisms and physiology of muscular power. *Strength and Conditioning Journal*, 34, pp. 13-19.
- Kraemer, W.J. and Ratamess, N.A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35, pp. 336-361.
- Kraemer, W.J., Hatfield, D.L. and Fleck, S.J. (2017). Types of muscle training. In: L.E. Brown, ed., *Strength training*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 49-73.
- Kravitz, L. and Bubbico, A.T. (2015). *Essentials of eccentric training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 263 p.
- Kritz, M., Cronin, J. and Hume, P. (2010). Screening the upper-body push and pull patterns using body weight exercises. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), pp. 72-82.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J. and Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), pp. 1165-1174.
- Kubukeli, Z., Noakes, T. and Dennis, S. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Medicine*, 32(8), pp. 489-509.
- Lacour, J.R. and Flandrois, R. (1977). Role du métabolisme aérobie lors de l'exercice intense et prolongé. *Journal of Physiology (Paris)*, 73, pp. 89-130.
- Lakie, M. and Robson, L. (1988). Thixotropic changes in human muscle stiffness and the effects of fatigue. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 73(4), pp. 487-500.
- Lambert, E.V., St. Clair, G.A. and Noakes, T.D. (2005). Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiologic systems during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 39, pp. 52-62.
- Lambert, M. and Mujika, I. (2010). Overtraining prevention. In: Ch. Hausswirth and I. Mujika, eds., *Recovery for performance in sport*, 1st ed. INSEP, Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 23-28.
- Lamberts, R.P. and Lambert, M.I. (2009). Day-to-day variation in heart rate at different levels of submaximal exertion: Implications for monitoring training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), pp. 1005-1010.
- Larson, G.D., Potteiger, Jr. and Potteiger, J.A. (1997). A comparison of three different rest intervals between multiple squat bouts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(2), pp. 115-118.
- Larson-Meyer, D.E. and Willis, K.S. (2010). Vitamin D and athletes. *Current Sports Medicine Reports*, 9(4), pp. 220-226.
- LaStayo, P.C., Woolf, J.M. and Lewek M.D. (2003). Eccentric muscle contractions: Their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33, pp. 557-571.
- Latash, W.I. (2008). *Neurophysiological basis of movement*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 440 p.
- Le Meur, Y. and Hausswirth, C. (2010). Active recovery. In: Ch. Hausswirth and I. Mujika, eds., *Recovery for performance in sport*, 1st ed. INSEP, Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 29-42.
- Le Meur, Y., Duffield, R. and Skein, M. (2013). Sleep. In: Ch. Hausswirth and I. Mujika, eds., *Recovery for performance in sport*, 1st ed. Champaign: Human Kinetics, pp. 99-110.
- Leetun, D., Ireland, M., Willson, J., Ballantyne, B. and Davis, I. (2011). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), pp. 926-934.
- Leith, L.M. (1992). Personality and endurance performance: The state-trait controversy. In: R.J. Shephard and P.-O. Astrand, eds., *Endurance in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 256-260.
- Lemon, P.W.R. (1984). Effect of intensity on protein utilization during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16, p. 151.
- Lemos, A., Simao, R., Polito, M., Salles, B., Rhea, M.R. and Alexander, J. (2009). The acute influence of two intensities of aerobic exercise on strength training performance in elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), pp. 1252-1257.
- Lemyre, P.-N. and Fournier J. (2013). Psychological aspects of recovery. In: C. Hausswirth and J. Mujika, eds., *Recovery for performance in sport*, 1st ed. Champaign: Human Kinetics, pp. 43-52.
- Lewis, P.B., Ruby, D. and Bush-Joseph, C.A. (2012). Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 31(2), pp. 255-262.
- Liemohn, W.P., Baumgartner, T.A. and Gagnon, L.H. (2005). Measuring core stability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), pp. 583-586.
- Lindh, M. (1979). Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercises at different knee angles. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 11(1), pp. 33-36.
- Lipp, E.J. (1998). Athletic physical injury in children and adolescents. *Orthopedic Nursing*, 17(2), pp. 17-22.
- Little, T. and Williams, A.G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), pp. 203-207.
- Ljungberg, G., Ericson, T. and Ekholm, B. (1997). Salliva and marathon running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 7, pp. 214-219.

- Lloyd, R.S. and Cronin, J.B. (2014). Pliometric development in youths. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London; New York: Routledge, pp. 94-106.
- Lloyd, R.S. and Oliver, J.L. (2014). The developing athlete. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds., *High performance sports conditioning*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lockie, R. (2019). Testing, assessment, and monitoring of agility and quickness. In: J. Dawes, M. Roozen, ed., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 77-98.
- Lukaski, H.C. (2004). Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*, 20(7/8), pp. 632-644. doi: 10.1016/j.nut.2004.04.001.
- Luo, G. and Stefanyshyn, D.J. (2015). Limb force generation as a limiting factor for maximum-effort acceleration performance. In: K. Kanosue, T. Nagami and J. Tsuchiya, eds., *Sports Performance*, 1st ed. Springer Japan, pp. 281-292.
- MacDougall, J.D., Gibala, M.J., Tarnopolsky, M.A., Macdonald, J.R., Interisano, S.A. and Yarasheski, K.E. (1995). The time course for elevated protein synthesis following heavy resistance exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 20, pp. 480-486.
- MacDougall, J.D., Sale, D.G., Moroz, J.R., Elder, G.C.B., Sutton, J.R. and Howald, H. (1979). Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11, pp. 164-166.
- Mackinnon, L.T. (2000). Overtraining effects on immunity and performance in athletes. *Immunology and Cell Biology*, 78, pp. 502-509.
- Maffetone, Ph., Laursen, P. and Buchheit, M. (2019). HIIT and its influence on stress, fatigue, and athlete health. In: P. Laursen and M. Buchheit, eds., *Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 137-159.
- Magid, A. and Law, D. (1985). Myofibrils bear most of the resting tension in frog skeletal muscle. *Science*, 230(4731), pp. 1280-1282.
- Maglischo, E.W. (2003). *Swimming fastest*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 800 p.
- Mahieu, N.N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N. and Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, pp. 494-501.
- Malisoux, L., Francaux, M. and Nielens, H. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: An effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 100, pp. 771-779.
- Mann, R.V. (2011). *The mechanics of sprinting and hurdling*. Lexington, KY: CreateSpace, pp. 89-125.
- Marciniak, J. (1998). *Zbior cwiczen koordynacyjnych i gibkosciowych*. Warszawa, 132 s.
- Marcora, S.M. and Staiano W. (2010). The limit to exercise Tolerance in humans: mind over muscle? *European Journal of Applied Physiology*, 109, pp. 763-770.
- Marcora, S.M. and Staiano W. (2010). The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? *European Journal of Applied Physiology*, 109, pp. 763-770.
- Marcotte, G.R., West, D.W. and Baar, K. (2015). The molecular basis for load-induced skeletal muscle hypertrophy. *Calcified Tissue International*, 96(3), pp. 196-210.
- Maron, B.J., Doerer, J.J., Haas, T.S., Tierney, D.M., Mueller, F.O. (2009). Sudden deaths in young competitive athletes: Analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation*, 119(8), pp. 1085-1092.
- Maron, B.J., Zipes, D.P., Kovacs, R.J. (2015). Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Preamble, principles, and general considerations: A scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *Journals of the American College of Cardiology*, 66(21), pp. 2343-2349.
- Martin, D. (1991). Merkmale einer trainingswissenschaftlichen Theorie des Techniktrainings. In: Dausgs, R. u. a. (Hrsg.): *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining*. Schorndorf, 1, pp. 53-77.
- Martin, D. (2014). Generating anaerobic power. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds., *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 199-210.
- Martin, D.T., Andersen, M.B. and Gates, W. (2000). Using Profile of Mood States (POMS) to monitor high-intensity training in cyclists: Groups versus case studies. *Sport Psychologist*, 14, pp. 138-156.
- Martin, K.A., Moritz, S.E. & Hall, C.R. (1999) Image-ry Use in Sport: A Literature Review and Applied Model. *The Sport Psychologist*, 13, pp. 245-268.
- Maslach, C. (1982). *Burnout: The cost of caring*. New York: Prentice Hall.
- Mazzetti, S.A., Kraemer, W.J. and Volek, J.S. (2000). The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, pp. 1175-1184.
- McBride, J.M. (2016). Biomechanics of resistance exercise. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 19-42.
- McBride, J.M., Haines, T.L. and Kirby, T.J. (2011). Effect of loading on peak power of the bar, body, and system during power cleans, squats, and jump squats. *Journal of Sports Science*, 29(11), pp. 1215-1221.

McConnell, A. (2011). *Breathe strong, perform better*. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 275 p.

McCurdy, K. and Conner, C. (2003). Unilateral support training incorporating the hip and knee. *Strength and Conditioning Journal*, 25(2), pp. 45-51.

McDonnell, L.K., Hume, P.A. and Nolte, V. (2011). Rib stress fractures among rowers: Definition, epidemiology, mechanisms, risk factors and effectiveness of injury prevention strategies. *Sports Medicine*, 41, pp. 883-901.

McDougall, J.D., Sale, D.G. and Always, S.E. (1984). Muscle fibre number in biceps brachii in body builders and control subjects, *Journal of Applied Physiology*, 57, pp. 1399-1403.

McDougall, J.D., Ward, G.R. and Sale, D.G. (1977). Muscle glycogen repletion after high-intensity intermittent exercise. *Journal of Applied Physiology*, 42, p. 2b.

McFarland, I., Dawes, J.J., Elder, C.L. and Lockie, R.G. (2016). Relationship of two vertical jumping tests to sprint and change of direction speed among male and female collegiate soccer players. *Sports*, 4, p. 11, doi:10.3390/sports4010011.

McGill, S.M. (2006). Fundamental principles of movement and causes of movement error. In: *Ultimate back fitness and performance*, 3rd ed. Ontario, Canada: Wabuno.

McGill, S.M. (2010). Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), pp. 33-46.

McGill, S.M., McDermott, A. and Fenwick, C.M. (2009). Comparison of different strongman events: Trunk muscle activation and lumbar spine motion, load, and stiffness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, pp. 1148-1161.

McGuigan, M. (2016). Principles of test selection and administration. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 249-258.

McGuigan, M., ed. (2017). *Developing power*. Champaign, IL: Human Kinetics, 255 p.

McInnes, S., Carlson, J. and Jones, C. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), pp. 387-397.

Meeusen, R. (2013). Overtraining syndrome. In: C. Hausswirth and J. Mujika, eds., *Recovery for performance in sport*, 1st ed. Champaign: Human Kinetics, pp. 9-20.

Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J. and Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45, pp. 186-205.

Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, J. and Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *European Journal of Sport Science*, 6(1), pp. 1-14.

Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B. and Piacentini, M. (2007). Brain neurotransmitters in fatigue and overtraining. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(5), pp. 857-864.

Mendiguchia, J., Ford, K.R. and Quatman, C.E. (2011). Sex differences in proximal control of the knee joint. *Sports Medicine*, 41(7), pp. 541-557.

Meng, H., Matthan, N.R., Ausman, L.M., Lichtenstein, A.H. (2017). Effect of macronutrients and fiber on postprandial glycemic responses and meal glycemic index and glycemic load value determinations. *American Journal of Clinical Nutrition*, 105(4), pp. 842-853. doi:10.3945/ajcn.116.144162.

Meylan, C. and Cronin, J.B. (2014). Talent identification. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London; New York: Routledge, pp. 19-32.

Meylan, C., McMaster, T. and Cronin, J. (2009). Single-leg lateral, horizontal and vertical jump assessment: Reliability, interrelationships and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), pp. 1140-1147.

Micheli, L.J. and Mountjoy, M. (2009). The young athlete. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 365-381.

Michina, H. (1987). Tendon injuries induced by exercise and anabolic steroids in experimental mice. *International Journal of Orthopaedics*, 11, pp. 62-157.

Mierau, A., Hiilsdunker, T. and Striider, H.K. (2015). Brain oscillations and athletic performance. In: K. Kanosue, T. Nagami and J. Tsuchiya, eds., *Sports Performance*, 1st ed. Springer Japan, pp. 25-36.

Moir, G.L. (2012). Muscular strength. In: T. Miller, ed., *NSCA's guide to tests and assessments*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 147-192.

Moody, J.A., Naclerio, F. and Green, P. (2014). Motor skill development in youths. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London; New York: Routledge, pp. 49-65.

Moore, M.A. and Hutton, R.S. (1980). Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, pp. 322-329.

Morgan, W.P., O'Connor, P.J. and Sparling, P.B. (1987). Psychological characterization of the elite female distance runner. *International Journal of Sports Medicine*, 8(2), pp. 124-131.

- Morgan, W.P., O'Connor, P.J., Elickson, K.A. and Bradley, P.W. (1988). Personality structure, mood states and performance in elite male distance runners. *International Journal of Sports Physiology*, 19, pp. 247-263.
- Morin, J.-B. and Samozino P., eds. (2018). *Biomechanics of training and testing: innovative concepts and simple field methods*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, pp. 65-237.
- Morin, J.-B. and Samozino, P. (2021). Strength tracking and analysis. In: D.N. French, L. Torres-Ronda, ed., *NSCA's essentials of sport science*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 163-176.
- Moritani, T. (1992). Time course of adaptations during strength and power training. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 266-278.
- Moritani, T. and de Vries, H.A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *American Journal of Physical Medicine*, 58, pp. 115-130.
- Morrison, S., Sleivert, G.G. and Cheung, S.S. (2004). Passive hyperthermia reduces voluntary activation and isometric force production. *European Journal of Applied Physiology*, 91, pp. 729-736.
- Moughan, R.J. (2009). *Olympic textbook of science in sport*. International Olympic Committee: Blackwell Scientific Publications, 427 p.
- Mueller-Wohlfahrt, H.W., Haensel, L., Mithoefer, K., Ekstrand, J., English, B., McNally, S., Orchard, J., van Dijk, C.N., Kerkhoffs, G.M., Schamasch, P., Blottner, D., Swaerd, L., Goedhart, E. and Uebliacker, P. (2013). Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, 47, pp. 342-350.
- Mujika, I. (2009). *Tapering and peaking for optimal performance*. Human Kinetics, 209 p.
- Mundt, C.A., Baxter-Jones, A.D.G. and Whiting, S.J. (2006). Relationships of activity and sugar drink intake on fat mass development in youths. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(7), pp. 1245-1254.
- Munroe, L. and Haff, G.G. (2018). Sprint cycling. In: A. Turner, ed., *Routledge handbook of strength and conditioning. Sport-specific programming for high performance*. London, New York: Routledge, pp. 506-525.
- Muoio, D.M., Leddy, J.J., Horvath, P.J., Awad, A.B. and Pendergast, D.R. (1994). Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal VO_2 and endurance in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, pp. 81-88.
- Murray, T.D. and Murray, J.M. (1998). Cardiovascular anatomy. In: J.L. Roitman, ed., *American College of Sports Medicine resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*, 3rd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, pp. 61-69.
- Myer, G.D., Ford, K.R. and Hewett, T.E. (2011). New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 45, pp. 238-244.
- Naczki, M., Naczki, A., Brzenczek-Owczarzak, W., Arlet, J. and Adach, Z. (2010). Relationship between maximal rate of force development and maximal voluntary contractions. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 17, pp. 301-306.
- Narazaki, K., Berg, K., Stergiou, N. and Chen, B. (2009). Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(3), pp. 425-432.
- Nardone, A., Romano, C. and Schieppati, M. (1989). Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. *Journal of Physiology*, 409, pp. 451-471.
- Narici, M.V., Rol, G.S. and Landoni, L. (1989). Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. *European Journal of Applied Physiology*, 59, pp. 310-319.
- Naughton, G., Farpour-Lambert, N.J. and Carlson, J. (2000). Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Medicine*, 30(5), pp. 309-325.
- Navas, F.J., Martin, J.F. and Cordova, A. (1997). Compartmental shifts of calcium and magnesium as a result of swimming and swimming training in rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(27), pp. 882-891.
- Nederhof, E., Lemmink, K. and Visscher, C. (2006). Psychomotor speed: Possibly a new marker for overtraining. *Sports Medicine*, 36, pp. 817-828.
- Newsholme, E. (1992). Physical and mental fatigue: Metabolic mechanisms and the importance of plasma amino acids. *British Medical Bulletin*, 43(3), pp. 447-495.
- Newton, R.U., Cormie, P. and Kraemer, W.J. (2012). Power training. In: J.R. Hoffman, ed., *NSCA's guide to program design*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 95-118.
- Newton, R.U., Rogers, R.A., Volek, J.S., Hakkinen, K. and Kraemer, W.J. (2006). Four weeks of optimal load ballistic resistance training at the end of season attenuates declining jump performance of women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), pp. 955-961.
- Nielsen, F.H. and Lukaski, H.C. (2006). Update on the relationship between magnesium and exercise. *Magnesium Research*, 19, pp. 180-189.
- Nielsen, B. (1992). Diet, vitamins and fluids: intake before and after prolonged exercise. In: *Endurance in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 297-311.

- Nielsen, B. (1992). Diet, vitamins and fluids: intake before and after prolonged exercise. In: *Endurance in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 297-311.
- Nimmo, M.A. (2009). The female athletes. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 382-400.
- Nimphius, S. (2014). Increasing agility. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds., *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 185-198.
- Noakes, T.D., Crewe, H. and Tucker, R. (2009). The brain and fatigue. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 340-360.
- Noble, I. and McGraw, I.W. (1973). Comparative effects of isometric and isotonic training programs on relative load, endurance and work capacity. *Research Quarterly*, 44(1), pp. 96-108.
- Norman, D. (2014). Establishing endurance for repeated performance. In: D. Joyce and D. Lewindon, eds., *High-performance training for sports*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 211-220.
- Noth, J. (1992). Motor units. In: *Strength and power in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 21-28.
- Nuzzo, J.L. and McBride, J.M. (2013). The effect of loading and unloading on muscle activity during the jump squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), pp. 1758-1764.
- Nybo, L. and Nielsen, B. (2001). Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 91, pp. 1055-1060.
- O'Brien, T.D., Reeves, N.D., Baltzopoulos, V., Jones, D.A. and Maganaris, C.N. (2010). Muscle-tendon structure and dimensions in adults and children. *Journal of Anatomy*, 216, pp. 631-642.
- O'Toole, M.L. (1998). Overreaching and overtraining in endurance athletes. In: R.B. Kreider, A.C. Fry and M.L. O'Toole, eds., *Overtraining in sport*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 3-18.
- Olbrecht, J. (2007). *Plannen, periodiseren, trainen bijsturen en winnen: handboek voor modern zwemtraining*. Antwerpen: F8G Partners, 239 p.
- Oliver, J.L. and Smith, P.M. (2010). Neural control of leg stiffness during hopping in boys and men. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, pp. 973-979.
- Olsen, P.D. and Hopkins, W.G. (2003). The effect of attempted ballistic training on the force and speed of movement. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, pp. 291-298.
- Osborne, M.A., Chapman, D.W. and Gardner S.A. (2013). Ergometer-based maximal neuromuscular power. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Australian Institute of Sport, Physiological tests for elite athletes*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 45-57.
- Ozmun, J.C., Mikesky, A.E. and Surburg, R.R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, pp. 510-514.
- Paasuke, M., Saapar, L. and Ereline, J. (2007). Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power- and endurance-trained and untrained women. *European Journal of Applied Physiology*, 101, pp. 577-585.
- Palmer, B.F. and Clegg, D.J. (2016). Physiology and pathophysiology of potassium homeostasis. *Advances in Physiology Education*, 40(4), pp. 480-490. doi: 10.1152/advan.00121.2016.
- Pansold, B., Zinner, J. and Gabriel, B.M. (1985). Zum Einsatz und Interpretation von Laktatbestimmungen in der Leistungsdiagnostik. *Theorie und Praxis Leistungssport*, 5/6, pp. 98-160.
- Papaxanthis, C., Schieppati, M.Z., Gentili, R. and Pozzo, T. (2002). Imagined and actual arm movements have similar durations when performed under different conditions of direction and mass. *Experimental Brain Research*, 143, pp. 447-452.
- Pargman, D. (2007). *Psychological bases of sport injuries*, 3rd ed. Morgantown: Fitness Information Technology.
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F. and Merabet, L.B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, pp. 377-401.
- Patel, D.P. and Pratt, H.D. (2009). Child neurodevelopment and sport participation. In: D.P. Patel, D.E. Greydanus and R.J. Baker, eds., *Sports medicine*, 1st ed. McGraw, Hill Companies, pp. 2-45.
- Pearson, E. (2017). Nutrition for endurance and ultraendurance sports. In: Ch. Karpinski, ed., *Sports nutrition: A handbook for professionals*, 6th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics, pp. 491-515.
- Pedersen, B.K. and Hoffman-Goetz, L. (2000). Exercise and the immune system regulation, integration and adaptation. *Physiology Reviews*, 80(3), pp. 1055-1081.
- Perry, C.G. (2007). The effects of training in hypoxia vs. Normoxia on skeletal muscle enzyme activities and exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, 102, pp. 1022-1027.
- Peterson, M.D. (2012). Power. In: T. Miller, ed., *NSCA's guide to tests and assessments*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 217-252.
- Petibois, C. and Cazorla, G. (2010). Биохимические аспекты перетренированности у спортсменов, тренирующихся на выносливость. *Вопросы спортивной медицины: зарубежный опыт*, 1, pp. 3-10.

- Philippaerts, R.M., Vaeyans, R. and Janssens, M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), pp. 221-230.
- Phillips, S.M., Green, H.J. and Tarnopolsky, M.A. (1996). Progressive effect of endurance training on metabolic adaptations in working skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, 270, pp. E265-E272.
- Place, N., Matkowski, B., Martin, A. and Lepers, R. (2006). Synergists activation pattern of the quadriceps muscle differs when performing sustained isometric contractions with different EMG biofeedback. *Experimental Brain Research*, 174, pp. 595-603.
- Plisk, S.S. (2008). Speed, agility, and speed-endurance development. In: T.R. Baechle and R.W. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Pojskic, H., Aslin, E., Krolo, A., Jukic, I., Uljevic, O., Spasic, M. and Sekulic, D. (2018). Importance of reactive agility and change of direction speed in differentiating performance levels in junior soccer players: Reliability and validity of newly developed soccer-specific tests. *Frontiers in Physiology*, 9, p. 506.
- Potach, D.H. and Chu, D.A. (2008). Plyometric training. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 413-456.
- Pravenec, M., Kozich, V., Krijt, J., Sokolova, J., Zidek, V., Landa, V. et al. (2013). Folate deficiency is associated with oxidative stress, increased blood pressure, and insulin resistance in spontaneously hypertensive rats. *American Journal of Hypertension*, 26(1), pp. 135-140.
- Prins, J.H. (1978). Histological changes in human skeletal muscle with isokinetic strength training at two distinct limb speeds. *Dissertation Abstracts International A.*, 39(A), pp. 4-213.
- Purdom, T., Kravitz, L., Dokladny, K., Mermier, C. (2018). Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, p. 3. doi: 10.1186/s12970-018-0207-1.
- Putman, C.T., Xu, X., Gillies, E., MacLean, I.M. and Bell, G.J. (2004). Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fibre-type distribution in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4/5), pp. 376-384.
- Pyne, D.B., Montgomery, P.G., Klusemann, M.J. and Drinkwater, E.J. (2013). Basketball players. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Australian Institute of Sport, Physiological tests for elite athletes*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 273-287.
- Rabita, G. and Delextrat, A. (2010). Stretching. In: Ch. Hausswirth and I. Mujika, eds., *Recovery for performance in sport*, 1st ed. INSEP, Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 55-67.
- Radnor, J.M., Lloyd, R.S. and Oliver, J.L. (2017). Individual response to different forms of resistance training in school-aged boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), pp. 787-797.
- Raglin, J.S. and G. Kentta. (2005). Incidence of the staleness syndrome across a three year period in elite age-group skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, p. S40.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. and Marcora, S. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), pp. 659-666.
- Rana, S.R., Chleboun, G.S. and Gilders, R.M. (2008). Comparison of early phase adaptations for traditional strength and endurance, and low velocity resistance training programs in college-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, pp. 119-127.
- Ratamess, N.A. (2008). Adaptations to anaerobic training programs. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 93-120.
- Ratamess, N.A., Kang, J., Porfido, T.M., Ismaili, C.P., Selamie, S.N., Williams, B.D. [et al.] (2016). Acute resistance exercise performance is negatively impacted by prior aerobic endurance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), pp. 2667-2681.
- Rauch, H.G., Clair Gibson, A.St., Lambert, E.V. and Noakes, T.D. (2005). A signaling role for muscle glycogen in the regulation of pace during prolonged exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 39, pp. 34-38.
- Reardon, C.L., Hainline, B., Aron, C.M., Baron, [et al.] (2019). Mental health in elite athletes: International Olympic Committee consensus statement, 2019. *British Journal of Sports Medicine*, 53, pp. 667-699.
- Reed, M.I. (1989). Muscle glycogen storage post exercise: Effect on mode of carbohydrate administration. *Journal of Applied Physiology*, 66, pp. 720-726.
- Reilly, T. (2009). The body clock and performance. *Biological Rhythm Research*, 1, pp. 37-44.
- Reilly, T. and Lees, A. (2009). Sports ergonomics. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 230-247.
- Reimers, K. (2008). Nutritional factors in health and performance. In: T.R. Baechle and R.W. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 201-234.
- Reindell, H., Roskamm, H. and Das, W. (1962). Gerschler Intervalltraining. Physiologische Grundlagen, praktische Anwendung und Scheidungsmöglichkeiten. In: *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes*. Munchen: Baith, 4, p. 94.

- Renstrom, P. and Kannus, P. (1992). Prevention of injuries in endurance athletes. In: R. Shephard and P.-O. Astrand, eds., *Endurance in Sport*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 325-350.
- Reuter, B.H. and Dawes, J.J. (2016). Program design and technique for aerobic endurance training. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 559-582.
- Reuter, B.H. and Hagerman, P.S. (2008). Aerobic endurance exercise training. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 489-504.
- Rhea, M., Alvar, B. and Burkett, L. (2003). A meta-analysis to determine the dose-response relationship for strength. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, pp. 456-464.
- Rice, A.J. and Osborne, M.A. (2013). Rowers. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Physiological tests for elite athletes*. Australian Institute of Sport, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 353-369.
- Richardson, S.O., Andersen, M.B. and Morris, T. (2008). *Overtraining athletes: personal journeys in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics, 205 p.
- Riddell, M.C., Bar-Or, O. and Schwarcz, H.P. (2000). Substrate utilization in boys during exercise with [¹³C]-glucose ingestion. *European Journal of Applied Physiology*, 83, pp. 441-448.
- Ridoutt, B.G., Baird, D. and Hendrie, G.A. (2021). The role of dairy foods in lower greenhouse gas emission and higher diet quality dietary patterns. *European Journal of Nutrition*, 60(1), pp. 275-285. doi: 10.1007/s00394-020-02245-w.
- Riewald, S. (2004). Stretching the limits of knowledge on stretching. *Strength and Conditioning Journal*, 26, pp. 58-59.
- Robergs, R.A. and Roberts, S.O. (2002). *Fisiologia do Exercício*. Sao Paulo: Phorte Editora, 490 p.
- Robergs, R.A., Ghiasvand, F. and Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502-516.
- Roberts, K.M., Noble, E.G., Hayden, D.B. and Taylor, A.W. (1988). Simple and complex carbohydrate-rich diets and muscle glycogen content of marathon runners. *European Journal of Applied Physiology*, 57, pp. 70-74.
- Rodriguez, N.R., Di Marco, N.M., Langley, S., American College of Sports Medicine position stand. American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine. (2009). Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), pp. 709-731. doi: 10.1249/MSS.0b013e31890eb86.
- Roetert, P. and Elenbecker, T. (1998). *Complete conditioning for tennis*. United States Tennis Association. Champaign: Human Kinetics, 111 p.
- Romijn, J.A., Coyle, E.F., Sidossis, L.S., Gastaldelli, A., Horowitz, J.F., Endert, E. and Wolfe, R.R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology*, 265, pp. E380-E391.
- Roozen, M. (2019). Change of direction speed drills. In: J. Dawes, M. Roozen, eds., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 99-131.
- Rose, B. (2001). Backstroke and butterfly 200-meter training. In: D. Hannula and N. Tronton, eds., *The swim coaching bible*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 283-296.
- Rowland, I., Gibson, G., Heinken, A., Scott, K., Swann, J. et al. (2018). Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components. *European Journal of Nutrition*, 57(1), pp. 1-24. doi: 10.1007/s00394-017-1445-8.
- Rowland, T.W. (2005). *Children's exercise physiology*. Champaign: Human Kinetics, 295 p.
- Roy, R.R. and Edgerton, V.R. (1991). Skeletal muscle architecture and performance. In: *Strength and Power in Sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 115-129.
- Rubini, E.C., Costa, A.L. and Gomes, P.S. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Medicine*, 37, pp. 213-224.
- Ruffino, C., Papaxanthis, C. and Lebon, F. (2017). Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: review and perspectives. *Neuroscience*, 341, pp. 61-78.
- Rumpf, M.C., Cronin, J.B., Oliver, J.L. and Hughes, M.G. (2012). Effect of different training methods on running sprint times in male youth. *Pediatric Exercise Science*, 24(1), pp. 170-186.
- Russell, S., Jenkins, D., Rynne, S., Halson, S.L. and Kelly, V. (2019). What is mental fatigue in elite sport? Perceptions from athletes and staff. *European Journal of Sport Science*, 19, pp. 1367-1376.
- Rutherford, O.M. and Jones, D.A. (1986). The role of learning and coordination in strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 55, pp. 100-105.
- Saez de Villarreal, E., Requena, B. and Cronin, J.B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (2), pp. 575-584.
- Sale, D.G. (1986). Neural adaptation in strength and power training. In: N.L. Jones, N. McCartney and A.J. McComas, eds., *Human Muscle Power*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 289-307.
- Sale, D.G. (1992). Neural adaptation to strength training. In: P.V. Komi, ed., *Strength and power in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 249-265.

- Saltin, B., Rowell, L.B. (1980). Functional adaptations to physical activity and inactivity. *Federation Proceedings*, 39, pp. 1506-1513.
- Sandelin, J., Santavirta, S. and Lattila, R. (1987). Sports injuries in large urban population: Occurrence and epidemiological aspects. *International Journal of Sports Medicine*, 8, pp. 61-66.
- Sands, R.R. and Sands, L.R. (2012). *The anthropology of sport and human movement: a biocultural perspective*. Lexington Books, 353 p.
- Sands, W.A. (2011). Flexibility. In: M. Cardinale, R. Newton and K. Nosaka, eds., *Strength and conditioning: biological principles and practical applications*, 1st ed. Hoboken, NJ: Wiley, pp. 389-398.
- Santana, J.C. (2016). *Functional Training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 273 p.
- Santonja, M.F.M., Canteras, J.M. and Rodriguez, G.P.L. (2007). Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, pp. 304-308.
- Sarabon, N. (2012). Balance and stability training. In: J.R. Hoffman, ed., *NSCA's guide to program design*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 185-214.
- Saunders, M.J. (2011). Carbohydrate-protein intake and recovery from endurance exercise: Is chocolate milk the answer? *Current Sports Medicine Reports*, 10, pp. 203-210.
- Savage, B. and Pyne, D.B. (2013). Swimmers. In: R.K. Tanner and Ch.J. Gore, eds., *Physiological tests for elite athletes*. Australian Institute of Sport, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 435-448.
- Savoie, F.A., Dion, T., Asselin, A. and Goulet, E.D. (2015). Sodium-induced hyperhydration decreases urine output and improves fluid balance compared with glycerol- and water-induced hyperhydration. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(1), pp. 51-58.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J. and Stachenfeld, N.S. (2007). American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, pp. 377-390.
- Schlatmann, H.F.P.M., Hlobil, H., van Mechelen, W. and Kemper, H.C.G. (1987). Naar een Registratiesysteem van Sportblessures in Nederland. *Gen. en Sport*, 20(5), pp. 179-184.
- Schleip, R. (2015). Fascial tissues in motion: elastic storage and recoil dynamics. In: R. Schleip, and A. Baker, eds., *Fascia in sport and movement*, 1st ed. Pencaitland: Handspring Publishing Ltd., pp. 93-96.
- Schmidt, R.A. and Wrisberg, C.A. (2013). *Motor learning and performance*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A., Lee, T.D., Winstein, C.J., Wulf, G. and Zelaznik, H.N. (2019). *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics, 532 p.
- Schnabel, G. (1994). Bewegungsregulation als Informationsorganisation. In: *Trainingswissenschaft*, 1st ed. Berlin: Sportverlag, pp. 60-92.
- Schoenfeld, B.J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), pp. 2857-2872.
- Schoenfeld, B.J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), pp. 1441-1453.
- Schurgers, L.J., Teunissen, K.J., Hamulyak, K., Knapen, M.H., Vik, H. and Vermeer, C. (2007). Vitamin K-containing dietary supplements: comparison of synthetic vitamin K1 and natto-derived menaquinone-7. *Blood*, 109(8), pp. 3279-3283. doi: 10.1182/blood-2006-08-040709.
- Scott, R.A. and Pitsiladis, Y.P. (2007). Genotypes and distance running: Clues from Africa. *Sports Medicine*, 37, pp. 1-4.
- Secher, N.H. (1992). Central nervous influence on fatigue. In: R. Shephard and P.-O. Åstrand, eds., *Endurance in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 96-106.
- Seiler, S. and Hetlelid, K.J. (2005). The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 1601-1607.
- Shaw, G. and Burke, L.M. (2017). Supplements and sports food. In: Ch. Karpinski, ed., *Sports nutrition: A handbook for professionals*, 6th ed. Chicago: Academy of Nutrition and Dietetics, pp. 133-150.
- Shephard, R.J. (1992). Muscular endurance and blood lactate. In: R. Shephard and P.-O. Åstrand, eds., *Endurance in sport*, 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, pp. 215-225.
- Sheppard, J., Dawes, J., Jeffreys, I., Spiteri, T. and Nimphius, S. (2014). Broadening the view of agility: A scientific review of the literature. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 22, pp. 6-25.
- Sheppard, J.M. and Triplett, N.T. (2016). Program design for resistance training. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 439-470.
- Sheppard, J.M. and Young, W.B. (2006). Agility literature review: Classifications. Training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), pp. 919-932.
- Sherman, T. and Barfield, J.P. (2006). Equivalence reliability among the FITNESSGRAM; upper-body tests of muscular strength and endurance. *Measurement in physical education and exercise science*, 10, pp. 241-254.

- Shimokochi, Y., Ide, D., Kokubu, M. and Nakaoji, T. (2013). Relationships among performance of lateral cutting maneuver from lateral sliding and hip extension and abduction motions, ground reaction force, and body center of mass height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, pp. 1851-1860.
- Shirreffs, S.M. (2009). Hydration. In: R.J. Moughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 116-127.
- Shirreffs, S.M., Sawka, M.N. and Stone, M. (2006). Water and electrolyte needs for football training and match-play. *Journal of Sports Sciences*, 24, pp. 699-707.
- Shuler, F.D., Wingate, M.K., Moore, G.H. and Giangarra, C. (2012). Sports health benefits of vitamin D. *Sports Health*, 4 (6), pp. 496-501.
- Sierer, S.R., Battaglini, C.L. and Mihalik, J.P. (2008). The National Football League Combine: Performance differences between drafted and nondrafted players entering the 2004 and 2005 drafts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), pp. 6-12.
- Siff, M. (2001). Biomechanical foundations of strength and power training. In: V. Zatsiorsky, ed., *Biomechanics in sport*, 1st ed. London: Blackwell Scientific Publications, pp. 103-139.
- Siff, M.C. (2003). *Supertraining*. 6th ed. Denver, CO: Supertraining institute, 496 p.
- Silva, J.M. (1990). An analysis of the training stress syndrome in competitive athletes. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2, pp. 5-20.
- Sim, M., Garvican-Lewis, L.A., Cox, G.R., Govus, A., McKay, A.K.A. et al. (2019). Iron considerations for the athlete: a narrative review. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), pp. 1463-1478. doi: 10.1007/s00421-019-04157-y.
- Simenz, C.J., Dugan, C.A. and Ebben, W.P. (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, pp. 495-504.
- Skaug, A., Sveen, O. and Raastad, T. (2014). An antioxidant and multivitamin supplement reduced improvements in VO_2 max. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(1), pp. 63-69.
- Skorski, S., Mujika, I., Bosquet, L., Meeusen, R., Coutts, A.J. and Meyer, T. (2019). The temporal relationship between exercise, recovery processes, and changes in performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, pp. 1015-1021.
- Smith, D., Wright, C., Allsopp, A. & Westhead, H. (2007). It's all in the mind: PETTLEP-based imagery and sports performance. *Journal of applied sport psychology*, 19(1), pp. 80-92.
- Smith, K.J. and Billaut, F. (2010). Influence of cerebral and muscle oxygenation on repeated-sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, 109(2), pp. 989-999.
- Smith, M.R., Thompson, C., Marcora, S.M., Skorski, S., Meyer, T. and Coutts, A.J. (2018). Mental fatigue and soccer: current knowledge and future directions. *Sports Medicine*, 48, pp. 1525-1532.
- Snyder, A.C. (1998). Overtraining and the glycogen depletion hypothesis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, pp. 1146-1150.
- Snyder, S. (2012). Running. In: B. Reuter, ed., *Developing endurance*, 1st ed. National Strength and Conditioning Association (NSCA). Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 181-219.
- Sosina, W. and Biskup, L. (1999). Zabawowe formy gimnastyczne dla dzieci i dorosłych. GIM: *Magazyn gimnastyczny*, 4. s. 32-33.
- Sosina, W. and Biskup, L. (2000). Zabawowe formy gimnastyczne dla dzieci i dorosłych. GIM: *Magazyn gimnastyczny*, 5. s. 36.
- Sotelo, A., Gonzalez-Osnaya, L., Sanchez-Chinchillas, A. and Trejo, A. (2010). Role of oxalate, phytate, tannins and cooking on iron bioavailability from foods commonly consumed in Mexico. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 61(1), pp. 29-39.
- Spina, R.J., Chi, M.M. and Hopkins, M.G. (1996). Mitochondrial enzymes increase in muscle in response to 7-10 days of cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80, pp. 2250-2254.
- Spiteri, T., Cochrane, J.L., Hart, N.H., Haff, G.G. and Nimphius, S. (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science*, 13, pp. 646-652.
- Spiteri, T., Hart, N.H. and Nimphius, S. (2014). Offensive and defensive agility: A sex comparison of lower body kinematics and ground reaction forces. *Journal of Applied Biomechanics*, 30, pp. 514-520.
- Spiteri, T., Nimphius, S. and Cochrane, J.L. (2012). Comparison of running times during reactive offensive and defensive agility protocols. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20, pp. 73-78.
- Spiteri, T. and Sheppard, J. (2019). Factors determining quickness. In: J. Dawes, M. Roozen, eds., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 29-43.
- St Clair Gibson, A, Swart, J. and Tucker, R. (2018). The interaction of psychological and physiological homeostatic drives and role of general control principles in the regulation of physiological systems, exercise and the fatigue process-the Integrative Governor theory. *European Journal of Sport Science*, 18, pp. 25-36.

- St. Clair Gibson, A. and Noakes, T.D. (2004). Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38, pp. 797-806.
- Stanford, P.D., Williams, D.J., Sharp, R.L. and Bevan, L. (1985). Effect of reduced breathing frequency during exercise on blood gases and acid-base balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(2), p. 228.
- Staron, R.S. and Pette, D. (1990). The multiplicity of myosin light and heavy chain combinations in muscle fibers. In: D. Pette, ed., *The dynamic state of muscle fibers*, 1st ed. Berlin: Walter de Gruyter, pp. 15-328.
- Staron, R.S., Karapondo, D.L. and Kraemer, W.J. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy resistance training in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 76(3), pp. 1247-1255.
- Staron, R.S., Leonardi, M.J., Karapondo, D.L. et al. (1991). Strength and skeletal muscle adaptations in heavy resistance trained women after detraining and retraining. *Journal of Applied Physiology*, 70(2), pp. 631-640.
- Staron, R.S., Malicky, E.S. and Leonardi, M.J., Hagerman, F.C. and Dudley, G.A. (1989). Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60, pp. 71-79.
- Steffen, K., Andersen, T.E. and Bahr, R. (2007). Risk of injury on artificial turf and natural grass in young female football players. *British Journal of Sports Medicine*, 41, pp. i33-i37.
- Stein, N. (1998). Speed training in sport. In: B. Elliott, ed., *Training in Sport*, 1st ed. Chichester: Wiley, pp. 287-349.
- Steinacker, J.M. and Lehmann, M. (2002). Clinical findings and mechanisms of stress and recovery in athletes. In: M. Kellmann, ed., *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 103-118.
- Stephens, F.B. and Greenhaff, P.L. (2009). Metabolic limitations to performance. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 324-334.
- Stephenson, M.D. (2019). Ice hockey. In: J. Dawes, M. Roozen, eds., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 198-200.
- Stevens, R. (1980). Isokinetic vs. isotonic training in the development of low body strength and power. *Scholastic Coach*, 49(6), pp. 74-76.
- Stohs, S.J., Preuss, H.G. and Shara, M. (2011). A review of the receptor-binding properties of p-synephrine as related to its pharmacological effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 11(8), pp. 234-238.
- Stone, M.H. and Karatzeferi, C. (2002). Connective tissue (and bone) response to strength training. In: P.V. Komi, ed., *Encyclopaedia of Sports Medicine: Strength and power in sport*, 2nd ed. London: Blackwell Scientific Publications.
- Stone, M.H., Potteiger, J.A. and Pierce, K.C. (2000). Comparison of the effects of three different weight-training programs on the one repetition maximum squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), pp. 332-337.
- Stone, M.N. and O'Bryant, H.S. (1987). *Weight training: A scientific approach*. 2nd ed. Minneapolis, MN: Burgess International.
- Stratton, G. and Oliver, J.L. (2014). The impact of growth and maturation on physical performance. In: R.S. Lloyd and J.L. Oliver, eds., *Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London, New-York: Routledge, pp. 3-18.
- Stratton, G., Jones, M. and Fox, K.R. (2004). BASES position statement on guidelines for resistance training in young people. *Journal of Sports Sciences*, 22, pp. 383-390.
- Strength and conditioning for young athletes: science and application*, 1st ed. London; New York: Routledge, pp. 200-212.
- Suprak, D.N. (2019). Developing change of direction speed. In: J. Dawes, M. Roozen, eds., *Developing agility and quickness*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 1-28.
- Sutton, J.R., Jones, N.L. and Toews, C.J. (1981). Effect of pH on muscle glycolysis during exercise. *Clinical Science and Molecular Medicine*, 6, pp. 331-338.
- Suzuki, T., Ito, O., Nakahashi, H. and Takamatsu, K. (2004). The effect of sprint training on skeletal muscle carnosine in humans. *International Journal of Sport and Health Science*, 2, pp. 105-110.
- Swank, A. (2008). Adaptations to aerobic endurance training programs. In: T. Baechle and R. Earle, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 121-140.
- Swank, A. and Sharp, C. (2016). Adaptations to aerobic endurance training programs. In: G.G. Haff and N.T. Triplett, eds., *Essentials of strength training and conditioning*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 115-134.
- Swann, C., Keegan, R.J., Piggott, D. and Crust, L. (2012). A systematic review of the experience, occurrence, and controllability of flow states in elite sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 13, pp. 807-819.
- Sweetenham, B. and Atkinson, J. (2003). *Championship swim training*. Human Kinetics, 312 p.
- Takahashi, T., Hayano, J., Okada, A., Saitoh, T. and Kamiya, A. (2005). Effects of the muscle pump and body posture on cardiovascular responses during recovery from cycle exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 94(5/6), pp. 576-583.
- Talanian, J.L., Galloway, S.D. and Bonen, G.J.F. (2007). Two weeks of high intensity aerobic interval

training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology*, 102, pp. 1439-1447.

Tan, B. (1999). Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), pp. 289-304.

Tan, J.G., Coburn, J.W., Brown, L.E. and Judelson, D.A. (2014). Effects of a single bout of lower-body aerobic exercise on muscle activation and performance during subsequent lower- and upper-body resistance exercise workouts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), pp. 1235-1240.

Taube, W. and Gollhofer, A. (2011). Control and training of posture and balance. In: P.V. Komi, ed., *Neuromuscular aspects of sport performance*, 1st ed. Blackwell Scientific Publications, pp. 254-267.

Terada, S., Kawanaka, K. and Goto, M. (2005). Effects of high-intensity intermittent swimming on PGC-1 protein expression in rat skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 184, pp. 59-65.

Tesch, P.A. (1987). Acute and long-term metabolic changes consequent to heavy-resistance exercise. In: P. Marconnet and P.V. Komi, eds., *Muscular function in exercise and training*, 1st ed. Basel: Karger, pp. 67-89.

Thacker, S.B., Gilchrist, J., Stroup, D.F. and Kimsey, C.D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: A systematic review of the literature. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, pp. 371-378.

Thoden, J.S. (1991). Testing aerobic power. In: *Physiological testing of the highperformance athlete*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 107-173.

Thomas, D.T., Erdman, K.A. and Burke, L.M. (2016). American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(1), pp. 543-568.

Thomas, L., Mujika, I. and Busso, T. (2008). A model study of optimal training reduction during pre-event taper in elite swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 26, pp. 643-652.

Tidball, J.G. (2005). Inflammatory processes in muscle injury and repair. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 288(2), R345-353.

Tiller, N.B., Roberts, J.D., Beasley, L., Chapman, S., Pinto, J.M. [et al.] (2019). International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutritional considerations for single-stage ultra-marathon training and racing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), p. 50. doi: 10.1186/s12970-019-0312-9.

Tipton, K.D. and Wolfe, R.R. (2004). Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22, pp. 65-79.

Toji, H. and Kaneko, M. (2004). Effect of multiple-load training on the force-velocity relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, pp. 792-795.

Tong, X., Chen, X., Zhang, S., Huang, M., Shen, X., Xu, J. and Zou, J. (2019). The effect of exercise on the prevention of osteoporosis and bone angiogenesis. *BioMed Research International*, 2019, ID 8171897, 8 p. doi: 10.1155/2019/8171897.

Tonson, A., Ratel, S., Le Fur, Y., Cozzone, P. and Bendahan, D. (2008). Effect of maturation on the relationship between muscle size and force production. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, pp. 918-925.

Toumi, H., Best, T.M., Martin, A., Guyer, S.F. and Poumarat, G. (2004). Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, 25, pp. 391-398.

Trajano, G.S., Nosaka, K., Seitz, L.B. and Blazevich, A.J. (2014). Intermittent stretch reduces force and central drive more than continuous stretch. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46, pp. 902-910.

Treffene, R.J. (1995). Glycogen replacement, rate and its use in program design. *Australian Swim Coach*, 11, pp. 28-31.

Treffene, R.J., Dickson, R. and Craven, C. (1980). Lactic acid accumulation during constant speed swimming at controlled relative intensities. *Journal of Sports Medicine*, 20, pp. 244-254.

Trincat, L., Woorons, X. and Millet, G.P. (2017). Repeated-sprint training in hypoxia induced by voluntary hypoventilation in swimming. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), pp. 329-335.

Triplett, N.T. (2012). Speed and agility. In: T. Miller, ed., *NSCA's guide to tests and assessments*, 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 253-274.

Tucker, R., Marle, T., Lambert, M.I. and Noakes, T.D. (2006). The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. *Journal of Psychology*, 574, pp. 905-915.

Turcotte, P.L., Richter, E.A. and Kiens, B. (1999). Lipid metabolism during exercise. In: *Exercise Metabolism*, 1st ed. Human Kinetics, pp. 99-130.

Ulmer, H.V. (1996). Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*, 52, pp. 416-420.

Urhausen, A., Gabriel, H. and Kindermann, W. (1995). Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Medicine*, 20, pp. 251-276.

Urhausen, A., Gabriel, H.H.W., Weiler, B. and Kindermann, W. (1998). Ergometric and psychological findings during overtraining: A long-term follow-up study in

- endurance athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 19, pp. 114-120.
- Van Cutsem, J. Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R. and Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review. *Sports Medicine*, 47, pp. 1569-1588.
- Van Heest, J.L., Stoppani J., Scheett T.P., Collins V., Roti M., Anderson J., Allen G.J., Hoffman J., Kraemer W.J. and Maresh C.M. (2002). Effects of Ibuprofen and Vico-profen® on physical performance after exercise-induced muscle damage. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(3), pp. 224-234.
- Van Loon L.J.C. Dietary protein intake to allow post-exercise muscle reconditioning (2011). *Journal Nutrition to manipulate adaptation to endurance type exercise training*, p. 20.
- Van Putte, C., Regan, J., Russo, A., Seeley, R., Stephens, T. And Tate, Ph. (2017) *Seeley's anatomy and physiology*, 11 ed. New York: McGraw-Hill Education. 1237 p.
- Van Wessel, T., de Haan, A, van der Laarse, W.J. and Jaspers, R.T. (2010). The muscle fiber type-fiber size paradox: Hypertrophy or oxidative metabolism? *European Journal of Applied Physiology*, 110(4), pp. 665-694.
- Verges, S., Rupp, T., Jubeau, M., Wuyam, B., Esteve, F., Levy, P., et al. (2012). Invited review: Cerebral perturbations during exercise in hypoxia. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 302(8), R903-16.
- Verhagen, E., Steffen, K. and Meeuwisse, W. (2012). Preventing sport injuries. In: R. Bahr, ed., *The IOC manual of sports injuries: An illustrated guide to the management of injuries in physical activity*, 1st ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, pp. 40-57.
- Verrall, G.M., Slavotinek, J.P. and Barnes, P.G. (2005). The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional australian rules football players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, pp. 363-368.
- Vescovi, J.D., Murray, T.M. and Van Heest, J.L. (2007). Positional performance profiling of elite ice hockey players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, pp. 84-94.
- Vissing, K., Brink, M. and Lonbro, S. (2008). Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, pp. 1799-1810.
- Volpe, S.L. (2015). Magnesium and the athlete. *Current Sports Medicine Reports*, 14(4), pp. 279-83. doi: 10.1249/JSR.0000000000000178.
- Vujnovich, A.L. and Dawson, N.J. (1994). The effect of therapeutic muscle stretch on neural processing. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(3), pp. 145-153.
- Wadler, G. and Hainline, B. (1989). *Drugs and athlete*. Philadelphia: FA Davis Co.
- Wakefield, C., Smith, D., Moran, A., & Holmes, P. (2013). Functional equivalence or behavioral matching? A critical reflection on 15 years of research using the PETLEPP model of motor imagery. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6, 105-121.
- Warren, C.G., Lehmann, J.F. and Koblanski, J.N. (1976). Heat and stretch procedures: an evaluation using rat tail tendon. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 57, pp. 122-126
- Weber, K., Pieper, S. and Exler, T. (2007). Characteristics and significance of running speed at the Australian Open 2006 for training and injury prevention. *Medicine and Science in Tennis*, 12, pp. 14-17.
- Weinberg, R.S. and Gould, D. (2003). *Foundations of sport and exercise psychology*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 586 p.
- Weinberg R.S., Gould D. (2019). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*, 7th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 680 p.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo, 686 p.
- Weir, J.P., Beck, T.W., Cramer, J.T. and Housh, T.J. (2005). Is fatigue all in your head? A critical review of the central governor model. *British Journal of Sports Medicine*, 40, pp. 573-586.
- Westerblad, H., Allen, D.G. and Lannergren, J. (2002). Muscelfatigue: Lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *News in Physiological Sciences*, 17, pp. 17-21.
- Wierman, T. (2007). Nutrition for Swimmers. Eat to win. *American Swimming*, 4, pp. 25-30.
- Willardson, J.M. (2007). Core stability training: Applications to sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, pp. 979-985.
- Williams, C. (2009). Physiological demands of sprinting and multiple-sprint sports. In: R.J. Maughan, ed., *Olympic textbook of science in sport*, 1st ed. International Olympic Committee, pp. 25-42.
- Williams, M.H. (1992). *Nutrition for fitness and sport*. Dubuque, IA: Wm. C. Brown Publ.
- Wilmore, J.H. and Costill, D.L. (2004). *Physiology of sport and exercise*, 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 726 p.
- Wilmore, J.H., Costill, D. and Kenney, W.L. (2009). *Physiology of sport and exercise*, 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 529 p.
- Wilson, G.J., Newton, R.U. and Murphy, A.J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, pp. 1279-1286.

Windt, J. and Gabbett, T. (2021). Injury risk model. In: D.N. French, L. Torres-Ronda, ed., *NSCA's essentials of sport science*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 287-299.

Witard, O.C. and Tipton, K.D. (2012). Postexercise nutrient timing with resistive activities. In: C.M. Kerksick, ed., *Nutrient timing: metabolic optimization for health, performance, and recovery*, 1st ed. Boca Raton, FL: CRC Press.

Withers, R., Gore, C., Gass, G. and Hahn, A. (2000). Determination of Maximal Oxygen Consumption VO_{2max} or Maximal Aerobic Power. In: *Physiological tests for elite athletes*. Australian Sports Commission, 1st ed. Human Kinetics, pp. 114-127.

Witvrouw, E., Danneels, L. and Asselman, P. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), pp. 41-46.

Wright, V. and Johns, R.J. (1960). Physical factors concerned with the stiffness of normal and diseased joints. *Bulletin of Johns Hopkins Hospital*, 106, pp. 215-231.

Yamamoto, Y., Mutoh, Y., Kobayashi, H. and Miyashita M. (1985). The effects of controlled respiration rate on metabolic responses to submaximal intermittent exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(2), p. 230.

Yano, S. and Sugimoto, T. (2009). Clinical aspect of recent progress in phosphate metabolism. Distribution of phosphorus and its physiological roles in the body: the form, distribution, and physiological function. *Clinical calcium*, 19(6), pp. 771-776. doi: CliCa0906771776. (Article in Japanese).

Zachazewski, J.E. (1990). Flexibility for sports. In: B. Sanders, ed., *Sports Physical Therapy*, 1st ed. Norwalk, CT: Appleton and Lange, pp. 201-238.

Zatsiorsky, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Zatsiorsky, V.M. and Kraemer, W.J. (2006). *Science and practice of strength training*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.

Zavorsky, G.S. (2000). Evidence and possible mechanisms of altered maximum heart rate with endurance training and tapering. *Sports Medicine*, 29, pp. 13-26.

Zollner, A.M., Abilez, O.J., Bol. M. and Kuhl, E. (2012). Stretching skeletal muscle: Chronic muscle lengthening through sarcomerogenesis. *PLoS ONE*, 7, p. e45661.

Zupan, M.F. and Petosa, P.S. (1995). Aerobic and resistance cross-training for peak triathlon performance. *Strength and Conditioning Journal*, 17, pp. 7-12.

Учебное издание

РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У СТУДЕНТОВ НА ЭТАПАХ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ

Интерактивная книга тренера



Изготовлено в книжной типографии PRINTLETO.RU (ООО «ПРИНТЛЕТО»)

Тираж 417 экз. Заказ № 7310.

Формат 84 x 108/16. Усл.-печ. л. 84,0. Бумага офсетная 80 г/м².

Москва, 2022 г.

PRINT LETO

КНИЖНАЯ ТИПОГРАФИЯ