

Л.В.Капилевич

ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА

Капилевич Л.В.

Физиология спорта: учебное пособие / Л.В.Капилевич – Томск:
***, 2011. – *** с.

В учебном пособии доступно излагаются основные понятия и научные сведения по основным разделам физиологии спорта, рассматриваются особенности деятельности организма спортсмена во время выполнения физической работы и в восстановительном периоде, а также изменения в различных функциональных системах, происходящие вследствие длительных занятий физической культурой и спортом. Освещены физиологические основы физиологии спорта; физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности; физиологические основы формирования двигательных навыков и развития физических качеств; физиологические основы спортивной тренировки; физиологические основы спортивной работоспособности в особых условиях внешней среды; возрастные особенности спортивной работоспособности; физиологические основы оздоровительной физической культуры.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «физическая культура».

Рецензенты

Доктор биологических наук, профессор
Московского государственного педагогического университета

Е.В.Фомина

Доктор медицинских наук, профессор
Сибирского государственного медицинского университета

И.В.Ковалев

ВВЕДЕНИЕ

Повседневная деятельность человека предусматривает два вида активности: психологическую и физическую. Психологическая активность включает интеллектуальный труд, общение, эмоции; физическая – выполнение механической работы, движение. Психологическая активность требует активации ограниченного количества систем организма, главным образом высших уровней нервной системы. При физической активности активируются все без исключения системы организма, которые, работая совместно, создают условия для выполнения определенного физического действия.

Физическая активность является особым физиологическим состоянием человека, при котором усилия организма направлены на преодоление физического сопротивления окружающей среды. Во время занятий спортом (если физическая нагрузка не превышает физиологически допустимую) в организме человека происходит ряд адаптативных процессов, которые помогают человеку приспособиться к условиям регулярной физической нагрузки. Если же степень физической нагрузки намного превышает физический потенциал человека, могут возникнуть различные нарушения здоровья: перетренированность, хроническая усталость, различные заболевания.

Физиология спорта - раздел общей физиологии, рассматривающий особенности деятельности организма спортсмена во время выполнения физической работы и в восстановительном периоде, а также изменения в различных функциональных системах, происходящие вследствие длительных занятий физической культурой и спортом.

Физиология спорта изучает закономерности изменения функций организма и механизмы их регуляции при различных видах спортивной деятельности. Знания физиологических изменений, наступающих в организме человека под влиянием выполнения различных по направленности физических упражнений и механизмов регуляции функций необходимы тренеру-педагогу для эффективного решения задач в области физического воспитания и спорта.

При изучении курса физиологии спорта широко освещаются следующие разделы:

- физиологические основы двигательной активности;
- физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности;
- физиологические основы формирования двигательных навыков и развития физических качеств;

- физиологические основы спортивной тренировки;
- физиологические основы спортивной работоспособности в особых условиях внешней среды;
- возрастные особенности спортивной работоспособности;
- физиологические основы оздоровительной физической культуры.

История спортивной физиологии

Физиология спорта - относительный новичок в мире науки. До конца XIX столетия главная цель физиологов заключалась в получении информации, имеющей клиническое значение. Проблема реакции организма на физические нагрузки практически не изучалась. Несмотря на общепризнанную значимость регулярной мышечной деятельности уже в середине XIX столетия, до конца столетия на физиологию мышечной деятельности внимание почти не обращали.

С середины XIX века существовало мнение о необходимости регулярной физической деятельности для поддержания оптимального состояния здоровья, однако только в конце 60-х годов XX столетия оно стало общепризнанным. Последующие исследования доказали значение физических нагрузок для противодействия физическому спаду, обусловленному процессом старения.

Осознание потребности в физической деятельности способствовало пониманию важности превентивной медицины и необходимости разработки программ для поддержания и укрепления здоровья.

Хотя физиологии физических нагрузок нельзя ставить в заслугу современное движение за сохранение здоровья, тем не менее, именно она обеспечила основной комплекс знаний и обоснование включения физических нагрузок как неотъемлемого компонента здорового образа жизни, а также заложила основы науки о значении физических нагрузок для больных и здоровых.

В развитии физиологии спорта условно выделяют несколько этапов. *Первый, начальный, ее период* формировался в конце XIX в. и в 20-е гг. прошлого столетия и характеризовался тем, что физиология в основном преподавалась по программам медицинских институтов с некоторым акцентом на разделе "Физиология мышц". В прикладном плане освещались лишь отдельные медицинские вопросы, связанные с влиянием физических упражнений на организм. Такое содержание дисциплины отражало в то время объективное состояние научных знаний в области физиологии мышечной деятельности как в нашей стране, так и за рубежом.

Первая работа по физиологии упражнений - "*Физиология физического упражнения*", была написана в 1889 году Фернандом Ла Гранжем. Принимая во внимание небольшое количество исследований в области физических нагрузок в то время, было весьма интересно познакомиться с тем, как автор освещает такие темы, как "*Мышечная работа*", "*Усталость*", "*Привыкание к работе*", "*Функция мозга при нагрузке*". Эта ранняя попытка объяснить реакции организма на физические нагрузки была во многом ограничена весьма противоречивыми теоретическими аспектами и незначительным количеством фактического материала.

Несмотря на появление в то время некоторых основных понятий биохимии физических нагрузок, Ла Гранж, тем не менее, отмечал, что многие детали этой проблемы все еще находятся в стадии становления и изучения. Например, он писал, что: "...понятие "энергетический метаболизм" стало весьма сложным в последнее время; мы можем сказать, что оно в определенной степени запутано и, довольно трудно в двух словах дать ему четкую и ясную характеристику. Оно представляет собой раздел физиологии, который в настоящее время пересматривается, поэтому в данный момент мы не можем сформулировать свои выводы".

В конце XIX века появилось множество теорий, *объясняющих источник энергии, обеспечивающей мышечное сокращение*. Как известно, во время физической нагрузки мышцы производят много тепла, поэтому, согласно некоторым теориям, это тепло используется косвенно или непосредственно, чтобы заставить сокращаться мышечные волокна.

Несмотря на то, что в Гарвардском университете (США) в лаборатории утомления работали такие специалисты, как Дадли Серджент, Дж. Х. Мак - Карди и другие учёные, изучавшие влияние физической тренировки на силу и выносливость, инициатива использования данных в науке о физическом воспитании принадлежит *М.М.Карповичу*, русскому эмигранту, также работавшему в этой лаборатории.

Карпович проводил собственные исследования и преподавал физиологию в Спрингфилдском колледже (Массачусетс) с 1927 года до своей кончины в 1968 году. Хотя он внес значительный вклад в область физического воспитания и физиологии физических нагрузок, тем не менее, его больше всего помнят как выдающегося преподавателя.

Другой представитель этого колледжа, тренер по плаванию Т.К. Каретон, создал лабораторию физиологии физических нагрузок при Университете штата Иллинойс в 1941 году. Каретон продолжал заниматься исследовательской деятельностью, был учителем многих из современных ведущих ученых в области физической подготовки и физиологии физических нагрузок, до своего ухода на пенсию в 1971 году.

Анализ функциональных показателей организма спортсменов под влиянием различных физических упражнений позволил профессору А.Н. Крестовникову издать первый в мире специальный учебник физиологии для институтов физической культуры (1938) и первую монографию по физиологии спорта (1939). Издание названных книг дало возможность выделить и окончательно сформировать в физиологии человека новый учебный и научный раздел предмета - *физиологию спорта*. С этого времени начинается *второй, переходный, период развития физиологии спорта* (1930 -1950-е гг.) как учебной и научной дисциплины. В это время издан учебник по физиологии человека профессора М.Е. Маршака (1946), а также дополнен и переиздан учебник А.Н. Крестовникова (1954), а в 1959 г. в ИФК появился более современный для того времени учебник физиологии, подготовленный профессором Е.К. Жуковым.

Уолтер Флетчер и Фредерик Гоулленд Хопкинс установили *тесную взаимосвязь между мышечным сокращением и образованием лактата*. Стало ясно, что энергия для выполнения мышечного сокращения образуется вследствие распада мышечного гликогена с образованием молочной кислоты, хотя детали этой реакции оставались невыясненными. Поскольку для мышечного сокращения требуется достаточно много энергии, мышечная ткань послужила идеальной моделью для раскрытия тайн клеточного метаболизма. В 1921 г. Арчибальд Хилл получил Нобелевскую премию за исследования энергетического метаболизма.

В тот период времени биохимия находилась в колыбели своего развития, однако она быстро завоевывала признание благодаря усилиям таких ученых - лауреатов Нобелевской премии, - как Альберт Сенф-Дьёрди, Отто Мейергоф, Август Крөг и Ханс Кребс, активно изучавших проблему выработки энергии живыми клетками.

Большинство своих исследований Хилл провел на изолированных мышцах лягушки, однако он был одним из первых, *кто провел физиологические исследования на человеке*. Эти исследования стали возможны благодаря технической помощи Джона Холдена, разработавшего метод и прибор для измерения потребления кислорода во время физической нагрузки.

Этими и другими учеными была заложена основа современного понимания процесса образования энергии, оказавшегося в центре пристального изучения в середине нашего столетия, которая в настоящее время исследуется в лабораториях физиологических нагрузок с использованием компьютерных систем для измерения потребления кислорода.

Программы физической подготовки, разработанные Т.К. Каретонном со своими студентами, а также книга Кеннета Купера "Аэробика",

опубликованная в 1968 году, физиологически обосновали целесообразность использования физических нагрузок для обеспечения здорового образа жизни.

Яркие страницы в истории физиологии спорта связаны с работами Н.А.Бернштейна. Его идеи послужили основой для создания биологической кибернетики и теории управления сложными движениями, в частности, совершенствование технического мастерства спортсменов. Его труд «О построении движений» в 1948 году был удостоен Государственной премии.

В послевоенные годы большое развитие получили научные проблемы спортивной тренировки (общие методические основы спортивной тренировки, физиологии и клиники тренированности, биодинамические исследования по видам спорта). Значительный вклад в развитие данных направлений научных исследований внесли И.А. Крячко, Г.В. Васильев, Н.Г. Озолин, Д.Д. Донской, Р.Е. Мотылянская.

Третий период развития физиологии спорта (1960 -1990-е гг.) характеризуется созданием систематизированного учебного и научного разделов дисциплины, соответствующих новым задачам подготовки высококвалифицированных, грамотных специалистов по физической культуре и спорту. В этот период вышли в свет учебное пособие "Физиология спорта" В.С. Фарфеля (1960) и учебник "Спортивная физиология" под редакцией Я.М. Коца (1986). Я.М. Коц изучал механизмы энергообеспечения и лимитирующие продолжительность выполнения выносливостной работы.

С. Гурф́инкелем выполнены *фундаментальные исследования в области биомеханики и механизмов регуляции движения и позы человека, физиологии скелетных мышц*. Он выдвинул основополагающие представления о механизмах управления широким классом движений у человека.

Большое внимание В. С. Гурф́инкель уделял *проблеме участия высших уровней нервной системы в управлении движениями* – вопросам, связанным со схемой тела, пространственной ориентацией, внутренним представлением пространства и собственного тела в мозгу. Изучение рефлекторных механизмов регуляции движения и позы, афферентного и центрального контроля двигательной активности позволило ему внести существенный вклад в решение ряда задач спортивной физиологии и медицины.

В исследованиях физиологии тренировки одним из действительных "отцов" направления является швед *физиология периодической тренировки* Пер Астранд. Сегодня доктор Астранд в возрасте 80 лет является видным деятелем международной спортивной медицины. Его

наиболее известная работа "Учебник физиологии работы", написанный совместно с Кааре Родаль из Норвегии. Сейчас уже 5-е издание остается настольной книгой для студентов, изучающих физиологию тренировки. В 60-х годах он поставил несколько простых экспериментов, которые до сих пор имеют важное практическое значение для понимания физиологического воздействия продолжительной/интервальной тренировки

Говоря об одной из наиболее актуальных проблем спортивной медицины - тестировании функционального состояния спортсменов - нельзя не отметить значительный вклад в данное направление В.Л.Карпмана. Этому вопросу посвящены две его монографии: "Исследование физической работоспособности спортсменов" (1974 г.) и "Тестирование в спортивной медицине" (1988 г.), - ставшие настольными книгами многих специалистов. В функциональной диагностике широко применяется тест PWC_{170} . Наряду с велоэргометрическим вариантом этого теста на кафедре В.Л.Карпмана были разработаны модификации для различных видов спорта: легкоатлетический бег, лыжные гонки, тяжелая атлетика, фигурное катание на коньках и др. В.Л.Карпман предложил вариант этого теста для массовой физической культуры, использующий в качестве нагрузочной процедуры дозированную ходьбу.

В.Л.Карпман уделял постоянное внимание методическому совершенствованию спортивной медицины. В практику кардиологических исследований под его руководством был внедрен метод измерения минутного объема крови (1974 г.), основанный на капнографии возвратного дыхания. Этот метод позволил получить уникальные данные о динамике кровотока у спортсменов при различных нагрузках вплоть до предельных мощностей (монография "Динамика кровообращения у спортсменов", 1982 г.). Под руководством В.Л.Карпмана были проведены телерентгенологические исследования изменений общего объема сердца у спортсменов. Были вскрыты важные кардиологические механизмы, лимитирующие физическую работоспособность (монография "Сердце и работоспособность спортсмена", 1976). Более детальное изучение структурно-функциональных характеристик спортивного сердца и особенностей гипертрофических процессов миокарда левого желудочка проводилось в последнее десятилетие с помощью эхокардиографии.

ГЛАВА I. ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

1.1. Контроль функционального состояния спортсмена

Контроль функционального состояния спортсмена является важным фактором планирования тренировочного процесса и оценки результатов соревнований. Жесткие по объему и интенсивности физические нагрузки в циклических видах спорта при неправильном планировании тренировочного процесса могут привести не только к перетренировке, спаду спортивных результатов, но и способствовать возникновению патологических изменений в организме спортсмена.

В спортивной медицине широко используются *автоматизированные физиологические методики*, позволяющие контролировать состояние основных систем организма до, во время и после физических нагрузок. Такой контроль актуален как при занятии оздоровительным, так и профессиональным спортом.

Для обеспечения эффективности и безопасности оздоровительных физических тренировок естественно использовать методы врачебного контроля, принятые в спортивной медицине, с поправкой на то, что целью оздоровительных тренировок является не спортивный результат, а укрепление здоровья.

Процесс адаптации сопровождается повышением функциональной мощности структуры и улучшением ее функционирования. При компенсации некоторые функции могут истощаться, и тогда функционирование организма протекает на предпатологическом и патологическом уровнях. *Такое состояние дезадаптации может привести к развитию переутомления, перенапряжения, значительному снижению работоспособности и в дальнейшем - к возникновению заболеваний и травм.* Без оптимально сбалансированного контроля функциональной подготовки достичь высоких результатов, освоив огромные объемы работы, без издержек для здоровья не представляется возможным.

У спортсменов с высокой мотивацией к спортивным достижениям часто нарушена субъективная оценка самочувствия, они могут недооценивать тяжесть того или иного тренировочного занятия, иногда вопреки требованиям тренера самостоятельно увеличивают продолжительность или интенсивность физической нагрузки. Это способствует длительному напряжению функциональных систем организма, накоплению усталости и *недовосстановления организма*, что рано или поздно влечет за собой развитие *перетренированности*. Для выхода из этого

состояния требуется уже не несколько дней, а значительно более продолжительный промежуток времени (недели и месяцы).

Хорошо сбалансированная вегетативная регуляция мышечной деятельности позволяет спортсмену при наличии должного уровня мотивации максимально использовать свои функциональные возможности, обеспечивает необходимую *экономизацию функций* и определяет быстроту восстановительных процессов.

Нарушение вегетативной регуляции служит ранним признаком ухудшения адаптации к нагрузкам и влечет за собой снижение работоспособности. Клинически вегетативные расстройства проявляются в виде транзиторной головной боли диффузного характера, головокружения, расстройства сна, лабильности вазомоторных реакций. Срыв адаптации вегетативной нервной системы может приводить к нейроциркуляторной дистонии, протекающей по гипертоническому (чаще у юношей и мужчин), гипотоническому (чаще у женщин) или нормотоническому типу. В клинической картине превалирует общевротический синдром с наличием повышенной возбудимости, раздражительности или, наоборот, астенического состояния, сопровождающегося понижением работоспособности, нарушением сна. Возникают функциональные изменения сердечно-сосудистой системы (гипертензия или гипотония, нарушение ритма сердца), нарушение кровенаполнения и тонуса сосудов головного мозга.

В большинстве случаев систему кровообращения можно рассматривать как индикатор адаптационных реакций целостного организма. С точки зрения оценки функционального резерва мобилизация и расходование его оперативных и стратегических резервов, которые мобилизуются на этапах срочной и долговременной адаптации, изучение реакций системы кровообращения дает наиболее наглядные и типичные примеры адаптации.

Во-первых, хорошо известны и общедоступные методы измерения показателей функционирования системы кровообращения (определение минутного и ударного объема, частота пульса, артериальное давление).

Во-вторых, чувствительные рецепторные приборы – баро- и хемо-рецепторы контролируют различные параметры кровообращения в самых разных точках сосудистого русла и в самом сердце и постоянно информируют центральную нервную систему о происходящих изменениях. Это обеспечивает гибкость приспособления сердца и сосудов к непрерывно изменяющимся условиям окружающей среды. В свою очередь существуют доступные методы оценки состояния регуляторных

механизмов системы кровообращения, одним из которых является математический анализ ритма сердца.

В-третьих, функциональные резервы сердечно-сосудистой системы хорошо известны и также поддаются измерению и оценке. К ним относятся рефлекторные механизмы, увеличение легочной вентиляции, скорости кровотока, потребления кислорода, гиперфункция сердца, оптимизация метаболических процессов в тканях и др. Функциональные резервы системы кровообращения можно разделить на внутренние и внешние. Последние по существу являются ресурсами других систем организма, которые прямо или косвенно связаны с выполнением основной функции кровообращения – доставкой тканям адекватного количества кислорода и питательных веществ.

Оценка функциональных резервов организма может быть осуществлена на основе сопоставления двух измеряемых показателей – *уровня функционирования доминирующей системы и степени напряжения регуляторных систем.*

Функциональный резерв может быть определен непосредственно на основании результатов функционально-нагрузочных тестов. Чем он выше, тем меньше усилий требуется для адаптации к обычным условиям существования, к покою. Резервные "мощности" системы кровообращения создают запас прочности на случай неадекватных воздействий на организм, благодаря этому исходный уровень ее функционирования снижается.

Для ранней диагностики перетренированности используют различные функциональные тесты: определение характера восстановления сердечного ритма после окончания физической нагрузки, регистрация ЧСС в покое, ортостатическая проба и широко внедряемый в последние годы анализ вариабельности сердечного ритма.

1.2. Принципы тестирования в спорте

Процедура выполнения теста называется тестированием, *результатом тестирования является численное значение*, полученное в ходе измерений. В зависимости от цели все тесты подразделяются на несколько групп.

В первую из них входят показатели, *измеряемые в покое.* К таким тестам относятся показатели физического развития (длина и масса тела, толщина жировых складок, объем мышечной и жировой ткани и т.д.); показатели, характеризующие функционирование основных систем организма (частоту сердечных сокращений, состав крови, мочи и т.п.). В эту же группу входят психические тесты. Информация, получаемая с

помощью этих тестов, является основной, во-первых, для оценки физического состояния занимающихся, во-вторых, для сравнения значений, полученных при выполнении нагрузки. При этом *уровень покоя принимается за базовый* и относительно него ведутся расчеты.

Вторая группа - это стандартные тесты, когда всем спортсменам предлагается выполнить *одинаковое задание* (например, в течение одной минуты подтянуться на перекладине 10 раз или другие требования). Специфическая особенность этих тестов заключается в выполнении *непредельной нагрузки*, и, следовательно, отсутствует мотивация на достижение максимально возможного результата.

Результат такого теста зависит от способа задания нагрузки: если задается механическая её величина, то измеряются медико-биологические показатели. Если же нагрузка теста задается по величине сдвигов медико-биологических показателей, то измеряются физические величины нагрузки (время, расстояние и т.п.).

Третья группа - это тесты, при выполнении которых, нужно показать *максимально возможный двигательный результат*, а измеряются значения *различных функциональных систем* (ЧСС, МПК и т.д.). Особенность таких тестов - высокий психологический настрой (мотивация) занимающегося на достижение предельных результатов. Следовательно, все, что регистрируется при их выполнении, зависит как минимум от двух факторов:

1) уровня развития измеряемого качества (например, выносливости или техники и т.д.) и

2) мотивации.

Может оказаться так, что спортсмен, обладающий высоким уровнем выносливости, не продемонстрирует его в тесте: он прекратит работу в тесте "до отказа" задолго до исчерпания резервных возможностей, не проявив своих волевых качеств.

Оценка подготовленности по одному тесту проводится крайне редко. Как правило, используется несколько тестов, которые в этом случае принято называть комплексом или батареей тестов.

Тестирующие нагрузки должны *отвечать определенным метрологическим требованиям*.

Первое требование. Должна быть определена *цель применения любого теста* или комплекса тестов. Правильное определение цели тестирования содействует правильному подбору тестов. В спортивной метрологии существует три вида тестирования: этапный, текущий и оперативный и в каждом из них десятки вариантов тестирования. Поэтому комплекс тестов должен включать в себя показатели, характеризующие двигательные качества, уровень, а также структуру физической подго-

товленности, соотношение, взаимосвязь между ними соответствующие профессиональной подготовке занимающихся.

Второе требование. Следует разработать *стандартизированную методику измерений результатов в тестах и процедуру тестирования*. Это значит, что измерения различных сторон физической подготовленности спортсменов должны проводиться систематически, это даст возможность *сравнить значения показателей на разных этапах тренировки* и в зависимости от динамики приростов в тестах нормировать нагрузку. Эффективность нормирования зависит от точности результатов контроля, которые в свою очередь зависят от стандартности проведения тестов и измерения в них результатов. для стандартизации методики тестирования следует соблюдать следующие требования: *режим дня предшествующего тестированию должен строиться по одной схеме*. Исключаются большие и средние нагрузки, но могут проводиться занятия восстановительного характера; разминка должна быть стандартной; тестирование должны проводить одни и те же, умеющие это делать люди; схема выполнения теста не изменяется от тестирования к тестированию; интервалы между попытками должны ликвидировать утомление; спортсмен должен показать в тесте максимально возможный результат.

Третье требование. Необходимо определить *надежность и информативность используемых тестов*. Надежность - это степень совпадения результатов при повторном тестировании одних и тех же людей в одинаковых условиях. Надежность это, по сути дела, надежность оценки состояния человека, его способностей. Одно и то же двигательное качество можно измерить с помощью нескольких тестов. Например, максимальную скорость - по результатам пробегания с ходу отрезков в 10,20 и 30м. Силовую выносливость - по числу подтягиваний на перекладине, отжиманий в упоре, количеству подъемов штанги в положении лежа на спине и т.д. Такие тесты называются эквивалентными. Эквивалентность теста определяется следующим образом: занимающиеся выполняют одну разновидность теста и затем, после небольшого отдыха, вторую и т.д. Если результаты оценок совпадают, то это свидетельствует об эквивалентности тестов.

Информативность тестов. В её определении необходимо ответить на вопросы о том, какие проявления физического состояния человека наиболее важны для учебной, трудовой и военной деятельности? Какими жизненно важными двигательными навыками должен владеть каждый человек? С помощью каких тестов можно оценить физическое состояние и двигательные навыки?

Четвёртое требование. Должна быть разработана *система оценок результатов в тестах*. Как правило, специалисты физического воспитания пользуются специальными таблицами оценки результатов по видам спорта: легкоатлетические многоборья, единая спортивная классификация, комплекс ГТО (незаслуженно забытый) и др. Оценки результатов можно разработать и самим преподавателям следующим образом. Проводятся массовые испытания, затем в каждой группе (по договоренности с экспертами) 20% лучших результатов оценивают как отличную физическую подготовленность. Хорошие оценки проставляют в диапазоне от 41 до 80%, удовлетворительный уровень от 11 до 40%; неудовлетворительный - у оставшихся 10% людей/1/. Для того, чтобы рассчитать нормативы для классификаций необходимо иметь полный диапазон результатов, показанных в данном виде тестирования от новичка до мирового рекордсмена.

Пятое требование. Необходимо указать *вид контроля* (оперативный, текущий или этапный).

1. Цель этапного контроля - получить информацию, на основании которой можно составить планы подготовки на период, этап или другой какой-то относительно длительный срок.

2. Основная задача текущего контроля - сбор и анализ информации, необходимой для планирования нагрузок или их коррекции. Измерения проводятся на каждом занятии или раз в неделю.

3. Оперативный контроль - экспресс-оценка состояния, в котором находится занимающийся физическими упражнениями в момент или сразу по окончании выполнения нагрузки (упражнений, серии упражнений и т.д.).

Проблема выбора и практического использования простых и информативных критериев, отражающих изменение физических качеств на различных этапах подготовки, чрезвычайно актуальна и значима. Многие специалисты убеждены, что тестирующие нагрузки должны отвечать определенным требованиям: быть простыми, надёжными, валидными (информативными), воспроизводимыми в динамике, специфичными, выполняемыми в естественных условиях, носить комплексный характер, а итоговая батарея тестов должна быть одинаковой на всех этапах подготовки в годичном цикле тренировки, учебного занятия. Для того, чтобы определить уровень физической подготовленности, а затем в течение работы установить есть ли изменения, выявить их характер, необходимость корректирующих действий и осуществить их, необходим рациональный подбор тестов, которые должны отвечать следующим требованиям:

- объективно отражать качества и способности, для оценки которых они применяются;
- быть понятными тем, для кого они предназначены;
- естественно вписываться в учебный процесс, поскольку его построение и контроль за эффективностью взаимосвязаны и взаимообусловлены и ни один из них не может нормально существовать без другого;
- быть доступными для широкого использования без существенных временных затрат и нарушения качества процесса занятия.

Если тестирование органически вписывается в учебное занятие, то тесты не только позволяют получать данные о состоянии спортсменов, но и являются действенными средствами повышения их функциональных возможностей и улучшения психологического состояния, связанного, прежде всего, с воспитанием волевых качеств. Из вышесказанного можно сделать следующее заключение: тестирующие нагрузки включают в себе двойственную функцию. С одной стороны они выполняют своё прямое назначение, а с другой, являясь органической частью физических упражнений, оказывают на организм занимающегося и тренирующее воздействие.

Непременным условием успешного использования тестов является ознакомление спортсменов с программой тестирования, методикой анализа результатов и т.д. Спортсмены должны получать задания регулярно, вести специальные дневники, в которые заносятся полученные данные по результатам тестирования. Это обеспечивает наглядность, информативность, значительно облегчает анализ динамики уровней, повышает интерес к занятиям по физическому совершенствованию, осознанному подходу к своему здоровью. *Деятельность тренера малоэффективна, если она не опирается на осознанные, самостоятельные и активные действия спортсмена.*

ГЛАВА II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

2.1. Механизмы адаптации организма к физическим нагрузкам

Способность приспособливаться к изменениям внешней и внутренней среды является уникальным свойством организма человека. С позиций теории управления, биологическая адаптация представляет собой динамический колебательный процесс, сопровождающийся пере-

стройкой функциональной системы гомеостаза на новый уровень регулирования. Одним из общебиологических механизмов, обеспечивающих протекание процесса адаптации, является вариабельность функционирования физиологических систем.

Несомненный интерес представляет понятие *общего адаптационного синдрома*, предложенное канадским ученым Гансом Селье (1960). Под последним он понимает совокупность защитных реакций организма человека или животных, возникающих в условиях стрессовых ситуаций. В адаптационном синдроме автор выделяет три стадии: стадию тревоги, обусловленную мобилизацией защитных сил организма; стадию резистентности, связанную с приспособлением человека к экстремальным факторам среды и стадию истощения, возникающую при длительном стрессе, что может привести к возникновению заболеваний и даже смерти.

Понятие «адаптация» тесно связано с представлением о *функциональных резервах*, т. е. скрытых возможностях человеческого организма, которые могут быть реализованы в экстремальных условиях.

Зная закономерности формирования функциональной системы, можно различными средствами эффективно влиять на отдельные ее звенья, ускоряя приспособление к физическим нагрузкам и повышая тренированность, т. е. управлять адаптационным процессом.

Знания в области изучения функционального состояния организма при занятиях физкультурой и спортом имеют первостепенное значение для специалистов в области физической культуры и спорта, так как позволяют решать вопросы профессиональной ориентации и отбора, допуска к оздоровительным и тренировочным занятиям, планировать режим двигательной нагрузки, исходя из уровня физической подготовленности и состояния здоровья организма. Эти знания важны также для занимающихся физической культурой и спортом с целью проведения самоконтроля в динамике физического совершенствования.

В физиологическом отношении адаптация к мышечной деятельности является системным ответом организма, направленным на достижение высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это. С этих позиций адаптацию к физическим нагрузкам следует рассматривать как динамический процесс, в основе которого лежит формирование новой программы реагирования, а сам приспособительный процесс, его динамика и физиологические механизмы определяются состоянием и соотношением внешних и внутренних условий деятельности.

Нагрузки, применяемые в процессе физической подготовки, выполняют роль раздражителя, возбуждающего приспособительные из-

менения в организме. Тренировочный эффект определяется направленностью и величиной физиологических и биохимических изменений, происходящих под воздействием применяемых нагрузок. Глубина происходящих при этом в организме сдвигов зависит от основных характеристик физической нагрузки:

- интенсивности и продолжительности выполняемых упражнений;
- количества повторений;
- продолжительности и характера интервалов отдыха между повторением упражнений.

Определенное сочетание перечисленных параметров физических нагрузок позволяет добиться прогнозируемых изменений функционального состояния организма, улучшения обмена веществ и, в конечном итоге, повышения тренированности.

Процесс адаптации организма к воздействию физических нагрузок имеет *фазный характер*. Поэтому выделяют два этапа адаптации: срочный и долговременный (хронический).

Этап срочной адаптации сводится преимущественно к изменениям энергетического обмена и связанных с ним функций вегетативного обеспечения на основе уже сформированных механизмов их реализации, он представляет собой непосредственный ответ организма на однократные воздействия физических нагрузок.

При многократном повторении физических воздействий и суммировании многих следов нагрузок постепенно развивается долгосрочная адаптация. Этот этап связан с формированием в организме функциональных и структурных изменений, происходящих вследствие стимуляции генетического аппарата нагружаемых во время работы клеток. В процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам активируется синтез нуклеиновых кислот и специфических белков, в результате чего происходит увеличение возможностей опорно-двигательного аппарата, совершенствуется его энергообеспечение.

Установлено, что морфофункциональные перестройки при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами:

- изменением взаимоотношений регуляторных механизмов;
- мобилизацией и использованием физиологических резервов организма;
- формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной деятельности .

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. Вначале включаются обычные физиологические реакции и лишь затем — реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что приводит к формированию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека.

Фазовость протекания процессов адаптации к физическим нагрузкам позволяет выделять три разновидности эффектов в ответ на выполняемую работу.

Срочный тренировочный эффект, возникающий непосредственно во время выполнения физических упражнений и в период срочного восстановления в течение 0,5-1,0 часа после окончания работы. В это время происходит устранение образовавшегося во время работы кислородного долга.

Такая реакция называется *срочной адаптацией*. Представление о срочной адаптации облегчит понимание постоянной адаптации, происходящей в организме, когда он сталкивается с повторяющимися циклами физических нагрузок, например, изменением функции сердечно-сосудистой системы после 6 месячных тренировочных нагрузок на развитие выносливости. Рассмотрим основные понятия и принципы, связанные как со срочными реакциями на физические нагрузки, так и с постоянной адаптацией к тренировкам.

Ни бегун высокого уровня, ни обычный любитель бега трусцой не занимаются бегом в условиях, позволяющих осуществить детальный физиологический контроль.

Лишь некоторые физиологические переменные можно контролировать во время выполнения физической нагрузки на площадке, причем некоторые из них можно точно измерить, не нарушая физическую деятельность. Например, средства радио телеметрии и миниатюрные магнитофоны можно использовать во время выполнения физической нагрузки для контроля:

- деятельности сердца (ЧСС и электрокардиограмма);
- частоты дыхания;
- внутренней температуры и температуры кожи;
- мышечной деятельности.

Последние разработки позволяют даже непосредственно контролировать потребление кислорода во время произвольной физической деятельности за пределами исследовательской лаборатории.

Отставленный тренировочный эффект, сущность которого составляет активизация физической нагрузкой пластических процессов для избыточного синтеза разрушенных при работе клеточных структур и восполнение энергетических ресурсов организма. Этот эффект наблюдается на поздних фазах восстановления (обычно в пределах до 48 часов после окончания нагрузки).

Кумулятивный тренировочный эффект – является результатом последовательного суммирования срочных и отставленных эффектов повторяющихся нагрузок. В результате кумуляции следовых процессов физических воздействий на протяжении длительных периодов тренировки (более одного месяца) происходит прирост показателей работоспособности и улучшение спортивных результатов.

Небольшие по объему физические нагрузки не стимулируют развитие тренируемой функции и считаются неэффективными. Для достижения выраженного кумулятивного тренировочного эффекта необходимо выполнить объем работы, превышающий величину неэффективных нагрузок.

Дальнейшее наращивание объемов выполняемой работы сопровождается, до определенного предела, пропорциональным увеличением тренируемой функции. Если же нагрузка превышает предельно допустимый уровень, то развивается состояние перетренированности, происходит срыв адаптации.

Адаптивные перестройки – динамический процесс, поэтому в динамике адаптационных изменений у спортсменов целесообразно выделять несколько стадий (физиологического напряжения организма, адаптированности, дизадаптации и реадаптации), каждой из которых присущи свои функционально-структурные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации эти стадии проходит человек в процессе приспособления к любым условиям деятельности.

Стадия физиологического *напряжения* организма характеризуется преобладанием процессов возбуждения в коре головного мозга и распространением их на подкорковые и нижележащие двигательные и вегетативные центры, возрастанием функции коры надпочечников, увеличением показателей вегетативных систем и уровня обмена веществ. На уровне двигательного аппарата характерным для этой стадии является увеличение числа активных моторных единиц, дополнительное включение мышечных волокон, увеличение силы и скорости сокращения мышц, увеличение в мышцах гликогена, АТФ и креатинфосфата. Спортивная работоспособность - неустойчива.

В *стадии напряжения* организма основная нагрузка ложится на регуляторные механизмы. За счет напряжения регуляторных механизмов осуществляется приспособление физиологических реакций и метаболизма к возросшим физическим нагрузкам. При этом в некоторых случаях изменения функций организма могут носить выраженный характер.

У спортсменов в стадии напряжения организма преобладают процессы возбуждения в коре головного мозга, возрастают функции коры надпочечников, увеличиваются показатели вегетативных систем и уровень обмена веществ; спортивная работоспособность неустойчива. В эндокринном фоне преобладают продукция катехоламинов и глюкокортикоидов, которым принадлежит ведущая роль в адаптивных сдвигах углеводного обмена. Одновременно эти гормоны повышают активность гормоночувствительной липазы жировой ткани.

Возросший жиромобилизующий эффект подготавливает следующую метаболическую фазу приспособительных изменений – фазу усиления липидного обмена, что соответствует преимущественно стадии адаптированности организма. Физиологическую основу этой стадии составляет вновь установившийся уровень функционирования различных органов и систем для поддержания гомеостаза в конкретных условиях деятельности. Определяемые в это время функциональные показатели в состоянии покоя не выходят за рамки физиологических колебаний, а работоспособность спортсменов стабильна и даже повышается. Следовательно, в процессе долговременной адаптации спортсменов к физическим нагрузкам гормоны играют ведущую роль в механизмах переключения энергетического обмена с углеводного типа на жировой. При этом если катехоламины подготавливают такое переключение, то глюкокортикоиды его реализуют.

Стадия адаптированности организма в значительной мере тождественна состоянию его тренированности. Другими словами, в основе развития тренированности лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. Физиологическую основу этой стадии составляет вновь установившийся уровень функционирования различных органов и систем для поддержания гомеостаза в конкретных условиях деятельности. Определяемые в это время функциональные сдвиги не выходят за рамки физиологических колебаний, а работоспособность спортсменов стабильна и даже повышается.

Стадия дизадаптации организма развивается в результате перенапряжения адаптационных механизмов и включения компенсаторных реакций вследствие интенсивных тренировочных нагрузок и недостаточного отдыха между ними. Процесс дизадаптации по сравнению с

процессом приспособления развивается, как правило, медленнее, причем сроки его наступления, продолжительность и степень выраженности функциональных изменений при этом отличаются большой вариативностью и зависят от индивидуальных особенностей организма. Стадия дизадаптации характеризуется еще и тем, что отсутствуют признаки активации нервной и эндокринной систем и имеет место некоторое снижение общей функциональной устойчивости организма. Это состояние может быть отнесено к предболезненному. При дизадаптации наблюдаются эмоциональная и вегетативная неустойчивость, раздражительность, вспыльчивость, головные боли, нарушение сна. Снижается умственная и физическая работоспособность.

Процесс дизадаптации является результатом того, что биосоциальная плата за адаптацию к интенсивным тренировочным и соревновательным нагрузкам вышла за пределы физиологических резервов организма и выдвинула перед ним новые проблемы. Конечный исход дизадаптационных расстройств может протекать с достаточной еще способностью к восстановлению всех функций организма и работоспособности, что чаще всего и наблюдается у спортсменов. В других случаях дизадаптация будет иметь скрытые дефекты, которые выявляются только с течением времени под влиянием или очень высоких нагрузок, или какой-то дополнительной вредности. И, наконец, дизадаптация может закончиться стойкими неблагоприятными изменениями функций организма, снижением или утратой спортивной работоспособности. Очевидно, стадия дизадаптации по своим патофизиологическим основам в значительной мере соответствует состоянию перетренированности спортсменов.

Стадия реадaptации возникает после длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращения совсем и характеризуется приобретением некоторых исходных свойств и качеств организма. *Физиологический смысл этой стадии - снижение уровня тренированности и возвращение некоторых показателей к исходным величинам.* Можно полагать, что спортсменам, систематически тренировавшимся многие годы и оставляющим большой спорт, требуются специальные, научно обоснованные оздоровительные мероприятия для возвращения организма к нормальной жизнедеятельности.

Следует иметь в виду, что возникшие в процессе длительных и интенсивных физических нагрузок структурные изменения в миокарде и скелетных мышцах, нарушенный уровень обмена веществ, гормональные и ферментативные перестройки, своеобразно закрепленные механизмы регуляции к исходным значениям, как правило, не возвращаются. За систематические чрезмерные физические нагрузки, а затем за

их прекращение организм спортсменов в дальнейшем платит определенную биологическую цену, что может проявляться развитием кардиосклероза, ожирением, снижением резистентности клеток и тканей к различным неблагоприятным воздействиям и повышением уровня общей заболеваемости.

При адаптации к чрезмерным для данного организма физическим нагрузкам в полной мере реализуется общебиологическая закономерность, которая состоит в том, что все приспособительные реакции организма к необычным факторам среды обладают лишь относительной целесообразностью. Иными словами, даже устойчивая, долговременная адаптация к физическим нагрузкам имеет свою функциональную или структурную цену. Цена адаптации может проявляться в двух различных формах: 1) в прямом изнашивании функциональной системы, на которую при адаптации падает главная нагрузка, 2) в явлениях отрицательной перекрестной адаптации, т. е. в нарушении у адаптированных к определенной физической нагрузке людей других функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных с этой нагрузкой.

Прямая функциональная недостаточность может реализоваться в условиях остро возникшей большой нагрузки, при которой наблюдаются прямые повреждения структур сердца, скелетных мышц, нарушения ферментной активности и другие изменения, являющиеся как итогом самой нагрузки, так и возникающей при этом стресс-реакции. Эта цена срочной адаптации ярко проявляется при первых нагрузках нетренированных людей и устраняется правильно построенным тренировочным процессом и развитием адаптированности.

Цена адаптации в значительной мере зависит от вида физических нагрузок, к которым происходит приспособление. Так, например, у тяжелоатлетов высокотренированных к статическим силовым нагрузкам, наблюдается снижение выносливости к динамической работе; утомление при таких нагрузках у них развивается быстрее, чем у нетренированных здоровых людей. Одновременно у тяжелоатлетов в противоположность людям, тренированным на выносливость, обнаружено снижение плотности капилляров в скелетных мышцах и отсутствие роста массы митохондрий.

На фоне высокой тренированности у штангистов, борцов и других спортсменов нередко наблюдается снижение резистентности к действию холода и простудным заболеваниям, нарушение клеточного и гуморального иммунитета. У высокотренированных на выносливость спортсменов наблюдаются нарушения функций желудочно-кишечного тракта, печени и почек, что является следствием ограниченного кровоснабжения этих органов в период длительной мышечной работы.

Однако высокая цена адаптации и феномены отрицательной перекрестной резистентности при таком приспособлении представляют собой возможное, но вовсе не обязательное явление. Наиболее рациональный путь к предупреждению адаптационных нарушений состоит в правильно построенном режиме тренировок, отдыха и питания, закаливании, повышении устойчивости к стрессорным воздействиям и гармоничном физическом и психическом развитии личности спортсмена.

О системных механизмах адаптации к физическим нагрузкам можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакции со стороны центральной нервной системы, двигательного и гормонального аппаратов, органов движения и кровообращения, системы крови, анализаторов, обмена веществ и др. функциональных систем. Следует также подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит, прежде всего, от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности.

Процесс адаптации связан с неодинаковой биологической значимостью различных функциональных систем организма. Адаптация основана на согласованных реакциях отдельных органов и систем, которые изменяются хотя и неодинаково, но в целом обеспечивают оптимальное функционирование целостного организма. Этим, например, обусловлено торможение деятельности органов пищеварения и выделения у спортсменов при интенсивной физической работе, в результате чего сохраняются резервные возможности организма для усиления функций дыхания и кровообращения, непосредственно обеспечивающих организм кислородом.

Учение об адаптации человека к физическим нагрузкам составляет одну из важнейших методических основ теории и практики спорта. Именно в них ключ к решению конкретных медико-биологических и педагогических задач, связанных с сохранением здоровья и повышением работоспособности в процессе систематических физических нагрузок.

Адаптационно-приспособительная деятельность требует затрат энергии, в связи с чем можно говорить о «*цене адаптации*», которая определяется степенью напряжения регуляторных механизмов и величиной израсходованных функциональных резервов.

Концепция *гомеостаза* в настоящее время играет важную роль при анализе жизненных процессов на разных уровнях биологической системы. Гомеостатические свойства целостного организма являются результатом одновременного действия многочисленных и сложно организованных регуляторных механизмов, среди которых одно из цен-

тральных мест занимает вегетативная регуляция, обеспечивающая постоянство уровней вещества и энергии в организме, его органах и тканях. После основополагающих работ К. Бернара, И. М. Сеченова и У. Кенона новый шаг в развитии идеи гомеостаза был сделан Н. Винером, который предложил применять методы теории управления при моделировании гомеостатических систем. С точки зрения кибернетики, гомеостаз обеспечивается за счет управления внутренними параметрами системы на основе поступающей на ее вход переработки информации о состоянии внешней среды.

Именно в области космической медицины была разработана концепция о *возможности использования системы кровообращения в качестве индикатора адаптационных реакций целостного организма*. Если представить организм как кибернетическую систему, состоящую из управляемого (опорно-двигательный аппарат и внутренние органы) и управляющего (центральная нервная система) элементов, то согласующим звеном между ними является аппарат кровообращения. Как известно, ведущую роль в регуляции деятельности сердца и сосудов играет вегетативная нервная система. Рассмотрим двухконтурную систему, состоящую из двух гомеостазов: вегетативного как управляющего и миокардиально-гемодинамического как управляемого. Тогда процесс адаптации организма к условиям среды может быть описан, исходя из взаимодействия между управляющим и исполнительным контурами. С учетом роли каждого из них в реализации адаптационных реакций организма переход от одного функционального состояния к другому происходит в результате изменений одного из 3 свойств биосистемы:

- 1) уровня функционирования;
- 2) функционального резерва;
- 3) степени напряжения регуляторных механизмов.

Уровень функционирования, определяемый значениями основных показателей системы кровообращения, есть не что иное, как характеристика миокардиально-гомеостатического гомеостаза.

Текущая деятельность организма всегда *связана с расходом резервов, но вместе с тем происходит и их восполнение*. Поэтому важное значение имеет не только своевременная мобилизация резервов, но и соответствующая стимуляция процессов восстановления и защиты. Вот почему при обсуждении вопроса о функциональном резерве системы кровообращения необходимо комплексно рассматривать и миокардиально-гемодинамический гомеостаз и вегетативный гомеостаз. Последний имеет прямое отношение к управлению функциональными резервами организма и системы кровообращения в частности. Степень напряжения регуляторных систем, в том числе тонуса симпатического от-

дела вегетативной нервной системы, влияет на уровень функционирования кровообращения путем мобилизации той или иной части функционального резерва регуляторных систем в ответ на стрессорное воздействие среды может вызвать нарушение гомеостаза.

В самом общем виде допустимо считать, что функциональный резерв имеет прямую связь с уровнем функционирования и обратную связь со степенью напряжения регуляторных систем. Из этого следует, что о функциональном резерве можно судить не измеряя его непосредственно, а анализируя соотношения между уровнем функционирования и степенью напряжения регуляторных систем. Способность адаптироваться к воздействию фактору (или адекватно отреагировать на воздействие) без нарушения миокардиально-гемодинамического гомеостаза и устойчивость механизмов адаптации может проявиться только при достаточном адаптационном потенциале. Это зависит не только от имеющихся функциональных резервов, но и (в меньшей степени) от адекватности и экономичности реагирования, а также эффективности управления расходованием и восстановлением резервов.

Любое воздействие среды на организм вызывает, прежде всего, стресс-реакцию, которая выражается в увеличении уровня функционирования определенных систем организма (например, при физической нагрузке систем кровообращения и дыхания), одновременно включаются регуляторные системы, которые мобилизуют функциональные резервы. Контролируя уровень функционирования (обратная связь) и управления им (прямая связь), регуляторные системы так регулируют расходование функционального резерва, чтобы обеспечить гомеостатический режим взаимодействия систем, участвующих в реакции на воздействующий фактор. Если автономные механизмы не обеспечивают поддержания необходимого уровня функционирования отдельных систем, мобилизация стратегических резервов осуществляется центральными регуляторными механизмами. Важно отметить способность центральных механизмов регуляции обеспечивать реакции компенсации, т.е. при недостатке функциональных резервов одной из систем активизировать расход функциональных резервов другой связанной с ней системы, что позволяет получить необходимый конечный результат различными путями. В этом плане полезным является представление об эффекторном интеграле, объясняющее мультипараметрический характер гомеостаза. Постоянство уровня функционирования одной из доминирующих систем при воздействии данного фактора сопровождается весьма существенными физиологическими сдвигами в других функционально связанных с ней системах. Это обусловлено различным функциональным резервом каждой из систем, а также процессами адаптации и компенса-

ции, протекающими при непосредственном участии центральных механизмов регуляции.

С учетом прогноза функциональной готовности можно дифференцированно осуществлять коррекцию функционального состояния путем подбора комплексов восстановительных средств разнонаправленного, а зачастую и сочетанного действия, а также коррекцию тренировочных нагрузок.

При этом анализ физиологического воздействия центральных надсегментарных систем вегетативной регуляции и его органно-периферического отображения позволяет определять конкретные клинико-диагностические подходы к распознаванию вегетативного сопровождения той или иной формы адаптационного напряжения при мышечной деятельности.

2.2. Физиологические принципы классификации физических упражнений

Упражнений, используемых в физической тренировке, огромное множество, и преподавателю физического воспитания, и тренеру важно знать их классификации для следующих целей:

- для понимания общих механизмов воздействия упражнений определенных групп на организм занимающихся;
- для правильного подбора упражнений и расширения диапазона средств воздействия на организм занимающихся при обучении.

Принципы классификации упражнений могут быть различными. В одном случае выбирается какой-то определенный признак - *классификатор* и все возможные упражнения делятся на группы только по этому признаку - это *аналитические классификации*.

В другом случае ученые пытаются *единой* классификацией "разложить по полочкам" все многообразие физических упражнений. Понятно, что в таком случае в качестве классификаторов могут выступать различные признаки - это так называемые *синтетические классификации*.

Аналитические классификации

В таблице 1 приведены классификаторы и группы упражнений, отвечающих этому главному признаку.

Таблица 1

Аналитические классификации физических упражнений

№	Классификатор	Группы физических упражнений
---	---------------	------------------------------

1	Биомеханическая структура движений	Циклические, ациклические, смешанные (плавание, метания, игры)
2	Характер реагирования на внешние условия	Стандартные и нестандартные (бег, единоборства)
3	Преимущественно развиваемые физические качества	Упражнения, развивающие силу, быстроту, выносливость, ловкость, гибкость (тяжелая атлетика, спринт, длинные дистанции, гимнастика)
4	Режим деятельности скелетных мышц	Статические, динамические (удержание груза, позы, все движения)
5	Относительная мощность (интенсивность)	Упражнения максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности (спринт, средние, длинные, сверхдлинные дистанции)
6	Уровень построения движений (Н.А. Бернштейн)	Движения, осуществляемые на I уровне ("автоматы"), II, III, IV (высший уровень)
7	Характер распределения усилий в движении	Баллистические (прыжки, метания) и небаллистические (плавание, ходьба)
8	Сложность координации	I степень - симметричные и односторонние, II ст. - перекрестные, III ст. - поочередные, IV ст. - асинхронные
9	Степень вовлеченности мышечных групп	Локальные (до 1/3), региональные (до 2/3), глобальные (>2/3)
10	Взаимоотношение с внешним сопротивлением	Положительная работа (преодолевающий режим), отрицательная работа (уступающий режим), нулевая работа (статический режим)
11	Преобладающий энергетический режим	Аэробный, смешанный, анаэробный (ходьба, плавание, спринт)
12	Уровень энергозатрат (по потреблению кислорода, А.Б. Ган-	Низкий (до 2 л O ₂), средний (до 2-4 л), высокий (4-6 л) (н/теннис, бокс, лыжные гонки)

13	Вид локомоций	Преимущественно ногами, руками, ногами и руками вместе (велоспорт, гребля, плавание), естественные локомоций (ходьба, бег), локомоций со скольжением (лыжи, коньки), локомоций с использованием рычажных передач (велоспорт, гребля), локомоций в иной среде (плавание)
14	Основная цель спортивного совершенствования (А.Б. Гандельсман, К.М. Смирнов)	1) совершенствование координации движений, 2) достижение высокой скорости в циклических движениях, 3) совершенствование силы и быстроты движений, 4) совершенствование движений в условиях непосредственной борьбы с соперником, 5) совершенствование предельно напряженной центрально-нервной деятельности при малых физических нагрузках, 6) совершенствование управления средствами передвижения, 7) воспитание способности к переключениям в многоборьях
15	Доминирующая физиологическая характеристика (Шефард, 1968)	1. Анаэробного обмена веществ. 2. Аэробного обмена веществ. 3. Резерва калорий и жидкости. 4. Взрывной силы. 5. Продолжительного усилия. 6. Ловкости
16	Регламентация нагрузок	1. Упражнения заданного объема работы (дистанции в циклических видах). 2. Упражнения заданного времени (бокс, борьба, хоккей и др.)
17	По тяжести нагрузок	1. Очень легкая. 2. Легкая. 3. Умеренная. 4. Тяжелая. 5. Очень тяжелая. 6. Чрезвычайно тяжелая. 7. Изнурительная

Синтетические классификации

Общепринятой в настоящее время считается классификация физических упражнений, предложенная В. С. Фарфелем (1970). В этой системе в силу многообразия и разнохарактерности физических упражнений применены различные критерии классификации.

1. Позы

- Лежание
- Сидение
- Стояние
- С опорой на руки

2. Движения

I. Стереотипные (стандартные) движения

- 1) Качественного значения (с оценкой в баллах),
- 2) Количественного значения (с оценкой в килограммах, метрах, секундах) .

Циклические

По зонам мощности:

- Максимальной
- Субмаксимальной
- Большой
- Умеренной

Ациклические

- Собственно-силовые
- Скоростно-силовые
- Прицельные

II. Ситуационные (нестандартные) движения

- Спортивные игры
- Единоборства
- Кроссы

Все спортивные упражнения разделены первоначально на позы и движения. Затем все движения подразделены по критерию стандартности на стандартные или стереотипные (с повторяющимся порядком действий) и нестандартные или ситуационные (спортивные игры и единоборства). Стандартные движения разбиты на 2 группы по характеру оценки спортивного результата - на упражнения качественного значения (с оценкой в баллах - гимнастика, фигурное катание, прыжки в воду и др.) и количественного значения (с оценкой в килограммах, метрах, секундах). Из последних выделены упражнения с разной структурой - ациклические и циклические Среди ациклических упражнений выделены собственно-силовые (тяжелая атлетика), скоростно-силовые (прыжки, метания) и прицельные (стрельба).

Циклические упражнения по предельному времени работы разделены по зонам относительной мощности - максимальной мощности (продолжающиеся до 10-30 с), субмаксимальной (от 30-40 с до 3-5 мин), большой (от 5-6 мин до 20-30 мин) и умеренной мощности (от 30-40 мин до нескольких часов). При этом учитывалось, что физическая нагрузка не равна физиологической нагрузке на организм человека, а основной величиной, характеризующей физиологическую нагрузку явля-

ется предельное время выполнения работы. Анализ спортивных рекордов на различных дистанциях у бегунов, конькобежцев, пловцов и др. позволил построить логарифмическую зависимость между логарифмом интенсивности энерготрат (несоответственно, скорости прохождения дистанций) и логарифмом предельного времени работы. На графике этой зависимости выделились 4 различных участка: 1) с наивысшей скоростью (около $10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) - зона максимальной мощности; 2) со скоростью близкой к максимальной (с резким падением скорости в диапазоне от 10 до $7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) - зона субмаксимальной мощности; 3) с более медленным падением скорости ($7-6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) и 4) зона с новым резким падением скорости (до $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ и менее) - зона умеренной мощности.

2.3. Физиологическая характеристика динамической циклической работы

В 1937 г. В.С. Фарфель подверг математическому анализу десять, а затем и двадцать пять лучших достижений мирового масштаба в различных видах циклической работы спортивного характера. Оказалось, что мощность работы и ее длительность находятся в достаточно сложной зависимости и не являются просто обратно пропорциональными. Длительность работы возрастает в большей мере, чем уменьшается ее мощность (скорость). Отложив по оси ординат логарифмы скорости легкоатлетического бега, а по оси абсцисс - логарифмы рекордного времени, В.С. Фарфель обнаружил четыре отрезка прямых. Причем точки перелома соответствуют на абсциссе моментам времени 25-30 с, 3-5 мин и 30-40 мин.

Подобный анализ лучших результатов в других видах циклических спортивных упражнений показал, что аналогичная закономерность обнаруживается и в плавании, и в беге на коньках, и в лыжных гонках.

Указанные выше четыре зоны кривых рекордов были названы зонами относительной мощности: максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной.

Каждой из этих зон относительной мощности (интенсивности) свойственны свои характерные особенности (табл. 2).

Таблица 2

Физиолого-биохимическая характеристика работы различной мощности (интенсивности)

№	Показатели	Зоны мощности
---	------------	---------------

		Максимальная	Субмаксимальная	Большая	Умеренная
1	Продолжительность работы	До 20-30 с	От 20-30 с до 3-5 мин	От 3-5 мин до 30-40 мин	> 40 мин
2	Удельный расход энергии	макс, до 4 ккал/с	1,5 ккал/с	0,4-0,5 ккал/с	Около 0,3 ккал/с
4	Минутный запрос O ₂ , л/мин	До 40	До 25	5-7	3-4
7	Отн. O ₂ -долг к O ₂ -запросу, %	до 90-95	60-90	50-20	3-5
8	Абсолютный O ₂ -долг, л	До 8	До 22-25	До 12-20	До 4
10	Минутный объем дыхания, л/мин	До 30-40	К концу работы до 120-140	Максимально доступный, 140-160	Ниже максимального, 80-100
11	Работа сердца (ЧСС, уд/мин)	160-170 после работы	Нарастает до максимума, 190-200	Близка к максимуму, до 200	Ниже максимума, 150-180
12	Длительность восстановления	30-40 мин	1-2 ч	Несколько часов	2-3 суток
13	Источники энергии	АТФ, КрФ	АТФ, КрФ, гликолиз	Смешанный аэробно-анаэробный, гликолиз	Аэробный, с использованием углеводов и жиров
14	Концентрация молочной кислоты, мг%	До 100	200-280 (максимальная)	135-200 (большая)	10-20

Зона максимальной мощности

К максимальной мощности относится динамическая циклическая работа длительностью не более 20-30 с: легкоатлетический бег на 60, 100, 200 м; плавание 50 м; велогонка на 500 м. При этом работа совершается в условиях максимальной частоты движений, когда мышцы выполняют в единицу времени максимально доступную величину работы в условиях максимального количества затрачиваемой энергии в единицу времени. Расчетный (на 1 мин) кислородный запрос достигает 40 и более литров. Однако вследствие кратковременности и известной функциональной инертности вегетативных систем по сравнению с двигательным аппаратом в рабочем периоде имеет место своеобразный "разрыв" между уровнем интенсивности функционирования двигательного аппарата и вегетативными системами. В силу этого работа протекает главным образом в анаэробных условиях, а существенное повышение функциональной активности вегетативных систем обнаруживается после окончания работы. Если при пробегании 100 м за 12 с бегун успевает провентилировать всего 5-6 л, то в первые минуты восстановительного периода легочная вентиляция возрастает до 60-70 л/мин, а частота дыхания по сравнению с покоем увеличивается в 4-5 раз.

Потребление кислорода в первую минуту восстановления после бега на 100 м за 12 с достигало 2-3 л/мин (это напоминает проявление феномена Линдгарда, когда сдвиги функций после работы выше рабочих). Из-за кратковременности работы существенные сдвиги в составе крови обнаруживаются главным образом после работы. Накопившаяся во время работы молочная кислота после бега усиленно диффундирует в кровь, и через 1-2 мин после финиша ее концентрация с 10-20 мг% (1-2 ммоль/л) в покое увеличивается до 80 мг%, а на 5-6-й мин восстановления - до 100 мг% (10-12 ммоль/л) и более. В связи со значительной послерабочей гипервентиляцией и усиленным "вымыванием" СО₂ дыхательный коэффициент может достигать 1,5 и даже 2,0. Уровень сахара в крови существенно не изменяется. Частота сердечных сокращений возрастает к концу дистанции до 160 уд/мин, а в 1-ю мин восстановления отмечены величины до 180 и более уд/мин.

Энерготраты при мышечной работе максимальной интенсивности незначительны, но удельный расход энергии достигает 4-8 ккал/с, а общий - до 80 ккал. Главные поставщики энергии - АТФ и КФ, т.е. преобладает алактат-ный анаэробный процесс, тогда как гликолиз существенно не активизируется (табл. 15.2). Потребление кислорода во время работы не превышает 5-10% от кислородного запроса, и, соответственно, относительный

кислородный долг составляет 90-95%. Восстановительный период по потреблению O_2 равен 30-40 мин.

К основным механизмам утомления следует отнести: истощение клеточных резервов макроэргов, уменьшение активности двигательных зон ЦНС, обусловленных максимальной афферентной импульсацией от про-приорецепторов мышц, снижение физиологической лабильности моторных центров и развитие торможения в них вследствие мощной эфферентной импульсации к скелетным мышцам и снижение сократительной способности мышечных волокон вследствие анаэробного характера их работы.

Зона субмаксимальной мощности

Временной диапазон длительности работы данной мощности находится в пределах от 20-30 с до 3-5 мин. В этих временных рамках совершается легкоатлетический бег на дистанции 400, 800, 1000, 1500 м; плавание на 100, 200, 400 м; бег на коньках на 500, 1500 м; велогонки на 1000, 2000 м; гребля на 200, 500 м.

Характерно, что при незначительных различиях в средней скорости преодоления этих дистанций по отношению к максимальной зоне мощности длительность работы субмаксимальной мощности существенно возрастает. Последнее обстоятельство объясняет причины большой напряженности функционирования многих систем организма во время такой работы. В физиологическом смысле это объясняется следующим:

а) работа выполняется на пределе работоспособности ЦНС и двигательного аппарата;

б) работа осуществляется на предельно доступной скорости вработывания по показателям дыхательной и, особенно, сердечно-сосудистой систем;

в) работа протекает в условиях значительных сдвигов во внутренней среде организма ввиду максимальной мобилизации гликолитического механизма энергообеспечения, накопления молочной кислоты, снижения рН крови.

Кислородный запрос может достигать 25 л/мин. Максимальное рабочее потребление O_2 (до 5-5,5 л/мин) достигается лишь в конце работы в зоне 3-5-минутного интервала времени, в силу этого образуется суммарный кислородный долг до 19-25 л (предельных для человека величин), составляя 55-85% кислородного запроса. Все это обуславливает деятельность кислород-транспортной и утилизирующей систем (систем дыхания, крови, кровообращения, утилизации кислорода) на максимально доступном уровне. К концу работы легочная вентиляция возрастает до 120-140

л/мин, а частота сердечных сокращений (ЧСС), как правило, выходит на уровень 190-200 уд/мин.

Систолический объем крови у высокотренированных спортсменов увеличивается с 60-70 мл в покое до 150-210 мл на дистанции; при этом минутный объем крови достигает 30-40 л. Большая часть работы протекает в условиях, близких к анаэробным. Как следствие в крови накапливается значительное количество недоокисленных продуктов обмена веществ. Концентрация молочной кислоты возрастает в 15-20 раз от уровня покоя, достигая 200-280 мг на 100 мл крови, в результате чего щелочные резервы снижаются на 40-60%, а рН крови - до 7,0. Удельный расход энергии довольно высок (в пределах 1,5 ккал/с), а общий расход энергии достигает 450 ккал.

К основным механизмам утомления при работе субмаксимальной интенсивности можно отнести: лимит мощности тканевых буферных систем; угнетение деятельности нервных центров вследствие интенсивной афферентной импульсации с проприорецепторов скелетных мышц; сильное и длительное возбуждение двигательных нервных центров; недостаточное обеспечение мощи со стороны вегетативных систем; дефицит кислорода; накопление продуктов обмена веществ (молочной кислоты) и снижение сократительной способности мышц.

Все это целесообразно учитывать при решении вопроса начала специальной тренировки юных спортсменов в спортивных упражнениях субмаксимальной мощности.

Зона большой мощности

К циклической, динамической работе большой мощности, совершающейся в пределах от 3-5 до 30-40 мин, можно отнести следующие дистанции: легкоатлетический бег от 3 до 10 км включительно, греблю - от 1000 до 5000 м, бег на лыжах на 5-10 км, плавание на 800, 1500 м, бег на коньках на 5-10 км, велогонки от 10 до 20 км и т.п.

Осуществление указанных видов мышечной деятельности характеризуется большой интенсивностью деятельности двигательного аппарата в сочетании с предельно доступной функциональной активностью вегетативных систем организма на протяжении значительного периода времени. Убедительным свидетельством уровня напряженности деятельности организма в этих условиях может служить рабочее потребление кислорода, достигающее 5-5,5 л/мин (т.е. уровня максимального потребления). При этом важно отметить, что минутный кислородный запрос равен 6-7 л. Иначе говоря, даже предельного рабочего потребления кислорода часто оказывается недостаточно для удовлетворения кислородного запроса. Такое устойчивое рабочее потребление кислорода получило в физиологии спорта

название "ложное, или кажущееся, устойчивое состояние". Понятно, что высокое потребление кислорода может быть обеспечено весьма напряженной деятельностью всей системы кислородного транспорта. Поэтому ЧСС достигает предельных величин - 200 и более в 1 мин, ударный (систолический) объем крови возрастает до 180-200 мл, а минутный объем крови (МОК) соответственно увеличивается до 32-40 л/мин.

Высокой напряженностью характеризуется деятельность дыхательного аппарата. Например, минутный объем дыхания (МОД) во время работы поддерживается на уровне 120-140 л/мин. Наряду с увеличением объема и скорости кровотока в крови отмечается увеличение количества эритроцитов за счет выхода крови из депо. Суммарный кислородный долг (КД) достигает 12-20 л и более, а относительный кислородный долг составляет 50-20% от кислородного запроса. Содержание молочной кислоты в крови доходит до 100-200 мг% и более, то есть по сравнению с уровнем покоя возрастает в 10 и более раз, что сопровождается снижением щелочных резервов крови на 40-50%, а рН снижается до 7,2-7,0. Такого рода многообразные и существенные изменения гомеостаза нередко обуславливают возникновение по ходу работы своеобразных состояний, получивших название "мертвой точки" и "второго дыхания". Общий расход энергии в данной зоне мощности достигает 900 ккал, а удельный - 0,5-0,4 ккал/с. Восстановительные процессы достигают значительной длительности - до нескольких часов. К факторам, лимитирующим работоспособность и вызывающим утомление при работе большой мощности, можно отнести: предел функциональных возможностей сердечнососудистой системы и всей системы транспорта кислорода, длительно действующую гипоксию, перенапряжение нейроэндокринной системы регуляции физиологических функций, угнетающее действие метаболических сдвигов во внутренней среде организма на ЦНС.

Зона умеренной мощности

В данной зоне мощности совершаются такие виды мышечной деятельности спортивного характера, как марафонский бег, бег на сверхдлинные дистанции различной величины; многочасовые сверхдлинные заплывы, лыжные гонки более чем на 10 км; велотуры, гребной марафон и т.п., то есть спортивные упражнения циклического характера длительностью от 30-40 мин и более. Для работы, осуществляемой в зоне умеренной мощности, наиболее характерная особенность — почти полное равновесие между кислородным запросом и рабочим потреблением кислорода в течение всего времени работы. Такое рабочее состояние по потреблению кислорода было названо А. Хиллом "истинным устойчивым состоянием". Абсолютная величина КД при этом оказывается не более 4-5 л, то есть не

более 3-5% от суммарной величины кислородного запроса, что не служит фактором, лимитирующим работоспособность. И, тем не менее, на протяжении целого ряда часов поддерживается ЧСС на уровне 150-180 уд/мин, а при величине систолического объема в 120-150 мл МОК достигает 20-25 л и более.

Минутное потребление кислорода в этих условиях доходит до 3,0-4,0 л. Удельный расход энергии составляет около 0,3 ккал/с, а ее общий расход - до 10 000 ккал. Расход углеводов весьма велик, о чем свидетельствует снижение содержания сахара в крови со 100 мг% в покое до 40-50 мг% на финише марафонской дистанции. В силу этого обстоятельства в процессе работы, протекающей в зоне умеренной интенсивности, в качестве энергетического источника весьма активно используются жиры. Естественно, что в этих условиях восстановительный период весьма длительный - в большей части случаев продолжается не менее 2-3 суток, если судить об этом по восстановлению исходного уровня работоспособности, а не какого-либо отдельно взятого показателя, например ЧСС, легочной вентиляции, содержания гликогена в работавших мышцах и т.д.

К факторам, ограничивающим работоспособность и вызывающим утомление при работе умеренной мощности, относятся: ухудшение функциональной подвижности нервных центров; истощение функциональных резервов эндокринной системы; весьма значительное снижение энергетических ресурсов; обильное потоотделение, сопровождающееся потерей значительного количества хлоридов, нарушением количественного соотношения ионов

2.4. Физиологическая характеристика ациклической работы

Ациклические движения встречаются во многих видах спорта, например в гимнастике, спортивных играх, единоборствах и т.д. Для ациклических движений предлагается следующая классификация:



Рис. 1. Классификация ациклических движений

Ациклические движения представляют собой стереотипно следующие друг за другом фазы движения, имеющие четкое начало и завершение по типу: а-б-в-г-д-е. Эти движения не строятся на ритмическом рефлексе, подобно циклическим, хотя им может предшествовать циклическое (например, разбег перед прыжком). В этом случае для осуществления ациклического акта — прыжка необходимо подавить ритмический двигательный рефлекс.

Ациклические движения характеризуются максимальной силой и скоростью сокращения мышц, которые связаны друг с другом обратно пропорциональной зависимостью.

Закономерности связи силы и скорости в движении описываются уравнением II закона Ньютона: $F = m \cdot a$, где F - сила, m - масса, a - ускорение. Применительно к ациклическим движениям он будет звучать так: *"Проявляемая в ациклическом движении сила прямо пропорциональна произведению перемещаемой массы снаряда или тела на ускорение"*.

Собственно силовые и скоростно-силовые движения отличаются тем, что проявления максимальной силы зависят от двух причин (рис. 2).

I зона. Развиваемая сила растет за счет увеличения перемещаемой массы (то есть m - переменная величина вплоть до m_{\max}) при неизменном или близком к нулю ускорении; это - собственно силовые упражнения:

$$F_{\max} = m_{\max} \cdot a \text{ (подъем штанги).}$$

II зона. Развиваемая сила при движении увеличивается в основном за счет ускорения (то есть " a " - переменная величина, а " m " - постоянная); это скоростно-силовые движения, которые описываются уравнением:

$$F_{\max} = a_{\max} \cdot m \text{ (метания, прыжки).}$$

При скоростно-силовых движениях перемещаемая масса постоянна и относительно мала. Поэтому и проявление силы, и спортивный результат зависят от величины придаваемого снаряду ускорения.

III зона. Сила проявляется при малых отягощениях (бросание теннисного мяча, камня), а ускорение (" a ") - стремится к максимуму. Это — зона проявления максимальной скорости.

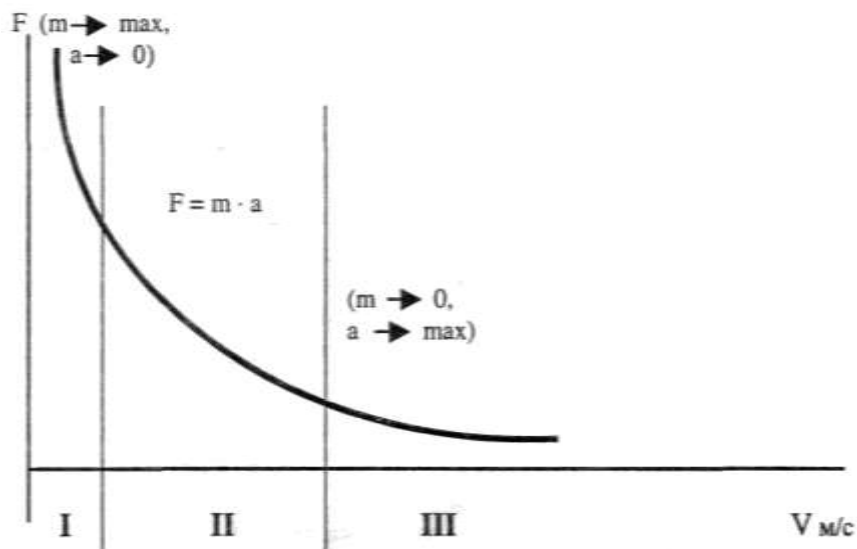


Рис. 2. Характеристика зависимости «Сила-Скорость».

- I – зона силовых упражнений,
- II – зона скоростно-силовых упражнений,
- III – зона максимальной скорости.

Характеристика силовой работы

В наиболее чистом виде силовая работа - подъем штанги. При силовой работе переменной величиной, определяющей максимум силы, является преодолеваемое сопротивление, например вес штанги. Величина развиваемой скорости сокращения меняется незначительно. Проявление силовых способностей в собственно силовых движениях обозначается как «медленная сила», в отличие от быстрой и взрывной силы в скоростно-силовых движениях.

При проявлении «медленной силы» ее величина примерно равна весу применяемого отягощения (при преодолевающей работе). В случае увеличения груза до уровня F_{max} величина проявляемой силы в преодолевающем режиме уже не увеличивается (рис.3).

В уступающих движениях мышца может развивать усилие больше F_{max} , проявляемой в преодолевающем режиме. Сила мышц не может достичь максимума одновременно: это достигается постепенно, в течение определенного времени ($t_{F_{max}}$). Для качественной характеристики силовых способностей (рис. 3) часто определяют время развития максимального усилия ($t_{0,5 F_{max}}$ - градиент силы).

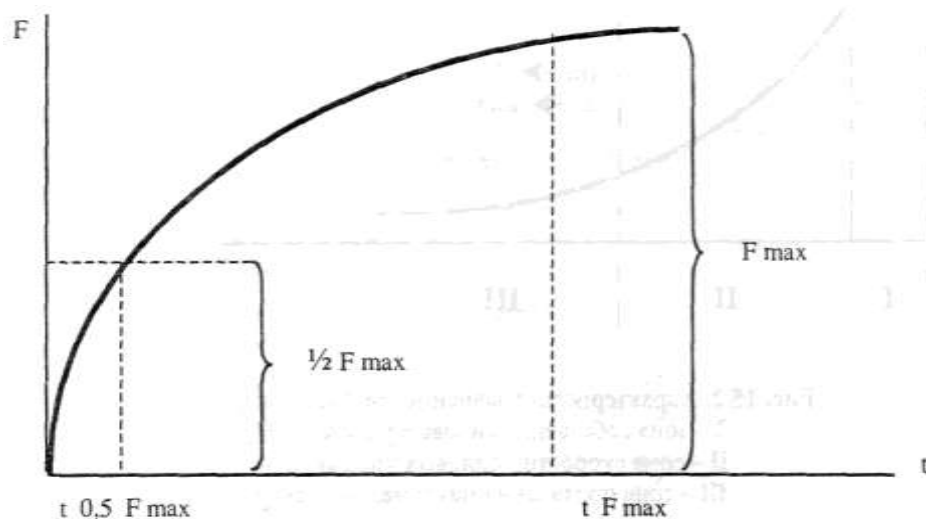


Рис. 3. Нарастание силы при максимальном усилии

Рассмотрим особенности механизма мышечного сокращения при проявлении медленной силы. Ими являются: синхронизация деятельности наибольшего количества активных мышечных волокон при наивысшей степени напряжения; максимальная эффекторная импульсация из двигательных центров; длительность мышечного напряжения больше, чем при других проявлениях динамической силы; наблюдается оптимальное напряжение мышц-антагонистов; способ энергообеспечения - за счет АТФ и КрФ.

Особенности реакции организма на силовую работу. *Энерготраты.* Подъем штанги весом 100 кг на 2 м за 2 с равен работе в 200 кгм/с; при этом потребляется 0,5 л кислорода. Кислородный запрос составляет 30 л/мин (т.е. соответствует работе максимальной мощности). Но ввиду небольшой продолжительности усилий рабочее потребление кислорода за 1 мин составляет 1,0-1,5 л.

При подъеме большого суммарного груза общие энерготраты могут быть весьма значительными (до 1500 ккал), а в среднем - 400-500 ккал. С увеличением веса спортсмена удельные энерготраты на 1 кгм работы увеличиваются (легчайший вес - 48 ккал, тяжелый - 85 ккал). Эта "излишняя" энергия расходуется на внутренние нужды организма, в частности, на противодействие силам гравитации.

Реакция функций дыхания и кровообращения. Во время силовых напряжений закономерная реакция дыхательной системы — задержка дыхания с явлениями натуживания. Это формирует приспособительные реакции отдельных органов, тканей и функций спортсмена. Натуживание - положительный фактор для проявлений силы: оно повышает силовые показа-

тели, но при этом происходит сдавливание полых вен и затрудняется доступ крови к сердцу, а следовательно, и к мозгу.

Таким образом, собственно силовые нагрузки оказывают специфическое влияние на кровообращение, создавая ему затрудненные условия ввиду значительного повышения внутригрудного и внутрибрюшного давления (до 150 мм рт. ст. и больше). Поэтому значительные силовые напряжения противопоказаны детям.

Уже перед подъемом тяжелых снарядов ЧСС увеличивается в среднем на 33% и более, а АД иногда - до 150 мм рт. ст. Во время силовой работы ЧСС может достигать 140-150 уд/мин. МОК возрастает почти в 2 раза, АД систолическое - до 180 мм рт. ст. и выше.

Явление натуживания сопровождается учащением пульса до 100-110 уд/мин, увеличением систолического и диастолического АД, уменьшением ударного объема сердца, снижением оксигенации крови.

При адаптации к силовым напряжениям негативные реакции (у тяжелоатлетов) сглаживаются или отсутствуют.

Характеристика скоростно-силовой работы

Наиболее типичными видами скоростно-силовой работы являются легкоатлетические прыжки и метания. Для скоростно-силовых движений характерна мобилизация максимума силы в очень короткое время (концентрация мышечной силы). Обычно эта сила проявляется в так называемой финальной части движения (финальное усилие) и получила название взрывной силы. При оценке уровня развития взрывной силы пользуются так называемым скоростно-силовым индексом J , или градиентом развития силы (рис.4).

$$J = \frac{F_{\max}}{t_{\max}}, \text{ где:}$$

F_{\max} - максимальное значение силы; t_{\max} - время достижения F_{\max} .

Таким образом, взрывная сила характеризуется достижением максимума силы в наименьшее время.

При проявлении взрывной силы скорость и сила не достигают максимальных значений. В зависимости от величины применяемого отягощения могут быть достигнуты различные величины максимальной динамической силы. Взрывная сила проявляется только при преодолевающем характере работы мышц. В общем виде зависимость силы от скорости укорочения и величины отягощения характеризуется следующими закономерностями: с ростом скорости величина проявляемой силы уменьшается, а об-

щее выделение энергии (работа + тепло) увеличивается; наивысшее значение мощности достигается при скоростях около 1/3 от максимальной; наивысший КПД достигается при скорости около 20% от максимальной; движения, встречающиеся в спортивной практике, относятся к разным точкам кривой сила-скорость.

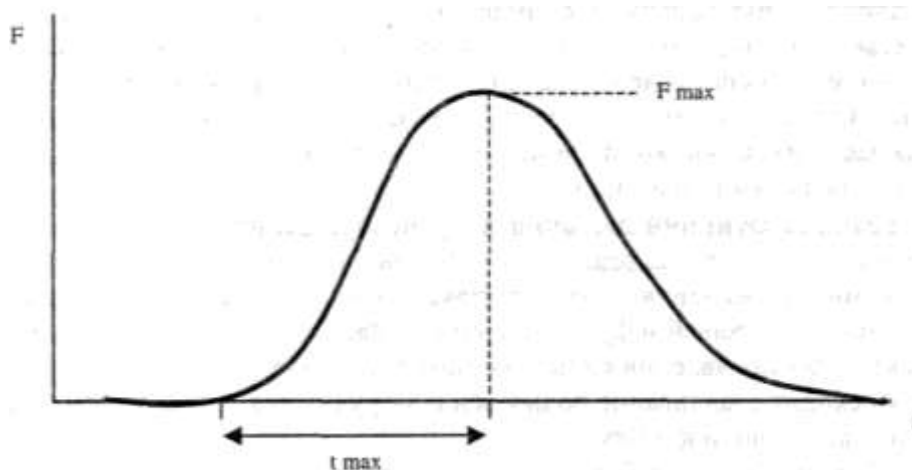


Рис. 4. Динамограмма отталкивания при прыжке вверх с места (пример проявления взрывной силы).

Скоростно-силовые упражнения требуют максимальной возбудимости ЦНС, подвижности нервных процессов и обеспечения высокой координации движений. Очень высоки требования к анализаторам, особенно к двигательному, вестибулярному, зрительному. По сложности координации движений ранжирование по возрастающей идет таким образом: прыжок вверх с места, с разбега, в высоту, с шестом. В метаниях это выглядит так: метание тяжелого мяча, ядра, диска, молота, копья.

В качестве особенности вегетативных реакций при скоростно-силовых упражнениях, особенно взрывного характера, следует отметить признаки, характерные для феномена статических усилий (феномен Линдгарда).

Статические усилия (СУ) достаточно часто встречаются в различных видах спорта. Им принадлежит важная роль в поддержании различных поз. Кроме того, как отдельные элементы СУ включаются в определенные моменты ациклических движений (тяжелая атлетика) и упражнений, оцениваемых качественно (в баллах), - гимнастика, акробатика, борьба и др.

Если организм не тренирован к статическим усилиям, то это может лимитировать работоспособность спортсмена, то есть адаптация к СУ служит проявлением общей тренированности. СУ поддерживаются за счет как *топических*, так и *тетанических* сокращений мышц.

СУ делятся на две группы: малые статические усилия (МСУ) и большие статические усилия (БСУ).

МСУ осуществляются за счет тонических сокращений. Они используются организмом для поддержания главным образом различных поз и положений тела (положение головы, поза сидя, стоя и др.).

Главная особенность МСУ - их небольшая утомляемость при осуществлении работы мышц. Она обусловлена посменной работой различных, преимущественно медленных (тонических) ДЕ, незначительной частотой им-пульсации из моторных центров (от 3 до 20 имп/с). Длительное поддержание сокращения осуществляется за счет аэробного характера обеспечения активности ДЕ.

При МСУ наблюдаются незначительные физиологические сдвиги, причем они тем меньше, чем выше адаптация организма к статическим напряжениям.

БСУ в спортивной практике встречаются в гимнастике (упоры, висы, углы и т.д.); в тяжелой атлетике (удержание снаряда, фиксация поз); в борьбе (положение "мост", захваты и др.) и в большей или меньшей степени - во всех ациклических видах, единоборствах и спортивных играх.

БСУ осуществляются за счет тетанического режима мышечных сокращений (при количестве импульсов от 30 до 60 имп/с и выше) и сопровождаются быстрым развитием утомления.

Утомление связано с необходимостью поддержания непрерывной высокочастотной импульсации из двигательных зон ЦНС, со значительным повышением внутримышечного давления, со сдавливанием кровеносных сосудов и накоплением в мышцах продуктов распада. Величина внешней работы при БСУ равна нулю. Однако статическую работоспособность принято определять как произведение величины напряжения мышц на время его удержания и выражать в кгс.

Статические напряжения по реакции вегетативных функций характеризуются рядом особенностей: небольшими энерготратами с кислородным запросом не больше 3-4 л/мин; задержками дыхания и явлениями натуживания, что повышает внутригрудное давление и ухудшает венозный приток к сердцу значительным повышением артериального давления.

Феномен Линдгарда (или феномен статических усилий) заключается в особом характере реакции вегетативных функций: сразу после окончания БСУ показатели дыхания и сердечно-сосудистой системы становятся выше, чем при работе (сравним: сразу после окончания динамической работы начинается быстрое снижение - восстановление - всех показателей; рис. 5). Особенно резко феномен Линдгарда выражен после мощных статических напряжений, причем больше - у лиц нетренированных.

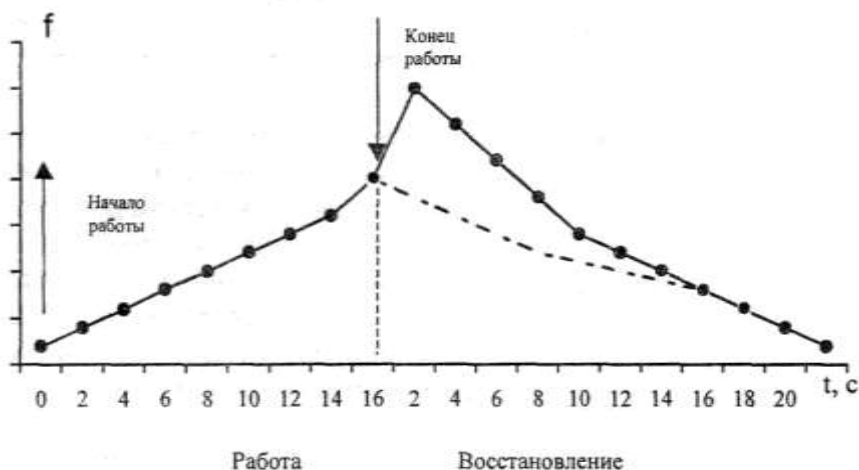


Рис.5. Феномен Линдгарда.

F – функциональные показатели, t - время работы.

Пунктирная линия – динамическая работа, сплошная линия – большие статические усилия.

Отмеченные изменения Линдгард (1920) объяснял механическим сдавливанием мышцами своих кровеносных сосудов, в результате чего продукты метаболизма (молочная кислота и др.) не попадают в кровь и не могут стимулировать дыхание и кровообращение во время работы.

ГЛАВА III. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Во время тренировочных занятий или соревнований в изменениях функционального состояния организма человека выделяют три периода: предстартовый, основной рабочий и восстановительный (рис. 6).

3.1. Предстартовый период

Предстартовое состояние.

За несколько минут или часов до начала соревнований возрастают ЧСС, систолический объем (СО) и минутный объем кровообращения (МОК), повышается АД, возрастают легочная вентиляция, энергозатраты, температура тела.

По своей природе предстартовые изменения функций являются условнорефлекторными реакциями. Они готовят организм к предстоящей работе и ускоряют процессы вработывания. Обусловлены эти изменения усилением деятельности симпато-адреналовой системы, о чем свидетель-

ствуется повышение концентрации норадреналина и адреналина в крови еще до начала работы.

В зависимости от характера изменений физиологических функций и эмоционального статуса спортсмена выделяют три вида предстартовых состояний:

- состояние готовности: характеризуется умеренным эмоциональным возбуждением и обеспечивает высокий спортивный результат;
- стартовой лихорадки. Для него характерно повышенное возбуждение ЦНС, под влиянием которого работоспособность может как увеличиваться, так и уменьшаться;
- стартовой апатии. Отличается преобладанием тормозных процессов, приводящих, как правило, к снижению спортивного результата.

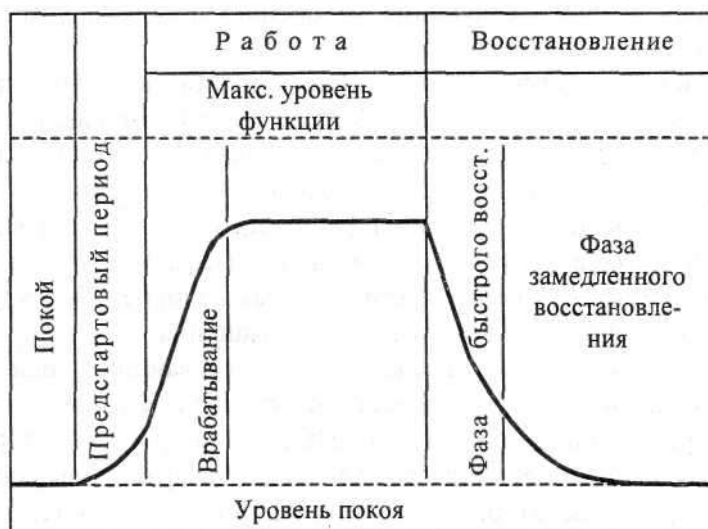


Рис. 6. Схема изменения физиологических функций перед началом, во время работы и после ритмической глобальной работы средней аэробной мощности.

Изменения состояния организма при разминке.

Разминка - комплекс общих и специальных упражнений, выполняемых перед тренировкой или соревнованием и способствующих ускорению процесса вработывания, повышению работоспособности.

Физиологические эффекты разминки разнообразны. Она повышает возбудимость и активность сенсорных, моторных и вегетативных центров, усиливает деятельность эндокринных желез, создавая тем самым условия для более эффективной регуляции вегетативных и моторных функций при последующей работе. Повышается температура тела, и особенно работающих мышц, благодаря чему увеличиваются активность ферментов и,

следовательно, скорость биохимических реакций в мышечных волокнах, возбудимость и лабильность мышц, повышается скорость их сокращения.

Разминка усиливает работу систем, обеспечивающих транспорт кислорода к работающим мышцам. Возрастают легочная вентиляция, скорость диффузии кислорода из альвеол в кровь, МОК, расширяются артериальные сосуды скелетных мышц, увеличивается венозный возврат, повышается (благодаря увеличению температуры тела) интенсивность диссоциации оксиге-моглобина в тканях.

Разминка бывает общей и специальной. Общая разминка состоит из упражнений, способных повысить возбудимость ЦНС, температуру тела, активизировать систему транспорта кислорода. Специальная часть разминки по своей структуре должна быть как можно ближе к характеру предстоящей деятельности.

3.2. Основной рабочий период.

Врабатывание.

Постепенное увеличение работоспособности человека в начале выполнения спортивных упражнений называется вработыванием. В это время происходит перестройка нейрогуморальных механизмов регуляции движений и вегетативных функций на новый, более напряженный, режим деятельности и улучшение координации движений.

Скорость усиления деятельности физиологических систем во время вработывания неодинакова. Двигательный аппарат, обладающий высокой возбудимостью и лабильностью, на новый рабочий уровень настраивается быстрее, чем вегетативные системы. Так, например, во время интенсивного бега максимальная скорость движения достигается к 5-6-й с. В то же время расширение артериальных сосудов мышц происходит за 60-90 с, а ЧСС, СО и МОК достигают максимальных величин только через 1,5-2 мин.

Даже при работе максимальной аэробной мощности требуемый уровень потребления кислорода достигается лишь через 2-3 мин.

В связи с тем что транспорт кислорода усиливается постепенно, в начале любой работы сокращение мышц осуществляется в основном в анаэробных условиях. Разница между потребностью организма в кислороде во время периода вработывания и его реальным поступлением называется кислородным дефицитом. При нетяжелых нагрузках дефицит кислорода покрывается еще во время самой работы. При выполнении субмаксимальных и максимальных физических упражнений возникающий дефицит кислорода ликвидируется после завершения работы, составляя часть общего кислородного долга.

Скорость изменения физиологических функций во время вработывания зависит от интенсивности (мощности) выполняемой работы. Чем

больше мощность, тем быстрее происходит усиление деятельности сердечнососудистой и дыхательной систем. При одинаковых по характеру и мощности упражнениях вработывание происходит тем быстрее, чем выше уровень тренированности человека.

Состояние физиологических функций при работе.

После окончания периода вработывания при длительной аэробной работе возникает устойчивое состояние - физиологические функции, обеспечивающие транспорт кислорода, меняются незначительно. При работе максимальной и субмаксимальной мощности период устойчивого состояния отсутствует, так как на всем ее протяжении происходит постепенное нарастание ЧСС, СО, МОК и, соответственно, потребления кислорода.

Различают истинное и ложное устойчивое состояние физиологических функций при работе. Истинное устойчивое состояние характеризуется высокой согласованностью работы двигательного аппарата и вегетативных систем, участвующих в ее обеспечении. Функции сердечнососудистой и дыхательной систем не достигают своих предельных величин. Ресинтез макроэргических фосфорных соединений происходит за счет аэробных окислительных реакций. Потребление кислорода, как правило, ниже максимально возможных для человека величин. Молочная кислота почти не накапливается в мышцах. Это обеспечивает сохранение кислотно-основного состояния в жидких средах организма.

При ложном устойчивом состоянии кислородный запрос выше и потребление кислорода либо близко к максимально возможной для него величине, либо даже равно ей. Несмотря на это потребность мышц в кислороде все же полностью не удовлетворяется. Постепенно в организме образуется и нарастает кислородный долг. С целью восполнения недостаточного поступления кислорода легочная вентиляция, ЧСС и МОК увеличиваются и достигают максимально возможных величин. Недостаток кислорода ведет к усилению доли анаэробных процессов в обеспечении мышц энергией. В результате этого в мышцах и в крови возрастает концентрация молочной кислоты. Происходит сдвиг рН крови в кислую сторону. Таким образом, при ложном устойчивом состоянии относительная стабильность физиологических функций на протяжении работы обусловлена несоответствием их уровней запросам организма для обеспечения работы требуемой мощности, а невозможностью их дальнейшего усиления.

3.3. Физиологические механизмы утомления

Утомление - особый вид функционального состояния человека, временно возникающий под влиянием продолжительной или интенсивной работы и приводящий к снижению ее эффективности. Утомление проявля-

ется в уменьшении силы и выносливости мышц, ухудшении координации движений, в возрастании затрат энергии при выполнении одной и той же внешней работы, в замедлении реакций и скорости переработки информации, ухудшении памяти, затруднении процесса сосредоточения и переключения внимания и других явлениях.

Локализация и механизмы развития утомления

До настоящего времени нет полной ясности о *локализации утомления*, т.е. о тех конкретных морфологических структурах и физиологических системах, функциональные изменения в которых определяют развитие состояния утомления, а также о *механизмах утомления*, т.е. о тех конкретных изменениях в деятельности ведущих функциональных систем, которые в конечном итоге обуславливают развитие утомления и снижение работоспособности. Необходимо всегда помнить, что утомление - это очень сложное явление, вызываемое изменениями в различных системах.

Первым признаком возникновения утомления при физической работе является нарушение автоматизма рабочих движений, вторым - нарушение координации движений, третьим - увеличение напряжения вегетативных функций при одновременном снижении эффективности работы.

Значение регулирующих систем в развитии утомления.

При выполнении любой работы происходят функциональные изменения в состоянии нервных центров, управляющих деятельностью мышц и регулирующих их вегетативное обеспечение. Чем интенсивнее работа, тем эти изменения более выражены. Наиболее подвержены утомлению нейроны двигательной зоны коры. Считают, что снижение активности нейронов высших моторных центров происходит вследствие возникновения охранительного торможения (И.П. Павлов), развивающегося в связи с необходимостью активировать высокочастотными импульсами максимально возможное число спинальных мотонейронов сокращающихся мышц, а также в результате интенсивной обратной проприорецептивной импульсации от рецепторов работающих мышц, суставов и связок, достигающей нейронов коры головного мозга.

При выполнении физических упражнений большой длительности причиной утомления являются изменения в деятельности *вегетативной нервной и эндокринной систем*. Эти изменения приводят к нарушению регуляции вегетативных функций и энергетического обеспечения работающих мышц. Наиболее важное следствие нарушений регуляции физиологических функций при работе - снижение доставки кислорода к работающим мышцам и ухудшение эффективности энергообмена.

Значение исполнительного звена нервно-мышечного аппарата в развитии утомления.

Причинами развития утомления помимо изменений в центральной нервной системе могут служить процессы, происходящие в области нервно-мышечного синапса, в зоне активации потенциалом действия сократительных элементов мышечного волокна (возможно, вследствие нарушения процессов освобождения ионов кальция из саркоплазматического ретикулума), или в самих сократительных процессах.

Изменения в нервно-мышечном синапсе. При длительной и высокочастотной импульсации мотонейронов содержание ацетилхолина в концевых веточках двигательного аксона постепенно уменьшается. Чем выше частота импульсации мотонейрона, тем больше вероятность отставания скорости ресинтеза ацетилхолина от скорости его расходования. В этой ситуации не каждый импульс может передаваться с нерва на мышечное волокно. Следовательно, снижение сократительной активности мышцы (развивающееся утомление) может быть следствием *пресинаптического нервно-мышечного* блока проведения возбуждающих импульсов с аксона на мембрану мышечного волокна.

При длительной высокочастотной импульсации мотонейрона в синаптической щели может накапливаться избыточное количество ацетилхолина, так как из-за большого его количества он не успевает разрушаться ацетилхолинэстеразой. В этом случае способность постсинаптической мембраны генерировать потенциал действия значительно снижается. Возникает частичный или полный *постсинаптический нервно-мышечный блок*. Следствием этого типа блокады передачи возбуждения на мышечные волокна также является снижение их сократительной активности, т.е. развитие утомления.

Изменения в процессах электромеханического сопряжения мышечных волокон. Под влиянием потенциалов действия из саркоплазматического ретикулума освобождаются ионы кальция. Кальций связывается с тро-понином. Начинается процесс сокращения. Все эти изменения объединяются понятием "*электромеханическое сопряжение*". В настоящее время показано, что в процессе утомления происходит накопление и задержка ионов кальция в поперечных трубочках. Это приводит к тому, что меньшее количество кальция будет освобождаться из саркоплазматического ретикулума для запуска процесса сокращения. В этих случаях утомление будет вызываться недостаточностью кальциевых механизмов, необходимых для развития сокращения. Снижение рН, уменьшение содержания креатинфосфата и гликогена, увеличение температуры и другие факторы увеличивают задержку ионов кальция в поперечных трубочках, усиливая тем самым скорость развития утомления.

Изменения в мышцах, вызывающие развитие утомления. Существенную роль в развитии утомления и снижении сократительной способно-

сти мышц играют процессы, происходящие в них самих. Существует по крайней мере три фактора, связанных с энергетикой сокращения и способных приводить к утомлению: 1) *истощение* энергетических ресурсов; 2) *накопление* в мышце продуктов метаболизма; 3) *дефицит кислорода* в работающей мышце. Значение и доля каждого из этих трех механизмов в развитии утомления неодинаковы при выполнении различных упражнений.

Истощение энергетических ресурсов. Реальное значение в развитии утомления может иметь *истощение внутримышечных запасов фосфагенов и углеводных ресурсов* (гликогена в работающих мышцах и печени). *Снижение запасов фосфагенов* играет наиболее важную роль, в утомлении при выполнении физических упражнений с предельной длительностью работы от 10 с до 2-3 мин. При упражнениях, длящихся менее 10 с, запасы АТФ и КрФ уменьшаются лишь на 20-50%. Запасы мышечного гликогена за столь короткое время практически не меняются. Следовательно, при столь короткой работе истощение запасов фосфагенов и углеводных ресурсов не может быть ведущей причиной утомления.

При работах, длящихся от 10 с до 2-3 мин, запасы АТФ в мышце падают на 30-40%, а креатинфосфата - на 90%. Содержание гликогена уменьшается лишь на 5-15%. Таким образом, при работе длительностью от 20 с до 1-3 мин истощение внутримышечных запасов фосфагенов является одной из важных причин развивающегося утомления. Чем ниже мощность работы (чем больше ее предельная длительность), тем меньше снижаются запасы фосфагенов в активных мышцах. При длительных аэробных нагрузках уменьшение запасов внутримышечных фосфагенов столь незначительно, что не играет заметной роли в развитии мышечного утомления.

Истощение углеводных ресурсов (гликогена в работающих мышцах) при некоторых упражнениях играет существенную роль в развитии утомления. При работе предельной длительности (до 15 мин) содержание гликогена в мышцах снижается на 10-40%. Во время работы продолжительностью 60-90 мин гликоген расходуется почти полностью. Следовательно, истощение мышечного гликогена в этих случаях будет ведущим механизмом в развитии утомления.

При выполнении аэробных упражнений средней и малой мощности наряду с углеводами значительную роль в энергообеспечении работающих мышц играют жиры. Поэтому в конце такой работы гликоген в мышцах не расходуется полностью. Следовательно, истощение его запасов нельзя рассматривать в качестве основной причины утомления. Однако при длительных (более 2 ч) аэробных упражнениях возрастает использование мышечными клетками глюкозы крови, поступающей из печени в резуль-

тате распада содержащегося в ней гликогена. По мере истощения запасов гликогена в печени происходит уменьшение содержания глюкозы в крови, которая является единственным энергетическим источником для клеток нервной системы. При заметном снижении концентрации глюкозы в крови наступают нарушения в деятельности различных отделов ЦНС, которые вторично усугубляют развитие утомления.

Накопление в мышцах продуктов метаболизма. При выполнении упражнений субмаксимальной мощности, т.е. при предельной длительности работы от 20 с до 2-3 мин ведущую роль в энергообеспечении работающих мышц играет анаэробный гликолиз. В этих условиях концентрация молочной кислоты в крови может возрасти в 10-20 и больше раз, а в самих работающих мышцах даже в сотни раз. С накоплением молочной кислоты в мышечных клетках повышается концентрация водородных ионов и снижается рН. При значительном снижении рН происходит снижение скорости связывания ионов кальция с тропонином, благодаря этому уменьшается скорость образования актин-миозиновых мостиков и, следовательно, снижается сократительная функция мышц. Кроме того, ключевые ферменты гликолиза, такие, как фосфоорилаза и фосфофруктокиназа, снижают свою активность при увеличении кислотности. Это приводит к уменьшению скорости гликолиза, а значит, и скорости энергопродукции, необходимой для поддержания требуемой мощности работы.

Показано также, что искусственное увеличение кислотности крови путем приема до работы капсул с хлоридом аммония заметно уменьшает продолжительность работы. И наоборот, введение бикарбоната натрия, приводящее к снижению кислотности, сопровождается увеличением работоспособности. Итак, можно считать, что накопление молочной кислоты при упражнениях длительностью от 20 с до 3 мин - существенная причина развития мышечного утомления.

Недостаточное поступление к мышце кислорода. Снижение доставки кислорода к работающим мышечным волокнам также является одной из причин утомления. Уменьшение напряжения кислорода внутри клетки возникает при его недостаточном поступлении либо вследствие пониженного напряжения кислорода в крови, связанного с его низким парциальным давлением во вдыхаемом воздухе (работы в условиях средне- и высокогорья), либо из-за ограничения притока нормально оксигенизированной крови к активным мышцам. Причинами недостаточного кровоснабжения мышц являются сравнительно медленное раскрытие внутримышечных сосудов в начале работы (60-90 с) и периодическое или постоянное сжатие сосудов во время динамической или статической работы.

При циклических упражнениях степень ограничения кровотока и, следовательно, выраженность внутриклеточной гипоксии зависит от ин-

тенсивности сокращений, определяющей суммарную продолжительность всех фаз сокращения (сосуды зажаты), а также от объема активной мышечной массы, влияющего на величину доли МОК, направляемой к каждой из работающих мышц.

При изометрических упражнениях с силой сокращения больше 40-50% от МПС внутримышечные сосуды практически полностью зажаты. Кровоток через них почти равен нулю. В этих условиях мышцы работают в ишемических условиях со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Итак, при циклических упражнениях максимальной и субмаксимальной мощности, а также при статической работе с усилиями больше 40-50% от МПС доставка кислорода к активным мышечным волокнам значительно отстает от нужд метаболизма. В результате такой местной гипоксии развивается утомление. Причинами, приводящими к снижению работоспособности, при этом являются: 1) дефицит кислорода, увеличивающий долю продукции энергии за счет анаэробных процессов; 2) уменьшение скорости вымывания из мышц молочной кислоты и других продуктов метаболизма вследствие снижения в них кровотока.

Помимо рассмотренных механизмов, играющих роль в развитии периферического (мышечного) утомления, необходимо учитывать, что *скорость развития утомления зависит от композиции мышц*. Показано, что быстрые двигательные единицы по сравнению с медленными подвержены утомлению в большей степени. Лица с высоким процентным содержанием медленных волокон не только обладают большей аэробной выносливостью, но и способны более длительное время воспроизводить максимальные усилия после коротких периодов отдыха по сравнению с людьми, мышцы которых содержат больший процент быстрых волокон.

Важное значение в развитии утомления имеет *температура работающих мышц*. Эффекты воздействия повышенной температуры существенно различаются в зависимости от вида работы. Так, в частности, повышение температуры ядра тела увеличивает время (при одинаковой мощности) короткой, интенсивной работы на тредбане или велоэргометре. Причинами этого являются усиление кровоснабжения активных мышц и повышение активности ферментов энергетического метаболизма.

И наоборот, увеличение температуры тела при длительно выполняемой работе ускоряет развитие утомления и снижает работоспособность человека. Причиной этого является то, что с увеличением температуры тела выше 38-39°C избыток тепла должен поступать к коже и отдаваться в окружающую среду. Носитель тепла в данном случае - кровь. Чем выше поднимается температура тела, тем большее количество кожных сосудов расширяется и тем, следовательно, большее количество крови кожа отбирает у работающих мышц. Поскольку значительная часть крови перерас-

пределяется в сосуды кожи, работающие мышцы недополучают необходимое для их аэробного энергетического метаболизма количество кислорода. В результате этого для восполнения запасов АТФ в процессе анаэробного гликолиза образуется больше молочной кислоты.

Таким образом, при значительном повышении температуры тела уменьшение кровоснабжения работающих мышц и увеличение продукции молочной кислоты являются одними из основных причин, ускоряющих развитие утомления при длительной аэробной работе.

Основные физиологические факторы и механизмы, определяющие скорость развития утомления и работоспособность при упражнениях различной предельной длительности

При выполнении циклических упражнений требуемая мощность работы - основной фактор, определяющий характер и последовательность включения различных энергетических процессов, скорость развертывания и размеры включения вегетативных функций, обеспечивающих работу, скорость расходования и время истощения энергетических субстратов. Рассмотрим конкретные механизмы, определяющие работоспособность спортсмена в зависимости от предельного времени работы.

Упражнения, предельная длительность которых менее 10 с.

Энергообеспечение работающих мышц при максимальной анаэробной мощности упражнений осуществляется исключительно анаэробным путем, главным образом за счет фосфагенной (АТФ+КрФ) энергетической системы. При столь высокой скорости энергозатрат и коротком времени работы АТФ не успевает ресинтезироваться аэробным путем. За такое короткое время ни одна из вегетативных функций (дыхание, кровообращение и др.) не успевает достигнуть возможного максимума, чтобы обеспечить требуемую скорость доставки кислорода к работающим мышцам.

При таких упражнениях ЧСС возрастает до 80-90% от максимальной, легочная вентиляция составляет 20-30% от максимальной, запасы АТФ и КрФ снижаются на 20-50%, гликоген тратится в незначительном количестве, концентрация лактата в крови достигает 5-8 ммоль/л и то лишь после окончания работы.

Основными физиологическими факторами и механизмами, определяющими предельное время работы в этих упражнениях, являются: способность ЦНС осуществлять эффективную стимуляцию мышц, скоростно-силовые качества нервно-мышечного аппарата, емкость и мощность фосфагенной энергетической системы.

Упражнения, предельная длительность которых находится в диапазоне 10 с - 2-3 мин.

При упражнениях субмаксимальной анаэробной мощности запасы КрФ уменьшаются более чем на 90%, а АТФ - на 30-40%. В результате интенсивного анаэробного гликолиза концентрация молочной кислоты в крови может достигать 20-25 ммоль/л, рН крови снижается до 7,0. При продолжительности упражнений, равной 2-3 мин, показатели деятельности кислородтранспортной системы (ЧСС, МОК, легочная вентиляция, скорость потребления кислорода) достигают величин либо близких к максимальным для данного человека, либо максимальных.

Основными физиологическими факторами и механизмами, определяющими предельное время работы при этих упражнениях, являются; снижение запасов КрФ, накопление молочной кислоты, емкость и мощность гликолитической энергетической системы работающих мышц, состояние ЦНС и функциональные свойства нервно-мышечного аппарата.

Упражнения, предельная длительность которых находится в диапазоне 3-15 мин.

Предельная длительность упражнений большой мощности (или максимальной аэробной мощности) не лимитируется уменьшением запасов АТФ, КрФ или гликогена, так как содержание КрФ уменьшается примерно до одинаковых величин после упражнений, длящихся 3-5 мин и 10-15 мин, а запасы гликогена снижаются лишь на 20-30%. В случаях, когда продолжительность работы достигает 2-3 мин и более, ЧСС, СО, МОК, ЛВ, УОг достигают максимальных для данного спортсмена величин. Концентрация лактата в крови возрастает до 10-25 ммоль/л. Причем, чем больше длительность работы в рассматриваемом диапазоне (3-15 мин), тем меньше концентрация лактата в крови.

Основными физиологическими факторами и механизмами, определяющими предельное время работы при этих упражнениях, являются: функциональные возможности кислородтранспортной системы (в первую очередь состояние сердечно-сосудистой системы и системы крови), возможности мышечных волокон утилизировать кислород, содержание гликогена в мышцах и мощность гликолитической энергетической системы работающих мышц, степень накопления молочной кислоты в сокращающихся мышцах.

Упражнения, предельная длительность которых находится в диапазоне 15-60 мин.

При упражнениях такой длительности дистанционное потребление кислорода составляет 80-90% от МПК. Около 90% всей энергии образуется аэробным путем. Окислительному расщеплению в большей степени подвергаются углеводы, а не жиры. ЧСС на протяжении работы составляет 80-90% от максимальной, а легочная вентиляция - 70-80% от макси-

мальной. Концентрация молочной кислоты возрастает весьма значительно (в среднем на уровне порога анаэробного обмена).

Основными физиологическими факторами и механизмами, определяющими предельное время работы при этих упражнениях, являются: возможности кардиореспираторной системы, процент содержания в мышцах медленных волокон, плотность капилляризации мышцы и активность окислительных ферментов, содержание гликогена в мышечных волокнах, степень повышения температуры тела и дегидратации во время работы.

Упражнения, предельная длительность которых находится в диапазоне 60-240 мин.

Дистанционное потребление кислорода при такой работе колеблется (в зависимости от ее предельной длительности) от 55 до 80% от индивидуального МПК. ЧСС и ЛВ также далеки от максимальных возможностей и составляют от них лишь 60-80%. Основными энергетическими субстратами служат жиры и в меньшей степени - углеводы. Почти всей энергией работающие мышцы обеспечиваются за счет аэробных процессов.

Основными физиологическими факторами и механизмами, определяющими предельное время работы при этих упражнениях, являются: возможности кардиореспираторной системы, процент содержания в мышцах медленных волокон, плотность капилляризации мышцы и активность окислительных ферментов, содержание гликогена в мышечных волокнах, степень повышения температуры тела и дегидратации во время работы.

Упражнения, длительность которых превышает 240 мин.

В упражнениях малой мощности (трудовая и бытовая деятельность, массовая физическая культура, турпоходы и т.д.) потребление кислорода составляет обычно менее 50% от МПК. Показатели деятельности кардиореспираторной системы также не превышают 40-50% от индивидуальных предельных величин. Мышцы обеспечиваются энергией за счет окисления главным образом жиров и в меньшей степени - углеводов.

Основными физиологическими факторами и механизмами, определяющими развитие утомления при работе, продолжающейся более 4 ч, являются: истощение запасов гликогена в мышцах и печени, снижение концентрации глюкозы в крови (может наступать уже после 2 ч работы) и уменьшение, таким образом, ее доставки к клеткам нервной системы, ухудшение эффективности терморегуляции, нарушение водно-солевого баланса.

Скрытое утомление и переутомление

В последние десятилетия выдвинуто представление о предутомлении или скрытом утомлении, под которым понимается наличие при работе существенных функциональных изменений со стороны некоторых органов и систем, но компенсированных другими функциями,

вследствие чего работоспособность человека сохраняется на прежнем уровне. Такая трактовка начальных явлений утомления вполне оправдана. Действительно при выполнении некоторых циклических упражнений (легкая атлетика, бег на коньках и лыжах, велогонки, плавание) при неизменной скорости движения отмечается учащение темпа и уменьшение длины шага (гребка). Снижение же скорости передвижения начинается лишь тогда, когда учащение темпа уже не компенсирует уменьшение шага или когда темп также начинает урежаться. При этом важно подчеркнуть, что учащение темпа и уменьшение шага возникают задолго до того времени, когда для спортсмена становится невозможным сохранять исходные величины этих показателей. Следовательно, такое рано возникающее изменение координации движений носит профилактический характер, направлено на предупреждение или задержку развития утомления и свидетельствует о совершенстве регуляции различных органов и систем.

Таким образом, развитие скрытого утомления обусловлено изменениями координации двигательных и вегетативных функций без снижения эффективности работы. В физиологическом механизме возникновения этой стадии утомления важная роль принадлежит условным рефлексам и развитию экстраполяции. Благодаря им хорошо тренированный человек значительно лучше использует функциональные резервы организма для смены форм координации двигательных и вегетативных функций с целью предотвращения или отсрочки развития утомления.

Иногда скрытую стадию утомления называют еще компенсированной, а при существенно выраженных признаках утомления - декомпенсированной формой. Такая классификация утомления, на наш взгляд, является неудачной как по форме, так и по содержанию. Утомление - это нормальная реакция организма на работу. Компенсация и особенно декомпенсация функций - это совокупность реакций организма на патологические процессы, на повреждения в органах и системах. Соединение нормального функционального состояния организма с патологическими его проявлениями некорректно и теряет всякий физиологический смысл как в теоретическом плане, так и особенно при разработке практических мероприятий по предупреждению развития утомления. Поэтому наиболее целесообразно выделять просто утомление (без каких-либо определений) как нормальное функциональное состояние организма во время работы, признаки которого полностью исчезают после обычного (регламентированного) отдыха. При длительной или интенсивной работе, нарушении режимов труда и отдыха симптомы утомления кумулируются и оно может переходить в хрони-

ческое утомление и переутомление.

Хроническое утомление- это пограничное функциональное состояние организма, которое характеризуется сохранением к началу очередного трудового цикла субъективных и объективных признаков утомления от предыдущей работы, для ликвидации которых необходим дополнительный отдых. Хроническое утомление возникает во время длительной работы при нарушении режимов труда и отдыха. Основными субъективными признаками его являются ощущение усталости перед началом работы, быстрая утомляемость, раздражительность, неустойчивое настроение; объективно при этом отмечается выраженное изменение функций организма, значительное снижение спортивных результатов и появление ошибочных действий.

При хроническом утомлении необходимый уровень спортивной работоспособности может поддерживаться лишь кратковременно за счет повышения биологической цены и быстрого расходования функциональных резервов организма. Для ликвидации неблагоприятных изменений функций организма и сохранения спортивной работоспособности необходимо устранить нарушения режимов тренировок и отдыха и предоставить спортсменам дополнительный отдых. При несоблюдении этих мероприятий хроническое утомление может перейти в переутомление.

Переутомление - это патологическое состояние организма, которое характеризуется постоянным ощущением усталости, вялостью, нарушением сна и аппетита, болями в области сердца и других частях тела. Для ликвидации этих симптомов дополнительного отдыха недостаточно, а требуется специальное лечение. Наряду с перечисленными, объективными признаками переутомления являются резкие изменения функций организма, часть которых выходит за пределы нормальных колебаний, потливость, одышка, снижение массы тела, расстройства внимания и памяти, атипичные реакции на функциональные пробы, которые часто не доводятся до конца.

Главным объективным критерием переутомления является резкое снижение спортивных результатов и появление грубых ошибок при выполнении специальных физических упражнений. Спортсмены с признаками переутомления должны быть отстранены от тренировок и соревнований и подвергнуты медицинской коррекции.

Перетренированность

Систематическое выполнение интенсивных нагрузок на фоне значительного недовосстановления организма приводит к развитию у спортсменов состояния перетренированности. Напряженная двигательная деятельность в этом случае превышает функциональные возможно-

сти организма.

Перетренированность - это патологическое состояние организма спортсмена, вызванное прогрессирующим развитием переутомления вследствие недостаточного отдыха между тренировочными нагрузками. Это состояние тождественно по генезу невротическим расстройствам, развивающимся в результате нарушений высшей нервной деятельности. Главная причина перетренированности - это недостаточный отдых между нагрузками.

Это состояние характеризуется стойкими нарушениями двигательных и вегетативных функций, плохим самочувствием, падением работоспособности. Комплексные обследования спортсменов выявили преобладание тонуса симпатической нервной системы (повышенная ортостати-ческая проба), неустойчивость психоэмоционального состояния, которое отражается в большом числе жалоб (до 80% случаев), повышенной мнительности, слезливости, симптомах раздражительной слабости, нарушениях сердечно-сосудистой деятельности. У некоторых лиц возникают явления депрессии, вялости, отсутствие интереса к тренировкам, спортсменов "спит на дистанции".

По данным корректурного теста, отмечено снижение умственной работоспособности: преобладает оценка низкая и ниже средней (60% случаев) и совершенно не наблюдается оценок высоких и выше средних.

В развитии перетренированности выделяют 3 стадии.

- Первая стадия характеризуется прекращением роста спортивных результатов или их незначительным снижением, плохим самочувствием, снижением адаптивности реакций организма на нагрузку.

- Вторая стадия связана с прогрессирующим снижением спортивных результатов, затруднением процессов восстановления и дальнейшим ухудшением самочувствия.

- Третья стадия выявляется стойким нарушением функций сердечно-сосудистой, дыхательной и двигательной систем, резким снижением спортивной работоспособности, особенно выносливости, тяжелым самочувствием, постоянными нарушениями сна, отсутствием аппетита, потерей веса спортсмена.

Профилактика состояния перетренированности заключается в соблюдении режима тренировок и отдыха, адекватного функциональным возможностям организма спортсмена.

Восстановление нарушенной работоспособности требует (в зависимости от тяжести состояния перетренированности) либо снижения физических нагрузок, либо полного их прекращения. Спортсмену необходим активный отдых или полный отдых на протяжении 1-2 недель

или 1 месяца. Рекомендуется применение различных реабилитационных средств - витаминов, биологически активных веществ, массажа, физиотерапии и др.

Перенапряжение.

Перенапряжение- это резкое снижение функционального состояния организма, вызванное нарушением процессов нервной и гуморальной регуляции различных функций, обменных процессов и гомеостаза. Оно вызывается несоответствием между потребностями организма в энергоресурсах при физической нагрузке и функциональными возможностями их удовлетворения. В развитии этого состояния велика роль гормональной недостаточности - в особенности истощение при работе резервов адренкортикотропного гормона гипофиза.

При развитии перенапряжения нарушается баланс ионов натрия и калия, что вызывает отклонения в нормальном течении процессов возбуждения в нервной и мышечной системах. Эти изменения приводят, в частности, к очаговым и диффузным поражениям сердечной мышцы. При изменении ее состояния возможны даже разрывы мышечных волокон миокарда непосредственно в процессе прохождения дистанции спортсменом.

Главной причиной перенапряжения является чрезмерные и форсированные физические нагрузки.

Выделяют острое и хроническое перенапряжение.

Острое перенапряжение сопровождается резкой слабостью, головокружением, тошнотой, одышкой, сердцебиениями, падением артериального давления. Оно может в наиболее тяжелых случаях вызывать печеночные боли в правом подреберье, острую сердечную недостаточность, обморочное состояние, даже летальный исход.

Хроническое перенапряжение отмечается при многократных применениях тренировочных нагрузок, несоответствующих функциональным возможностям организма спортсмена. Оно проявляется в повышенной усталости, нарушениях сна и аппетита, колющих болях в области сердца, стойких повышениях или понижениях артериального давления. Работоспособность спортсмена резко падает.

Сокращение или полное прекращение физических нагрузок способствует восстановлению организма. Используют также лекарственные средства лечения сердечно-сосудистых расстройств. При этом необходимо уделять повышенное внимание сбалансированному питанию и дополнительному приему витаминов.

3.4. Период восстановления

После окончания физической работы деятельность физиологических систем, обеспечивающих возможность ее выполнения, постепенно уменьшается и достигает дорабочего уровня. Этот процесс называется восстановлением, на протяжении него количественные показатели работы систем кровообращения и дыхания возвращаются к исходным параметрам, удаляются продукты метаболизма, восполняются энергетические субстраты, пластические вещества (белки и др.), ферменты. В этот период происходят также процессы, обеспечивающие повышение работоспособности организма, то есть имеет место явление *суперкомпенсации*.

Восстановление кислородного запаса организма, фосфагенов, углеводов отражается в повышенном по сравнению с дорабочим уровнем потреблении кислорода - *кислородном долге*. Процесс отдачи кислородного долга состоит в избыточном расходовании кислорода сверх уровня покоя за время периода восстановления. Дополнительно потребляемый кислород обеспечивает организм энергией, необходимой для осуществления всех восстановительных процессов. Скорость потребления кислорода на протяжении первых 2-3 мин после работы снижается очень быстро. Это - *алактатный компонент кислородного долга*, связанный с использованием кислорода на быстрое восстановление израсходованных при работе фосфагенов мышц, пониженного содержания кислорода в венозной крови, с насыщением миоглобина кислородом. Последующее замедленное восстановление скорости потребления кислорода организмом человека на протяжении 30-60 мин - *медленный (лактатный) компонент кислородного долга* - связано в основном со сравнительно медленным устранением из крови и межтканевой жидкости лактата, накопившегося там во время тяжелой мышечной работы.

Процессы восстановления различных функций в организме могут быть разделены на три отдельных периода. *К первому (рабочему) периоду* относят те восстановительные реакции, которые осуществляются уже в процессе самой мышечной работы (восстановление АТФ, креатинфосфата, переход гликогена в глюкозу и ресинтез глюкозы из продуктов ее распада - глюконеогенез). Рабочее восстановление поддерживает нормальное функциональное состояние организма и допустимые параметры основных гомеостатических констант в процессе выполнения мышечной нагрузки.

Рабочее восстановление имеет различный генез в зависимости от напряженности мышечной работы. При выполнении умеренной нагрузки поступление кислорода к работающим мышцам и органам покрывает кислородный запрос организма и ресинтез АТФ осуществляется аэробным путем. Восстановление в этих случаях протекает при оптимальном уровне окислительно-восстановительных процессов. Такие условия на-

блюдаются при малоинтенсивных тренировочных нагрузках, а также на отдельных участках бега на длинные дистанции, который характеризуется истинным устойчивым состоянием. Однако при ускорении, а также в состоянии "мертвой точки" аэробный ресинтез дополняется анаэробным обменом.

Смешанный характер ресинтеза АТФ и креатинфосфата по ходу работы свойствен упражнениям, лежащим в зоне большой мощности. При выполнении работы максимальной и субмаксимальной мощности возникает резкое несоответствие между возможностями рабочего восстановления и скоростью ресинтеза фосфагенов. Это одна из причин быстрого развития утомления при этих видах нагрузок.

Второй (ранний) период восстановления наблюдается непосредственно после окончания работы легкой и средней тяжести в течение нескольких десятков минут и характеризуется восстановлением ряда уже названных показателей, а также нормализацией кислородной задолженности, гликогена, некоторых физиологических, биохимических и психофизиологических констант.

Раннее восстановление лимитируется главным образом временем погашения кислородного долга. Погашение алактатной части кислородного происходит довольно быстро, в течение нескольких минут, и связано с ресинтезом АТФ и креатинфосфата.

Погашение лактатной части кислородного долга обусловлено скоростью окисления молочной кислоты, уровень которой при длительной и тяжелой работе увеличивается в 20-25 раз по сравнению с исходным, а ликвидация этой части долга происходит в течение 1.5-2 часов.

Третий (поздний) период восстановления отмечается после длительной напряженной работы (бег на марафонские дистанции, многокилометровые лыжные и велосипедные гонки) и затягивается на несколько часов и даже суток. В это время нормализуется большинство физиологических и биохимических показателей организма, удаляются продукты обмена веществ, восстанавливается водно-солевой баланс, гормоны и ферменты. Эти процессы ускоряются правильным режимом тренировок и отдыха, рациональным питанием, применением комплекса медико-биологических, педагогических и психологических реабилитационных средств.

Как и любой процесс, происходящий в организме, восстановление регулируется двумя основными механизмами - нервным (за счет условных и безусловных рефлексов) и гуморальным.

Нервный механизм регуляции, как более быстрый, прежде всего направляет и осуществляет восстановление в период самой деятельности и в раннем периоде восстановления. С помощью нервного механиз-

ма преимущественно регулируется нормализация внутренней среды организма, главным образом через сердечно-сосудистую и дыхательную системы (доставка кислорода, питательных веществ, удаление продуктов обмена). Более медленный гуморальный механизм регуляции обеспечивает прежде всего восстановление водно-солевого обмена, запасов глюкозы и гликогена, а также ферментов и гормонов. Однако, еще раз подчеркиваем, что в процессе трудовой и спортивной деятельности человека регуляция работы органов, систем и их функций в целом осуществляется только совместным, нервно-гуморальным путем.

Неравномерность восстановительных процессов впервые была установлена А. Хиллом (1926) при анализе ликвидации кислородной задолженности организма. Автор показал, что сразу после окончания работы восстановление идет быстро, а затем скорость его снижается и наблюдается фаза медленного восстановления. В последующем было показано, что наличие двух фаз восстановления отмечается, как правило, после тяжелой физической работы. После умеренных нагрузок погашение кислородного долга носит однофазный характер, т. е. наблюдается только фаза быстрого восстановления.

ГЛАВА IV. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ

4.1. Принципы спортивной тренировки

Как всякий процесс обучения, спортивная тренировка должна в первую очередь подчиняться общим дидактическим принципам. К ним относятся: *принцип сознательности*, реализуемый через систему обратных связей от тренера, идеомоторных актов и др.; *принцип активности*, реализуемый путем поддержания устойчивой мотивации, высокой эмоциональности, сохранения потребности в движениях; *принцип систематичности*, то есть регулярности тренировок; *принцип постепенности*, то есть оптимальной трудности заданий и постепенного увеличения величины нагрузок (основывается на физиологических законах силы, оптимума и пессимума); *принцип индивидуализации*, то есть учет исходной физической подготовленности, типологических особенностей личности, темперамента.

Кроме того, спортивная тренировка должна базироваться и на особых *физиологических принципах*. К таковым относятся:

принцип максимального раздражителя, суть которого заключается в том, что периодически должны использоваться максимальные, предельные для данного спортсмена нагрузки, которые вызывают в организме самые

значительные биохимические и морфофункциональные перестройки и последующую суперкомпенсацию;

принцип вариативности, заключающийся в том, что большие нагрузки оставляют после себя значительные следовые явления (последствие); поэтому нагрузки должны волнообразно меняться;

принцип единства общей и специальной физической подготовки должен сопровождать весь многолетний период подготовки спортсмена, однако удельный вес СФП будет при этом увеличиваться, а ОФП уменьшаться; - *принцип срочной информации* заключается в том, что спортсмен должен получать как можно больше информации о различных параметрах результатов действия и личного состояния (это уже биологическая обратная связь - БОС), что позволит быстрее и эффективнее сформировать специфическую функциональную систему соревновательного упражнения и управлять тренировочным процессом;

принцип учета фаз восстановительного процесса заключается в том, что такие физические качества, как быстрота и сила, требуют начала последующих упражнений (тренировки) в фазе суперкомпенсации, а выносливость - в фазе недовосстановления для суммации ряда последующих воздействий.

4.2. Общие механизмы и закономерности развития физических качеств

В физическом воспитании выделяют две стороны процесса: обучение движениям (техническая подготовка); развитие двигательных (физических) качеств, совершенствование отдельных качественных сторон двигательных возможностей человека, т.е. физическая подготовка.

В физиологии выделяют следующие физические качества (ФК): силу, быстроту, выносливость, ловкость и гибкость. Для оценки одних имеются метрические измерители в системе СИ. Сила измеряется в килограммах, ньютонах (Н) и динах (Д), быстрота - в метрах в секунду; выносливость - в секундах, минутах, часах (при определенной дистанции). Физические качества ловкость и гибкость не имеют четких метрических измерителей.

Общим механизмом развития физических качеств в процессе индивидуальной жизни является *механизм временной связи (условного рефлекса)*. Так, в частности, увеличение силы (С), быстроты (Б) и выносливости (В) происходит уже после однократной тренировки, когда еще не происходят морфофункциональные перестройки; увеличение С и Б происходит на симметричных, но не тренируемых конечностях; показатели С, Б и В четко

коррелируют с динамикой циркадных ритмов (зависящих от состояния ЦНС).

Развитие физических качеств обусловлено *совокупностью биохимических, структурных и функциональных изменений в организме*, характеризующих мобилизацию резервных возможностей различных систем при тренировке. В качестве примеров можно привести развитие мышечной силы, при которой происходит гипертрофия мышц, накопление в них АТФ, КрФ, гликогена. При развитии выносливости происходит повышение МПК, мобилизация резервов дыхательной и сердечно-сосудистой систем и др. При развитии быстроты наблюдаются изменения в ЦНС: повышение лабильности и возбудимости двигательных центров. На различных этапах адаптации осваиваются все новые резервы, характеризующие новый уровень интеграции работы различных систем организма.

Следующий механизм развития физических качеств - это *экономизация*, характеризующая повышение КПД работы различных систем. Например, при развитии мышечной силы проявляется синхронизация работы двигательных единиц, при развитии выносливости - повышение процента утилизации Ог, при развитии быстроты — повышение лабильности и укорочение времени двигательной реакции.

Механизм повышения резистентности (сопротивляемости) тканей и клеток к изменениям гомеостаза и параметров внешней среды проявляется в увеличении устойчивости систем организма к накоплению лактата в циклических видах двигательной деятельности субмаксимальной мощности, в повышении гипоксической устойчивости в среднегорье в видах спорта на выносливость и в других проявлениях.

Механизм *суперкомпенсации* наблюдается при развитии силы (накопление АТФ, КрФ сверх исходного уровня, гипертрофия мышечных волокон) и выносливости (накопление гликогена, свободных жирных кислот, повышение МПК и т.д.).

Взаимосвязь в развитии физических качеств. На начальных этапах любые двигательные действия способствуют приросту всех физических качеств. Вскоре этот процесс приостанавливается, а затем - прекращается на заключительных этапах адаптации к специфической мышечной деятельности. В этот период могут возникать взаимоотрицательные влияния развития одних физических качеств на другие (общая и скоростная выносливость, выносливость и быстрота, сила и ловкость и др.). Вероятно, наивысшие показатели в развитии одного физического качества могут быть достигнуты только при определенном уровне развития других.

Взаимодействие физических качеств (ФК). *Перенос ФК* - явление большего или меньшего проявления данного ФК в другом движении. Например, перенос выносливости связан с механизмом формирования так на-

зываемой вегетативной выносливости, интегральный показатель которой - величина МПК; перенос силы связан с особенностями участия мышц в различных движениях и композиции мышц.

Утрата ФК - возвращение их к исходному уровню в результате обратного развития морфологических и функциональных резервов организма. Скорость утраты Б, С, В находится в отношении примерно 1:3:6 к продолжительности тренировки, принятой за единицу времени (год, месяц).

Специфичность ФК. Понятно, что проявления быстроты спринтера, боксера, фехтовальщика - различны, и различные проявления ФК не коррелируют друг с другом. Например, статическая и динамическая сила в различных движениях не имеет взаимосвязи, что объясняется специфическими особенностями проявлений ФК.

4.3. Физиологическая характеристика мышечной силы

Сила (F) - это способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему мышечным напряжением. За счет силы производится работа (A):

$$A = F \cdot S,$$

где S - путь,

тогда: $F = A/S$ (при равномерном движении).

При подъеме груза (P) $A = P \cdot h$ (h - высота подъема).

В движениях с ускорением $F = m \cdot a$ (II закон Ньютона): *сила, сообщаящая телу ускорение, равна произведению массы (m) на ускорение (a)*. Поэтому F измеряется в Ньютонах (Н): $1 \text{ Н} = 1 \text{ кг/м/с}^2$ и динах (Д): $1 \text{ Д} = 1 \text{ г/см/с}^2$; $1 \text{ Н} = 10^5 \text{ Д}$.

Таким образом, существуют два проявления силы: в статике $F = P$ (в кг - килограмм-сила), в динамике $F = m \cdot a$ (в Н или Д).

Классификация видов силовых способностей человека и условий их проявления предложена В.М. Зациорским (рис. 7).

Виды силы, измерение силы.

Максимальная сила (МС) определяется в изометрических условиях при электрической стимуляции мышцы. **МПС** - *максимальная произвольная сила*, проявляемая в изометрических условиях при произвольном сокращении мышцы.

Силовой дефицит (СД) - это показатель степени координационных способностей нервно-мышечного аппарата: $\text{СД} = \text{МС} - \text{МПС}$.

СД зависит от эмоционального (психологического) состояния, установки, числа активных ДЕ, совершенства управления ЦНС двигательными

изменений. *Структурные изменения* проявляются в укреплении костно-суставного и связочного аппарата; *мышечной гипертрофии*, которая бывает двух типов: *саркоплазматического* и *миофибрилярного типа*. Саркоплазма-тический тип мышечной гипертрофии проявляется в накоплении в саркоплазме гликогена, различных ионов и других веществ и возникает в результате многократных повторений силовых напряжений. Истинной является мио-фибрилярная гипертрофия, сопровождающаяся увеличением количества сократительных белков и миофибрилл.

Функциональные изменения складываются из повышения возбудимости нервно-мышечного аппарата, усиления внутри- и межмышечной координации, улучшения координации двигательных и вегетативных функций.

Физиологическое обоснование методов силовой тренировки. Наиболее популярным является *метод динамических усилий*, который имеет две разновидности: *метод максимальных усилий* и *метод повторных усилий*.

Метод максимальных усилий (ММУ) предполагает использование максимальных мышечных напряжений с максимальными отягощениями. При этом происходят одновременное включение наибольшего количества ДЕ, максимальная частота импульсации мотонейронов, синхронизация работы различных ДЕ, концентрация усилия волевым напряжением, сопровождающаяся сокращением мышц-агонистов и частично - антагонистов.

Этот метод используется с 60-х годов XX столетия. Положительные стороны ММУ заключаются в том, что он способствует образованию специфических нервно-мышечных координационных отношений и наиболее эффективен для развития максимальной силы.

Как отрицательную сторону ММУ следует выделить его травматичность; при частом использовании он однообразен, быстро утомляет. Кроме того, увеличение максимальной силы связано не только с улучшением координации, но и со значительными морфофункциональными изменениями, возникающими в связи с выполнением значительного объема нагрузок.

Сущность *метода повторных усилий* (МПУ) заключается в использовании нагрузок ниже максимальных. Для оценки величины отягощения при тренировке используют или величину отягощения в процентах от максимальной силы, или число подъемов (количество раз), которое выполняется при данном весе в виде показателя повторного максимума (ПМ). Приводим классификацию нагрузок, используемых в тяжелой атлетике:

<u>% от F max</u>		<u>ПМ</u>	
100	- предельный вес -	1 ПМ	(ММУ)
99 - 90	- околопредельный вес -	2- 3 ПМ	} МПУ
89 - 80	- большой вес (1-я зона) -	4- 6 ПМ	
79 - 70	- большой вес (2-я зона) -	7-10 ПМ	
69 - 60	- средний вес (1-я зона) -	11-18 ПМ	
59 - 50	- средний вес (2-я зона) -	19-24 ПМ	
49 - 40	- малый вес -	> 25 ПМ	

Достоинства МПУ заключаются в том, что этим методом можно выполнить большой объем работы и, соответственно, получить необходимые сдвиги в обмене веществ, что является основой формирования гипертрофии. При этом наблюдается меньшее натуживание и уменьшение травматичности.

Недостатки МПУ состоят в том, что он невыгоден в энергетическом отношении, а последние, наиболее важные, попытки осуществляются при сниженной возбудимости ЦНС.

Разновидность МПУ — поднимание неопредельного веса с максимальной скоростью (некоторые называют его методом динамических усилий).

Изометрический метод (ИМ) для тренировки силы был предложен Т. Мюллером и П. Карповичем (1951). В качестве *достоинства* ИМ следует отметить возможность регуляции, оптимального времени поддержания заданной силы (в отличие от этого метода в динамическом методе максимальная сила поддерживается только доли секунды). Таким образом, ИМ представляет собой способ направленной адаптации мышц к максимальным силовым напряжениям. Кроме того, при использовании этого метода можно подбирать мышечные группы и положение звеньев двигательного аппарата в необходимых (рабочих) углах. Он не требует сложного оборудования и не занимает много времени.

Недостатки ИМ проявляются в возникновении через 6-8 недель стабилизации максимальной силы, появлении скованности мышц, снижении их эластичности, в малом "переносе" тренированности из-за различий нервно-мышечной координации.

Особенно эффективен ИМ в видах спорта, где выражен элемент изометрических и близких к ним напряжений (борьба, т/атлетика, гимнастика и др.). Наибольшая эффективность достигается в тренировке: при соответствующих углах положений тела и конечностей, не более 10-15% от времени всей тренировки (10-15 мин), не более 3-4 раз в неделю и не больше 4-6 недель.

Дополнительные мероприятия при этом методе тренировки заключаются в использовании дыхательных упражнений, упражнений на расслабление в сочетании с динамическими упражнениями, при применении тренажеров с индикаторами, в частой смене упражнений и положений тела.

Уступающий метод (УМ), или плиометрическая тренировка (ПТ). Используются отягощения больше максимальной силы. Эффективный метод развития максимальной силы, так как при нем проявляется сила, больше максимально доступной. Упражнениям в ПТ должна предшествовать большая силовая тренировка. Эти упражнения называют упражнениями "ударного типа", например: упражнения "со срывом", прыжок в яму с последующим выпрыгиванием. Для квалифицированных спортсменов используют 3-4 серии по 5-8 упражнений, 1-2 раза в неделю во 2-м периоде подготовительного цикла.

Электростимуляционная тренировка (ЭСТ). При тренировке мышечной силы этот метод имеет вспомогательное значение. Он также используется при восстановлении деятельности мышц после травм. Обладает анальгезирующим (обезболивающим) эффектом.

Комбинированные методы тренировки начинаются с МПУ (техника и объемы), затем добавляются изометрический метод и ММУ. Использование динамико-статических упражнений и ПТ зависит от уровня подготовленности спортсменов и этапа тренировки. Значительный период времени в силовой подготовке спортсменов занимало использование анаболических стероидов (аналогов мужского полового гормона тестостерона). Наибольшую популярность имели препараты, которые обладают и сильным анаболическим и малым андрогенным действием. Анаболическое действие препаратов этой группы способствует увеличению синтеза белков и стимулирует рост тканей в целом (особенно выполняющих максимальную нагрузку). Эффект этих препаратов оказался наиболее значимым в тех видах спорта, которые связаны с развитием силы и использованием истощающих нагрузок. В настоящее время анаболики (неробол, ретабол и др.) отнесены к классу допингов и запрещены к применению Международным олимпийским комитетом.

Возрастные особенности развития силы и резервы силы. Совершенствование силы у детей и подростков происходит неравномерно и зависит от генетической программы развития и социальных факторов. С возрастом благодаря совершенствованию нервной регуляции, изменению химизма и строения масса и сила мышц увеличиваются в 7,5-9,5 раза; максимальная сила различных мышечных групп - в 9-15 раз. Наибольший прирост силы происходит в период с 9 до 31 и с 13 до 17 лет. Максимальная сила регистрируется в 18-20 лет. В последующие годы при отсут-

вии специальной тренировки силы темп повышения максимальной силы замедляется.

Возрастные изменения массы мышц (в процентах от массы тела) происходят следующим образом: у новорожденных - 23%, у детей 8, 15, 18 лет -соответственно 27, 32, 44%, у взрослых - снижается до 40%, а у спортсменов высокого класса достигает 50% и более.

Прирост силовых показателей мышц при тренировке к локальной работе достигает 3,5-3,7 раза, при глобальной - возрастает в 2-2,5 раза. Среднегодовое увеличение силы у тяжелоатлетов легкой весовой категории (до 56 кг) составляет 2,8 кг в год, а тяжелой категории - до 8,7 кг в год.

4.3. Физиологическая характеристика быстроты и скоростно-силовой тренировки

Быстрота (Б) - способность выполнять двигательные действия в минимальное время.

Различают три основные формы проявления быстроты: латентное время, или латентный период (ЛП) простой и сложной двигательной реакции с выделением латентного периода сокращения (ЛПС) и расслабления (ЛПР); время выполнения максимально быстрого одиночного движения (ВД, норма 0,1 с); максимальная частота (темп) движений (МТД, норма 60-80, у лидеров - до 120 за 10 с).

Быстроту определяют лабильность нервно-мышечного аппарата, возбудимость и подвижность нервных процессов, композиция мышцы, содержание в мышечных клетках АТФ и КрФ.

Методами измерения Б являются хронорефлексометрия, определение реакции на движущийся объект (РДО), теппинг-тест и др.

Методом анализа состояния нервных центров и сократительных свойств мышц является изучение ЛПС и ЛПР. Среднее время ЛПС = 0,20 с (0,15-0,25); у спринтеров - 0,12-0,15 (на звук- короче); у лучших спринтеров ЛП=80-100мс. Время сложной реакции в 2-3 раза больше.

Между скоростью целостного движения и проявлениями быстроты нет корреляции. *Скорость* - это всегда комплексное двигательное качество, так как в движении присутствует силовой компонент.

Физиологические, биохимические и морфологические основы быстроты.

ЛП, или время двигательной реакции (ВДР), складывается из 5 составляющих: появление возбуждения в рецепторе; передача импульса в ЦНС по афферентным путям; путь в ЦНС до формирования эффекторного сигнала (центральная задержка); путь из ЦНС до мышц; возбуждение мышцы и по-

явление механической активности. Наибольшее время среди этих этапов - более 50%- занимает 3-я фаза.

Резервы быстроты и механизмы ее совершенствования заключаются в следующем:

- повышаются возбудимость и лабильность нервно-мышечного аппарата; укорачивается время проведения через синапсы (выброс и диффузия медиатора, скорость деполяризации постсинаптической мембраны); увеличивается скорость распространения процесса возбуждения по нервным и мышечным волокнам;
- увеличивается скорость перехода возбуждения в сокращающиеся мышцы; увеличивается скорость укорочения мышечных волокон; увеличивается скорость расслабления мышечных волокон; ускоряются распад и ресинтез АТФ; укорачивается время "центральной задержки".

Резервы быстроты по показателям МТД и ЛПС составляют 150-200%, при этом вариативность снижается с 80 до 20-30%; а резервы быстроты целостного движения - только до 30-40% (генетический контроль).

Тренировка быстроты и ее компонентов.

Простые реакции тренируются проще, так как это ответ на заранее известный сигнал (но внезапно появляющийся) известным движением. В простых реакциях наблюдается большой перенос быстроты.

Методы совершенствования простых реакций: расчлененный метод (аналитическая тренировка по элементам); сенсорный метод (тренировка способности различать микроинтервалы времени на принципах БОС; сложные реакции, например реакция на движущийся объект (РДО) или реакции с выбором. При РДО главное - уметь видеть предмет, передвигающийся с большой скоростью (это тренируемо). Точность РДО совершенствуется вместе с быстротой: увеличивается скорость переработки сенсорной информации, развивается экстраполяция (например, предугадывание полета мяча). Реакция выбора предусматривает выбор нужного двигательного ответа (атаки, контратаки и др.).

Возрастные особенности развития быстроты.

С возрастом время двигательной реакции (ВДР) существенно меняется. В 2-3 года оно составляет 0,54-0,84 с, в 5-7 лет - 0,3-0,4 с. В последующие годы ВДР укорачивается и приближается к показателям взрослых.

Частота движений у детей, как и скорость реакции в различных звеньях тела, неодинакова. Высокий темп движений характерен для кисти (в лучезапястном суставе), низкий - для голеностопного сустава. С возрастом МТД увеличивается. Наибольший прирост отмечается в 4-9 лет. В последующие годы прирост частоты движений снижается, а после 15 лет

почти прекращается. Наибольший прирост быстроты в результате тренировки наблюдается у детей от 9 до 12 лет, а максимальные значения достигаются в 14-15 лет.

Развитие скорости целостных движений связано с совершенствованием других физических качеств и техники. *Быстрота* и *скорость* - различные характеристики моторной функции человека. Таким образом, быстрота движений является генеральным свойством ЦНС, проявляющимся в двигательных реакциях и движениях с ненагруженными конечностями. *Скорость* - это конечная характеристика спортивного движения. Так, скорость спринтера определяется: взрывной силой мышц-разгибателей, способностью к быстрому наращиванию ускорения в старте поддержанием высокой скорости бега, способностью противостоять утомлению.

Основы скоростно-силовой тренировки

Скоростно-силовые движения (взрывные) характеризуются достижением максимальной силы в наименьшее время.

Скоростно-силовой индекс (J) выражается следующей формулой:

$$J = F_{\max} / t_{\max} .$$

В качестве физиологических особенностей взрывного усилия выделяют максимальную синхронизацию работы ДЕ, отсутствие напряжения в мышцах-антагонистах, высокую скорость распада и ресинтеза АТФ, высокую частоту разрядов мотонейронов.

Скоростно-силовые качества (ССК) зависят от совершенствования техники движений и скорости нарастания напряжения отдельных мышц и их сочетания. Методом совершенствования ССК является использование усилий максимальных или 90-95% от максимальной силы при максимально возможной скорости укорочения мышц. Большое значение при этом имеет развитие межмышечной координации, так как при взрывных усилиях в мышцах развивается не максимальное, а оптимальное напряжение. Для развития финального усилия необходимо реализовать движение с максимальной амплитудой, причем скорость (V) должна быть больше соревновательной, а мышечное напряжение - максимальным.

При развитии ССК решаются две основные задачи: повышение потенциала скоростно-силовых возможностей и развитие способности к их реализации.

Решение 1-й задачи осуществляется применением упражнений локального и регионального характера повторным методом (от 1 до 8-10 ПМ) с максимальной интенсивностью. Дополнительно могут использоваться изометрические упражнения с кратковременными максимальными напряжениями в специфических углах.

Решение 2-й задачи реализуется выполнением специальных региональных и глобальных упражнений. Сопротивление должно быть равно соревновательному при $V = 100\%$. Лучший результат достигается при соотношении нагрузок 2:1:1: (50% - легкие снаряды, 25% - соревновательные, 25% - утяжеленные).

Остановимся на оценке состояния утомления при скоростно-силовой тренировке. Утомление сопровождается в первую очередь увеличением латентного периода расслабления (ЛПР) специфических мышц (до 38%) при некотором увеличении латентного периода сокращения (ЛПС) - до 6%. Наиболее важным признаком утомления является увеличение разницы между показателями ЛПС и ЛПР. У мастеров спорта ЛПР обычно более короткий, чем ЛПС, однако вследствие кумуляции утомления ЛПР удлиняется в большей степени. При оптимальных нагрузках показатели ЛПС и ЛПР укорачиваются. Один из ранних признаков переутомления - уменьшение величины (силы) произвольного напряжения и ухудшение расслабления мышц. При этом ЛПС и ЛПР удлиняются до 300-400 мс. Все эти признаки можно наблюдать с помощью методики, регистрирующей напряжение мышц (механограммы) или электромиограммы. Для контроля следует выбирать основные рабочие группы мышц, что дает наиболее ценную информацию о состоянии нервно-мышечного аппарата и центральной регуляции.

4.4. Физиологическая характеристика ловкости и гибкости

Ловкость (Л) - способность овладевать новыми движениями (способность быстро обучаться) и быстро перестраивать двигательную деятельность в соответствии с требованиями меняющейся обстановки.

Измерителями ловкости являются: координационная сложность движения; точность его выполнения (точность пространственных, временных, силовых характеристик движения); высокая экономичность движений (КПД); время выполнения движений (время, необходимое для овладения движением, или время от момента изменения обстановки до ответного движения).

Физиологическими и психологическими основами ловкости являются: запас двигательных навыков (двигательный опыт, двигательные условные рефлексы); быстрота и точность сложных двигательных реакций; совершенствование функций двигательного анализатора (точность ощущений и восприятие собственных движений); психологическая особенность ловкости - полноценное восприятие собственных движений и окружающей обстановки (быстрота и точность сложных двигательных реакций).

Основами развития ловкости являются следующие процессы: овладение новыми движениями, что позволяет увеличить запас двигательных навыков; повышение координационной сложности осваиваемых движений с учетом точности, согласования движений, реакции на изменение двигательной обстановки в процессе ОФП и СФП; тренировка быстрой и полной восстанавливаемости; тренировка чувства пространства (дифференцировочное торможение), чувства времени. При обучении ребенка следует идти от хаотичных, диффузных движений к точным, целенаправленным.

Гибкость (Г) — способность выполнять движения с максимальной амплитудой движений (это измеритель гибкости).

Существует два вида гибкости: активная и пассивная (АГ и ПГ). АГ проявляется в амплитуде движений за счет мышц, обеспечивающих движения в суставе (например, "ласточка"), ПГ - в повышении амплитуды движений за счет внешних сил.

Гибкость зависит от эластичности мышц и связок; снижения возбудимости растягиваемых мышц; внешней температуры воздуха; возраста; суточной периодики. Гибкость отрицательно коррелирует с силой.

Для развития гибкости используются две группы упражнений. *Активные* выполняются за счет сокращения мышц (сюда включаются простые движения: наклоны вперед, выпрямление, пружинистые движения, маховые движения). *Пассивные* движения - это самозахват с внешней помощью, статические упражнения.

В последние годы разработана система *стретчинг*, обеспечивающая целенаправленное повышение потенциала гибкости.

4.5. Физиологические механизмы и методы тренировки выносливости

Выносливость (В) - способность к длительному выполнению какой-либо деятельности без снижения ее эффективности.

Выносливость, работоспособность и способность противодействовать утомлению - очень сходные понятия. Выделяют четыре типа утомления (У), соответственно и выносливости: умственное, сенсорное, эмоциональное, физическое.

Физическое утомление соответственно разделяют на: *локальное*, при котором в работе занято менее 1/3 мышц, *региональное* (в работе занято от 1/3 до 2/3 мышц) и *глобальное*, когда в работе участвуют более 2/3 мышц. В соответствии с этим выделяют и типы выносливости:

- локальная (мышечная) выносливость характеризуется устойчивым состоянием работоспособности нервно-мышечного аппарата, поздним развитием охранительного торможения в нервных центрах;

- выносливость к глобальной работе чаще называется термином "общая выносливость". Ее отражает совокупность функциональных свойств организма, которые обусловлены неспецифической, так называемой вегетативной, составляющей, главным компонентом которой являются аэробные возможности организма.

Выделяют такие виды выносливости, как статическая, силовая, скоростная, скоростно-силовая (выносливость соответственно к статической, силовой, спринтерской, ациклической деятельности).

Выносливость специфична. Роль генетических факторов в развитии выносливости составляет 80-85% и средовых факторов - 20-25%.

Существуют педагогические и физиологические средства измерения выносливости. К педагогическим средствам относится измерение времени (t) при заданной скорости (V) или мощности (W) выполняемой работы до предела; измерение времени (t) при стандартной длине (S) дистанции. Понятие о физиологических средствах можно составить, рассмотрев механизмы развития выносливости.

Физиологические механизмы развития выносливости.

Выделяют три основных физиологических механизма развития выносливости: биоэнергетические механизмы (аэробная и анаэробная производительность, или выносливость); механизмы совершенствования "функциональной устойчивости" деятельности различных систем организма, позволяющие продолжать работу при прогрессирующих сдвигах в гомеостазе и нарастающем утомлении (большое значение имеет устойчивость к гипоксии); механизм развития функциональной экономизации (уменьшение энергозатрат на единицу работы) и повышения эффективности деятельности всего организма (уменьшение сдвигов функций на равную работу).

Биоэнергетические механизмы выносливости (работоспособности)

Биоэнергетические возможности организма - важнейшие для выносливости и работоспособности, так как работающие мышцы требуют немедленного поступления энергии. Известно, что единственным источником энергии является АТФ, запасы которой весьма ограничены, а поэтому главный вопрос состоит в быстрейшем ее ресинтезе, что осуществляется аэробным и анаэробным путями.

Выделяют: алактатную анаэробную производительность (ресинтез АТФ за счет распада КрФ); гликолитическую анаэробную производительность (ресинтез АТФ за счет распада углеводов с накоплением молочной кислоты - МК); аэробную производительность (ресинтез АТФ за счет энергии окислительного фосфорилирования углеводов и жиров).

Каждый из указанных биоэнергетических механизмов ресинтеза АТФ может быть охарактеризован различными качественными и количественными характеристиками - критериями:

- подвижности, т.е. скорости развертывания механизма с выходом на уровень 100%-ной мощности: подвижность КрФ, гликолитического и аэробного механизма измеряется временем и имеет соотношение примерно 1:10:100;

- *мощности*, отражающей максимальную производительность механизма, то есть скорость освобождения энергии; максимальная мощность измеряется в единицах энергии и соотносится, соответственно, как 3:2:1;

- *емкости*, характеризующей общее количество энергии, даваемое данным механизмом: емкость указанных механизмов соотносится также примерно как 1:10:100;

- *эффективности*, отражающей КПД данного механизма, то есть отношение энергии, идущей непосредственно на ресинтез АТФ, к общим затратам энергии: из всех биоэнергетических механизмов наивысшая эффективность у алактатного механизма, низшая - у гликолитического.

Важнейшие физиологические показатели мощности и емкости каждого из рассмотренных биоэнергетических механизмов работоспособности различны.

В *алактатном механизме* - показатели мощности:

- максимальная анаэробная мощность - МАМ (определяется по скорости взбега на ступеньки лестницы под углом 30° - тест Маргария)

- пиковая анаэробная мощность - ПАМ, которая регистрируется в прыжке вверх с места (по Абалакову); физиологический показатель емкости этого механизма эквивалентен величине алактатной фракции кислородного долга, которая в среднем равна около 1/3 от общего кислородного долга, определяемого после работы.

В *гликолитическом механизме* физиологическим показателем мощности является определяемый в газометрических исследованиях параметр, именуемый неметаболическим избытком выделения CO₂ (Exс CO₂) за счет накопления в крови молочной кислоты и вытеснения CO₂ из бикарбонатов; физиологическим показателем емкости этого механизма является лактатная фракция кислородного долга, составляющая в среднем 2/3 от общего кислородного долга, а также максимальное количество лактата крови, определяемого в тесте с тремя одноминутными максимальными нагрузками с сокращающимися интервалами отдыха (3, 2 и 1 мин - Н.И. Волков).

В *аэробном механизме* показателем мощности является величина МПК, а емкости - показатель времени удержания МПК.

Один из наиболее информативных в биоэнергетике - показатель так называемого порога анаэробного обмена (ПАНО), характеризующий эф-

фективность аэробного механизма. Известно, что нормальное содержание в крови молочной кислоты составляет 10-20 мг% или 1-2 мМ/л. Гликолитический механизм приводит к накоплению лактата, превышение которым границы в 36 мг% (4 мМ/л) считается началом ацидоза.

Так как определение ПАНО по величине лактата связано с забором крови, предлагались самые различные косвенные, более доступные и физиологичные методы, которые удобно использовать в процессе тренировки. Наиболее популярными из них стали определение скорости ПАНО (скорости передвижения на дистанции, при котором достигается величина лактата 4 мМ/л), величины ПАНО в % от МПК (величины рабочего потребления кислорода, при котором достигается контрольная величина лактата), ЧСС ПАНО (величина ЧСС, которая соответствует лактату 4 мМ/л) и другие. Разумеется, косвенные показатели ПАНО должны быть сопоставлены с прямыми определениями лактата и в случае высокой корреляции этих показателей можно вполне доверять им. Однако ввиду высокой вариабельности физиологических показателей эти исследования рекомендуется проводить строго индивидуально. В течение определенного периода (обычно не более 3-4 недель) можно пользоваться косвенными показателями ПАНО, а затем исследования следует повторить.

Факторы, определяющие и лимитирующие аэробную производительность

Важнейшим из всех рассмотренных параметров биоэнергетических механизмов является показатель мощности аэробного механизма - МПК, который в значительной мере определяет общую физическую работоспособность. Вклад этого показателя в специальную физическую работоспособность в циклических видах спорта начиная со средних дистанций составляет от 50 до 95%, а в игровых видах спорта и единоборствах - от 50 до 60% и более. По крайней мере во всех видах спорта величина МПК определяет так называемую *общую тренировочную работоспособность*, то есть, способность переносить значительные объемы тренировочных нагрузок путем своевременной ликвидации кислородного долга в ходе занятия.

Величина МПК измеряется в абсолютных и относительных единицах. Абсолютная величина МПК измеряется в литрах потребленного кислорода за 1 мин (л/мин) и составляет довольно переменную величину (от 2 до 5 л/мин). Более распространено использование относительного показателя МПК (МПК/массу тела) в мл/мин/кг. Нормальные величины этого показателя для здоровых мужчин составляют 40-50 мл/мин/кг, для женщин примерно на 10% меньше - 35-45 мл/мин/кг. Вместе с тем индивидуальные величины МПК у здоровых людей довольно значительно варьируют, что предопределяет использование этого показателя с целью

определения перспективности и отбора. У высококвалифицированных спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость, величины МПК находятся в границах 70-85 мл/мин/кг, а у представителей ациклических видов спорта - в диапазоне 65-50 мл/мин/кг, то есть значительно превышают показатели здоровых людей-неспортсменов.

Если рассматривать функциональную систему кислородного обеспечения организма, то показатель мощности этой системы - величина МПК - подчиняется сложным взаимосвязям.

Движение кислорода в организме от легких к тканям определяет участие в кислородном транспорте следующих систем организма: системы внешнего дыхания (вентиляция), системы крови, сердечно-сосудистой системы (циркуляция), системы утилизации организмом кислорода.

Повышение аэробной производительности (АП) в первую очередь связано с увеличением мощности систем вентиляции, циркуляции и утилизации.

Правда, их включение идет не параллельно и постепенно всех разом, а гетерохронно: на начальном этапе адаптации преимущественно включается система вентиляции, затем циркуляции и на этапе высшего спортивного мастерства - утилизации.

Роль дыхательной системы в аэробной производительности организма.

Дыхательная система, как когда то считалось, не может лимитировать аэробную производительность. Однако исследования последних лет поколебали эту точку зрения. Линейная зависимость величины легочной вентиляции от мощности нагрузки сохраняется только до уровня ПАНУ, после чего, стимулируемая нарастающим в крови лактатом, она экспоненциально возрастает и в результате на уровне МПК может достигать величин 140 л в минуту и более. В силу этого резко увеличивается кислородная стоимость самого дыхания (может достигать до 25% общего кислородного дебита), что приводит к уменьшению кислородного обеспечения работающих мышц. Если учесть, что при тяжелой работе функциональное мертвое пространство увеличивается до 800-1000 мл, к этому присоединяются утомление дыхательных мышц и появление поверхностного дыхания типа одышки и т.д., то становится ясным, что система вентиляции начинает ограничивать эффективное кислородное обеспечение организма.

Роль системы крови в аэробной производительности организма.

Переносчиком кислорода является гемоглобин, и сохранение его нормальных величин в процессе напряженной тренировки позволяет удержать кислородную емкость крови в нормальных границах. Гораздо чаще встречаются случаи снижения уровня гемоглобина, что является плохим диагностическим признаком. Пока не выявлено достоверного уве-

личения количества эритроцитов и гемоглобина у тренированных спортсменов, а искусственные гемо-трансфузии (кровяной допинг), как известно, не принесли желаемых результатов. Кроме того, факт гемоконцентрации при физических нагрузках является естественным физиологическим механизмом увеличения кислородной емкости крови. Таким образом, хотя резервы системы крови не увеличивают своего вклада в повышение аэробной производительности, но сохранение ее нормальных параметров гарантирует оптимальное функционирование всей системы кислородного транспорта.

Производительность сердечно-сосудистой системы - главный фактор, лимитирующий аэробные возможности организма.

Главная роль системы кровообращения в обеспечении кислородного транспорта неоспорима. Это хорошо видно из принципа Фика. Имеющиеся данные о максимальной производительности сердца как насоса (до 42 л/мин) свидетельствуют о том, что это, по-видимому, видовой предел для человека, так как при этом надо иметь величину систолического выброса около 220 мл при частоте сердечных сокращений около 200 уд/мин. Объем сердца в такой ситуации должен быть не менее 1200-1300 мл, что чревато клиническими последствиями.

Таким образом, совершенствование работы системы кислородного транспорта в принципе не может идти по пути повышения производительности работы сердца, а только по пути ее оптимизации. К таким механизмам следует отнести кардиальные, сосудистые, гемические и регуляторные механизмы. В результате адаптации организма к напряженным физическим нагрузкам каждое звено системы кровообращения вместе с аппаратом регуляции начинает работать с повышенной эффективностью, однако уровень общей работоспособности и аэробной производительности тем не менее лимитируется именно возможностью предельной производительности сердечно-сосудистой системы.

Роль системы утилизации кислорода тканями организма в аэробной производительности.

Система тканевой утилизации кислорода включает в себя скелетные мышцы, сердце и дыхательные мышцы. К основным тканевым механизмам, совершенствующимся в процессе адаптации к различным факторам среды и увеличивающим способность ткани утилизировать кислород из крови, можно отнести следующие: увеличение числа и структуры митохондрий; повышение активности окислительных ферментов, в частности цитохромоксидазы, и др.; увеличение площади диффузионной поверхности в работающих мышцах за счет общего объема капилляров; вовлечение в деятельное состояние большего количества нейромоторных единиц; увеличение количества энергетических субстратов и миоглобина.

Индикация удельного вклада системы тканевой утилизации кислорода осуществляется по величине артериально-венозной разности по кислороду ($AVP O_2$), что также ясно из уравнения Фика. Эта величина при предельной мышечной работе может достигать у нетренированных 120-140 мл на 1 л крови. У высококвалифицированных спортсменов этот показатель возрастает до 160-170 и даже 180 мл. Вполне понятно, что нарушение деятельности этой системы приводит к снижению производительности всей системы кислородного транспорта.

Таким образом, рассмотрев факторы, определяющие и лимитирующие аэробную производительность, следует заключить, что главным лимитирующим звеном в этой системе является сердечно-сосудистая система. Однако в качестве первичного звена, которое может создать затруднение в системе кислородного транспорта, может быть любая из ее составляющих (система вентиляции, система крови, система утилизации). В таком случае "удар" в конечном итоге будет нанесен сердечно-сосудистой системе, которая всегда служит конечно-лимитирующим звеном. Известным подтверждением этому является часто встречающаяся патология сердечно-сосудистой системы у спортсменов.

Динамика аэробной производительности в процессе физической тренировки и методы ее определения

Общий размер прироста АП разными авторами определяется от 20 до 100%, однако исследования последних лет показали, что прирост относительной величины МПК составляет в среднем 1/3 от исходного (генетически детерминированного уровня). Причем на этапе начальной подготовки (I этап адаптации) прирост МПК наиболее ощутим и составляет до 20% (половину от общего прироста), на этапе спортивного совершенствования (II этап адаптации) прирост МПК/вес замедляется и составляет около 10%, а на этапе высшего спортивного мастерства (III этап адаптации) прирост минимален - до 5-7%.

Таким образом, начальный период адаптации наиболее благоприятен для тренировки аэробных возможностей, а окончание этого этапа является существенным при определении перспективности данного спортсмена в отношении аэробной работоспособности.

Методы определения МПК делятся на прямые и косвенные (или предсказательные). *Прямые методы* основаны на использовании различных физических нагрузок (на уровне критической мощности, ступенеобразно повышающихся дискретных или непрерывных нагрузок), доводящих организм до предельных физиологических сдвигов. Критерии достижения организмом МПК: величина дыхательного коэффициента выше 1,1-1,2; величина ЧСС - до 180-200 уд/мин; величина лактата - выше 10-12 мм/л; АД max - 180-200 мм рт. ст.; на графике зависимости потребле-

ния O_2 от мощности нагрузки появляются плато. Прямые методы точны, но требуют довольно сложной и дорогостоящей аппаратуры для прямого газоанализа.

Косвенные методы предсказания МПК основаны главным образом на известной физиологической закономерности - наличии линейной зависимости многих функциональных показателей от мощности нагрузки в определенном диапазоне ЧСС - от 120 до 170 уд/мин.

Можно привести в качестве примера наиболее популярные методики: методика определения PWC_{170} (физической работоспособности при пульсе 170 уд/мин), методика Astrand с использованием номограмм в степ-тесте и велоэргометрических нагрузках, метод косвенного определения МПК по результатам теста К. Купера (1976) и др. Имеются модификации этих тестов для детей и подростков.

Физиологическая характеристика различных методов физической тренировки для повышения выносливости

При совершенствовании аэробной производительности внимание должно быть направлено на решение следующих основных задач:

- на увеличение производительности кардиореспираторной системы организма и повышение уровня МПК, которое составляет в среднем около 30-35% от исходного, уровня;
- на совершенствование способности более длительного поддержания уровня МПК;
- на увеличение скорости развертывания, повышение эффективности и экономичности работы всей системы транспорта кислорода.

С этой целью общепринятым является применение различного рода физических упражнений, в которых занято одновременно большое количество мышечных групп (глобальная работа), что приводит к значительной интенсификации деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Упражнениями, наиболее эффективными для развития аэробных возможностей, являются лыжные гонки, так как в такой работе принимают участие практически все мышцы тела человека. Кроссовый бег также эффективное упражнение для повышения аэробных возможностей организма. Разумеется, все виды циклических упражнений могут оказаться полезными, но специфический характер условий двигательной деятельности в плавании, коньках, гребле и др. делает их менее употребительными для этой цели, хотя и не менее эффективными. Известны основные компоненты и критерии, определяющие воздействие нагрузок: интенсивность упражнения (скорость); его продолжительность (длина дистанции); число повторений (определяющее общий объем нагрузок); продолжительность интервала отдыха; характер отдыха.

Рассматривая различные методы тренировки при совершенствовании выносливости, необходимо в первую очередь учитывать основные характеристики и назначение каждого компонента нагрузки. Дело в том, что каждый метод и даже вариант тренировки вызывает специфические особенности адаптации физиологического, биохимического характера и т.д. При этом выбор конкретного метода тренировки зависит от этапа подготовки, индивидуальных особенностей данного индивидуума и, разумеется, специфики соревновательного упражнения.

При расчете дозировки нагрузок необходимо в первую очередь ориентироваться на характер преимущественного обеспечения энергией. Многочисленные исследования показали, что при этом ориентир на величину ЧСС вполне обоснован, тем более что в диапазоне ЧСС от 110-120 до 170-180 уд/мин мощность нагрузок линейно связана с ЧСС.

Основой регламентации тренировочных нагрузок и использования тех или иных методов тренировки выносливости, и в частности аэробной производительности, служит учет преимущественного характера энергообеспечения, в частности соотношения аэробных и анаэробных механизмов ресинтеза АТФ.

При развитии выносливости наиболее часто применяются равномерный и различные варианты переменного и повторного методов тренировки.

На начальных этапах подготовки и при тренировке новичков используется преимущественно **равномерный метод, или дистанционная тренировка** (еще одно название этого метода - количественная тренировка).

Работа, выполняемая при этом методе, совершается в аэробных условиях при сравнительно низких уровнях ЧСС (140-160 уд/мин). Продолжительность нагрузки зависит от двух основных факторов - периода тренировочного процесса и уровня подготовленности спортсмена.

Так, в начале подготовительного периода, при невысоком уровне тренированности, продолжительность работы составляет от 20 до 40 мин, а в конце подготовительного периода и при высоком уровне готовности спортсмена она может увеличиваться до 5-6 ч.

При выборе интенсивности нагрузок по методу дистанционной тренировки в качестве основного критерия необходимо определить только показатель ЧСС, согласно которому при выполнении циклических упражнений используют четыре зоны нагрузок.

В первую зону включены нагрузки, выполнение которых протекает при ЧСС в пределах до 134-136 уд/мин. Нагрузки с ЧСС ниже этой границы не оказывают существенного тренирующего воздействия на организм и могут быть расценены как восстанавливающие.

Вторая зона нагрузок соответствует диапазону ЧСС от 136 до 154-158 уд/мин. Эта зона включает в себя нагрузки, выполняемые преимущественно за счет аэробных механизмов энергообеспечения, не вызывающие даже при очень длительной работе прогрессирующей активизации анаэробных процессов, и соответствует условиям "истинного устойчивого состояния".

Третья зона включает нагрузки, при которых ЧСС меняется от 158 до 180-186 уд/мин. Нижней границей этой зоны является мощность работы, соответствующая так называемому порогу анаэробного обмена (W ПАНО, или уровень ПАНО), при которой лактат крови превышает 4 мМ/л (36 мг%). Верхняя граница этой зоны лежит на уровне критической мощности (N кр.), что при длительном упражнении соответствует достижению организмом максимального потребления кислорода. Энергетическое обеспечение работы в данной зоне осуществляется за счет одновременного участия аэробных и анаэробных механизмов. Активизация гликолиза приводит к накоплению молочной кислоты в работающих мышцах и крови. Тренирующий эффект нагрузок этого диапазона заключается в комплексном воздействии на все параметры системы кислородного транспорта, поэтому она и является зоной, наиболее эффективно развивающей аэробные возможности организма. Увеличение продолжительности нагрузок в этой зоне обеспечивает повышение аэробной емкости.

Четвертая зона включает нагрузки, при которых ЧСС превышает 185-187 уд/мин, а физическая направленность нагрузок в этом диапазоне характеризуется достижением максимальной активности анаэробных механизмов энергообразования. Одновременно при этом возникает предельно высокая реакция органов дыхания и кровообращения. Однако длительность работы лимитируется высокими ацидотическими сдвигами, связанными с огромным выбросом в кровь из работающих мышц молочной и пирувиноградной кислоты. В связи с этим нагрузки четвертой зоны практически редко применяются в равномерной тренировке из-за быстро развивающегося утомления.

Таким образом, наиболее эффективными при равномерной тренировке являются нагрузки во второй и третьей зонах (т.е., если ориентироваться по ЧСС, в диапазоне от 136 до 185 уд/мин).

При непрерывной работе поддержание уровня МПК -весьма трудная для организма задача. Так, новички могут удерживать уровень МПК не более 1-3 мин; более подготовленные спортсмены в состоянии работать на такой мощности до 10-20 мин, реже - 30 мин. Лыжники мирового класса способны удерживать такую мощность работы до часа.

Тренировка в непрерывной работе в свое время считалась единственным методом развития "*большого сердца*". Это связано с тем, что наи-

большой величины систолический объем сердца достигает уже при ЧСС 130-150 уд/мин. Непрерывная тренировка способствует увеличению объема сердца и является важным средством "мягкой" тренировки системы кровообращения, особенно если спортсмен во время работы незначительно меняет темп. В этом случае обеспечивается эффект интервальной тренировки.

Важнейшее достоинство непрерывной работы - *увеличение числа капилляров в скелетных мышцах* и их эластичности. Это позволяет доставлять к мышцам больше кислорода и эффективно удалять продукты метаболизма. В целом это способствует увеличению суммарного диаметра сосудистой системы мышц, приводит к замедлению кровотока и, следовательно, к более продолжительному контакту крови с мышечными волокнами и лучшему их кислородному обеспечению.

Кроме того, длительная работа способствует *увеличению количества митохондрий и ферментов биологического окисления* в мышечных волокнах, повышению емкости аэробного механизма. Таким образом, непрерывная тренировка - прекрасный метод для совершенствования процессов экономизации и повышения эффективности кислородного обеспечения мышц. Это сопровождается увеличением уровня ПАНО до 65-75% от МПК, а у выдающихся спортсменов он может достигать 90% и более. Содержание тренировочного процесса в период напряженных нагрузок следует ориентировать на использование скоростей, соответствующих уровню ПАНО. Когда эти нагрузки осваиваются и величина лактата становится ниже уровня ПАНО, следует переходить на более интенсивные нагрузки.

Выполнение дистанционной работы на высоких скоростях (при ЧСС до 180-185 уд/мин) совершается на уровнях потребления кислорода, приближающихся к МПК (до 90-95%), что обеспечивает повышение как емкости, так и мощности аэробных механизмов. При таких скоростях, значительно превышающих уровень ПАНО (III зона интенсивности), происходит *активизация анаэробных процессов ресинтеза АТФ*. Поэтому такая работа будет способствовать повышению уровня гликолитической мощности. Следует иметь в виду, что выполнение работы с потреблением кислорода около 70-80% от МПК нельзя планировать более чем на 2,5-3 ч, так как при этом исчерпываются запасы гликогена. При интенсивности ниже 70% от МПК происходит мобилизация жиров и запасы гликогена перестают лимитировать деятельность работы.

К недостаткам этого метода можно отнести трудности, связанные с дозировкой, довольно большими временными затратами и психологическим утомлением, вызванным монотонностью работы. Поэтому равномерная тренировка никогда не должна быть единственным методом повыше-

ния аэробной производительности организма и должна сочетаться с другими, такими, как переменная и повторная тренировки.

Переменный метод тренировки — своеобразная надстройка, продолжение и развитие всех функциональных свойств и механизмов, характерных для равномерной тренировки. Существуют различные разновидности переменной тренировки, одной из которых служит так называемый фартлек. Это шведское слово, означающее "игра скоростей". Как метод тренировки фартлек был широко популяризован Г. Холмером - бывшим тренером национальной сборной Швеции по бегу на выносливость.

Эта тренировка отличается неформальным характером переменного бега и включает в себя довольно большой объем работы с различной скоростью, что предпочтительнее делать в естественных условиях местности (поле, лес и др.). Считается, что хорошо проведенный фартлек - жесткая тренировка, предъявляющая высокие требования к организму и оказывающая высокоэффективное воздействие на организм.

При достаточной подготовленности после 12-15 мин работы с интенсивностью, при которой ЧСС не превышает 180 уд/мин, полагается снизить скорость настолько, чтобы работа выполнялась в границах ЧСС, равной 150 ± 10 уд/мин. Доля самых напряженных нагрузок, допустимых переменным методом, не должна превышать 10% от общего объема работы, в то время как на долю самой низкой интенсивности (ЧСС около 150 уд/мин) не должно приходиться более 20% всего объема. Таким образом, соотношение интенсивной, средней и медленной частей в тренировке равняется примерно 1:7:2.

Например, одним из вариантов переменной тренировки в беге является так называемый продленный бег, который состоит из пробегания средней по длине тренировочной дистанции с быстрыми рывками (80-90% от максимальной скорости) на 150-220 м, чередующимися с пробежками вчетверо более длинной дистанции в умеренном темпе.

Задача такой тренировки - повышение интенсивности и эффективности кислородного обеспечения работы. Применение упражнений переменного характера с достаточно резкой сменой мощности работы в процессе прохождения дистанций способствует значительной и быстрой активизации систем дыхания и кровообращения, повышению аэробных возможностей. В среднем ЧСС выходит на необходимые величины уже через 1 мин субмаксимальной по мощности работы, а аэробные процессы полностью разворачиваются только через 2,5-4 мин. С помощью переменной тренировки можно добиваться более быстрой активации дыхательных процессов, т.е. повышать эффективность аэробного механизма.

Во время ускорений при переменной работе образуется кислородный долг, что способствует повышению анаэробной емкости, а период

снижения скорости является стимулятором аэробных процессов. При этом наступает своеобразное устойчивое состояние, несмотря на переменный характер двигательной деятельности. Однако величина кислородного долга при повышении интенсивности работы не должна быть чрезмерной, так как это в порядке "обратного пастеровского эффекта" будет подавлять аэробные реакции в работающих тканях, что приводит к нарушению функций митохондриального аппарата.

Преимущество переменной тренировки перед дистанционной заключается в постепенной адаптации к интервальной тренировке и приспособлении к перенесению более продолжительных нагрузок, чем соревнование. Кроме того, в условиях переменной тренировки, когда применяется разнообразный режим работы, эффективнее идет "поиск" наиболее рационального шага. Об этом необходимо специально инструктировать спортсмена, чтобы он искал и находил такие параметры работы, при которых ощущаются одновременно особая легкость и стремительность.

Интервальная тренировка - разновидность повторного метода. Суть этого метода, с физиологической точки зрения, заключается в открытом немецкими авторами феномене, заключающемся в том, что в остром периоде восстановления (первые 45-90 с) венозный приток к сердцу при достаточно высокой интенсивности его деятельности (ЧСС около 170 уд/мин) сохраняется.

Известно, что $МОК = ЧСС \cdot УО$, где МОК - минутный объем кровообращения, а УО - ударный объем сердца.

Каждый тренер и спортсмен знает, что ЧСС в первые 40-90 с после мышечной работы быстро снижается, а при сохранении венозного притока к сердцу это означает, что камеры сердца переполняются, создавая активную "растягивающую силу", способствующую дилатации сердечной мышцы. В основе повышения аэробной производительности лежат прогрессивные изменения в сердечной мышце, основными из которых следует считать гипертрофию миокарда и тоногенную дилатацию полостей сердца. Таким образом, к гипертрофии сердечной мышцы, которая приобретает в процессе дистанционной тренировки, интервальная тренировка "добавляет" активную дилатацию ее полостей, способствуя в конечном итоге увеличению производительности сердечной мышцы, что является главным фактором, лимитирующим повышение аэробной производительности.

Оптимальная продолжительность работы 60-90 с; темп нагрузок должен быть таким, чтобы ЧСС составляла 160-180 уд/мин; продолжительность паузы отдыха - в диапазоне 30-90 с; при этом нагрузка должна быть такой, чтобы к концу паузы отдыха ЧСС составляла не менее 120-130 уд/мин.

Следует помнить, что интервальная тренировка - жесткое тренировочное средство, так как увеличения размеров сердца можно достичь уже в течение двух-трех недель интервальной тренировки. Слишком большой объем тренировок по интервальному методу может нанести вред спортсмену, вызвать перенапряжение сердечной мышцы. Поэтому примерно через месяц тренировок требуются тщательный кардиологический контроль и, если необходимо, углубленные функциональные исследования. В качестве преимуществ интервальной тренировки можно отметить точность дозирования работы и ее результатов, возможность легко сочетать его с другими методами тренировки, что разнообразит изнурительную работу. Недостаток интервальной тренировки - кратковременность основных рабочих периодов, что не способствует адаптации к выполнению длительной работы. Кроме того, при значительном увеличении объемов интервальной тренировки происходит слишком быстрое вхождение в форму, т.е. определенное форсирование подготовки, а поэтому эффект ее неустойчив.

Стартовый метод, разновидность повторного метода. Суть ее заключается в использовании более высокого темпа работы; ориентиром может быть ЧСС в диапазоне не ниже 180+10 уд/мин. Время работы с такой тренировочной нагрузкой может быть, в зависимости от уровня подготовленности, от 30 с до 20 мин, после чего 30-50% этого времени должно тратиться на восстановление. Важный момент в этом методе тренировки - поддержание постоянной скорости на дистанции.

Тренировка **темповым методом**, являясь разновидностью интервального метода, основана на циклических изменениях физиологических параметров, представляющих собой реакцию организма на рациональные дозы значительной по интенсивности нагрузки и регулируемый отдых. Восстановительные паузы намеренно сохраняются короткими, поскольку цель тренировки заключается в том, чтобы поддерживать достаточно высокую кислотность в мышцах. Специфическим воздействием темповой тренировки служит сама интенсивность нагрузки, что создает адекватный стимул для активных мышечных групп, повышения в них обмена, соответствующего соревновательному уровню. В целом темповая тренировка способствует поддержанию необходимого соотношения уровней аэробного и анаэробного механизмов энергообеспечения. Кроме того, темповая тренировка обеспечивает более высокий уровень утилизации энергетических потенциалов. Преимущества темповой тренировки заключаются, таким образом, в том, что она, развивая уровень аэробных возможностей организма, создает возможность для обеспечения специфических адаптации организма к стрессовым нагрузкам, при которых формируется специфическая функциональная система соревновательного упражнения.

Комплексная тренировка — эффективное повышение аэробных возможностей без отрицательного влияния на другие стороны подготовленности спортсмена и его здоровье - возможна только на основе комплексного использования дистанционного и интервального методов при большом разнообразии тренировочных отрезков и режимов.

Принято считать, что на ранних этапах многолетней подготовки основное внимание целесообразно уделять дистанционному методу тренировки, который должен видоизменяться в переменную тренировку. На более поздних этапах подготовки (от уровня I-II спортивных разрядов) следует вводить интервальный метод, применение которого предполагает наличие довольно прочной функциональной базы, закладываемой с помощью дистанционного метода и его разновидностей. Однако нужно помнить, что, думая о комплексной подготовке, следует уделять внимание повышению анаэробной производительности. А с этой точки зрения ни один из рассмотренных методов не является строго целенаправленным.

В этом смысле переменная тренировка, проходящая на фоне умеренных величин кислородного долга, наиболее мягкая. Темповая тренировка на околопредельных скоростях сопровождается образованием высоких величин лактата (развития гликолитического механизма), который угнетает процессы окислительного фосфорилирования. Для повышения доли участия аэробных процессов в энергообеспечении при работе на коротких отрезках с высокой скоростью рекомендуют интервальную тренировку с постоянным увеличением скорости.

Существенный момент, о котором необходимо помнить, проводя комплексную тренировку, это представление о высокой генетической детерминированности как аэробной, так и анаэробной производительности. Работа высокой интенсивности (в III и IV режимах) приводит к значительному за-кислению тканей, а длительная работа в условиях острого ацидоза не дает существенного прироста анаэробной производительности и наносит вред аэробной (происходят набухание крист митохондрий, дегенеративные изменения эритроцитов). Зато известно, что порог анаэробного обмена и скорость разветвления аэробных процессов - подвижные, хорошо тренируемые показатели. Современные тенденции в тренировке в циклических видах спорта заключаются в планировании основной тренировочной работы на уровне ПАНО или чуть выше этого уровня - при лактате 4,5-7,0 мМ/л и при пульсе 150-162 уд/мин.

Повышение уровня ПАНО и МПК имеет существенное биологическое значение, так как: 1) работа на высоких скоростях выполняется за счет наиболее экономичных аэробных источников энергии; 2) наблюдаются меньшие по величине сдвиги во внутренней среде организма, ускоряющие возникновение утомления.

В то же время считается, что периодически надо тренироваться на очень высоких скоростях, выходя на максимальные сдвиги в гомеостазе (лактат до 20 мм/л и выше). Для этих целей используется быстрая интервальная тренировка, сочетающаяся с последующим выполнением больших объемов работы на ЧСС 130-140 уд/мин.

ГЛАВА V. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

5.1. Общие положения о спортивном отборе

Спортивный отбор — это установление пригодности к спортивной деятельности на основе прогнозирования способностей отбираемого. Спортивный отбор -непременный компонент деятельности тренера. Методика отбора может быть эффективной только при условии, если она строится на принципах, имеющих достаточное медико-биологическое обоснование. При использовании несовершенной методики спортивного отбора в группы спортивной подготовки часто попадают дети, не обладающие соответствующими задатками. Материальные средства и труд, затрачиваемые на воспитание из них спортсменов высокого класса, оказываются напрасными.

Понятием "спортивный отбор" обозначается, как правило, отбор в группы подготовки .

Существует еще одна форма отбора: *в команды для предстоящих соревнований*. Этот вид отбора не требует долгосрочного прогноза и более прост в методическом отношении.

Первоначальный, предварительный, отбор в группы подготовки может проводиться двумя путями: в виде физкультурно-спортивной ориентации или спортивной селекции.

Сущность *физкультурно-спортивной ориентации* состоит в прогнозировании степени моторной одаренности детей и в ориентации выявленных одаренных на тренировочные группы для подготовки к достижению высоких спортивных результатов. Таких детей немного, не более 3-5%. Остальным рекомендуется общая оздоровительная подготовка (ОФП) по программам, дифференцируемым с учетом здоровья и физической подготовленности.

Для детей ослабленных, с отклонениями или пороками в физическом развитии составляются специальные облегченные комплексы. Первый этап такой ориентации рекомендуется проводить в 5-7 лет в виде мероприятия, охватывающего всех "организованных" (находящихся в дошкольных учреждениях) детей.

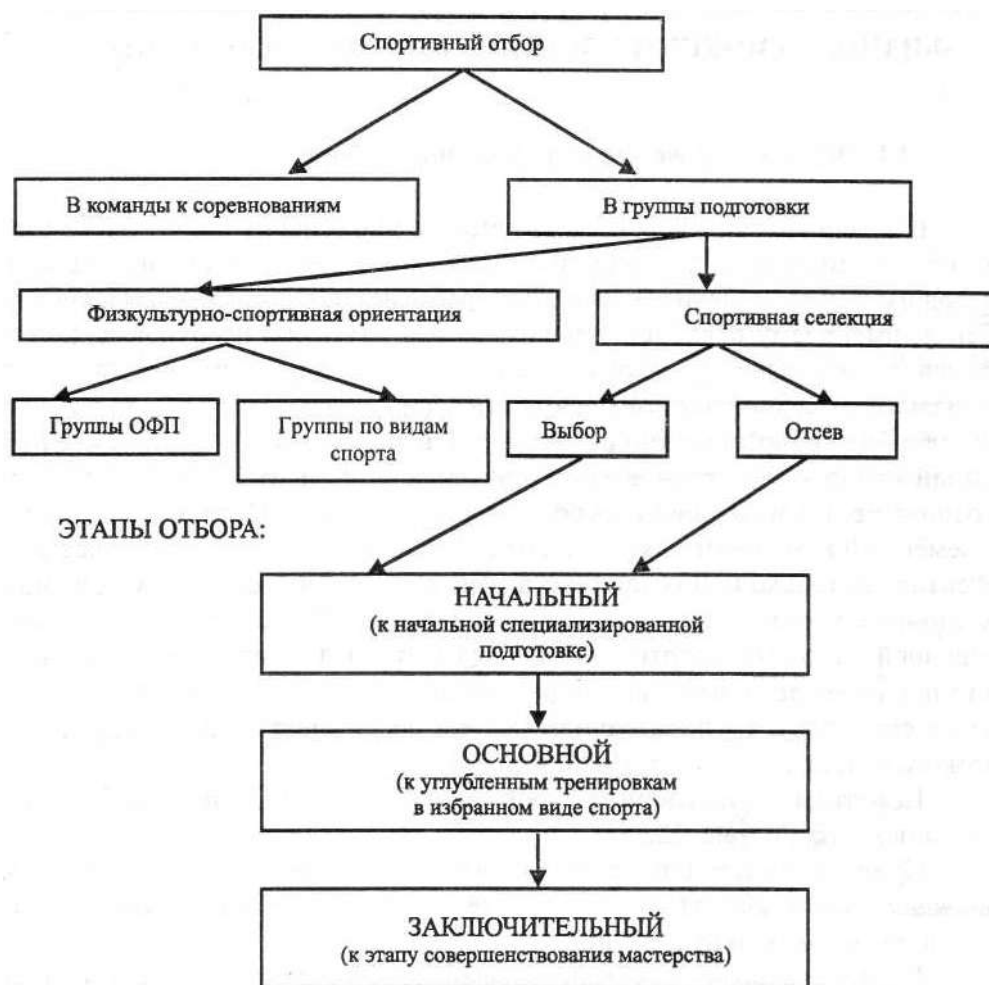


Рис. 8. Виды и организация спортивного отбора

Описанный вид отбора - в основном еще только очень желаемая, но отдаленная перспектива. В настоящее время используется *спортивная селекция*. Она решает более узкую задачу: определение пригодности к занятиям определенным видом спорта или к последующему этапу подготовки в избранном виде спорта.

Различают два вида спортивной селекции: выбор и отсев. *Выбор* - выделение способных из числа детей, не решавших вопроса о своем желании или нежелании заниматься данным видом спорта. Проводится он обычно в дошкольных учреждениях или в школе. При *отсеве* способных выбирают из числа желающих заниматься, а признанные неспособными "отсеиваются".

Отбор в группы спортивной подготовки продолжается многие годы, он многоэтапен. Помимо описанного, предварительного, выделяют

еще три (а иногда и больше) этапа: начальный, основной и заключительный, при проведении которых проверяется, уточняется пригодность к следующим, более высоким, ступеням спортивной подготовки (см. рис. 8).

Различают четыре вида прогноза по отдаленности: оперативный - на 1-2 месяца; краткосрочный - от 2 до 12 месяцев; среднесрочный - от 1 года до 4 лет; долгосрочный - от 4 до 8 лет.

Критерии оперативного прогноза используются при отборе в команду для участия в очередном соревновании. Краткосрочный прогноз необходим при планировании очередного этапа спортивной подготовки. Критерии средне- и долгосрочного прогнозов пригодны для ранних этапов отбора.

5.2. Прогнозирование спортивных способностей.

Объектом отбора являются неординарные спортивные способности к данному виду деятельности. При спортивном отборе решается вопрос, способен ли отбираемый достичь мастерства в избранном виде спорта за определенный период подготовки, то есть каковы потенциальные возможности спортсмена.

Это реально при учете двух компонентов:

1. Уровень полученных по наследству структурных и функциональных задатков, предпосылок к успеху в желаемом виде деятельности, то есть исходный (начальный) уровень физического состояния на момент отбора.
2. Тренируемость как индивидуальный уровень возможностей развития наследственных задатков, который определяется по показателям темпов развития физических качеств, о которых достоверно можно судить только при наблюдении за ребенком в течение 1,5-2 лет.

Только учет этих факторов может обеспечить более надежный прогноз конечного (дефинитивного) уровня развития этих качеств.

После проведения первичного тестирования физического состояния (или отдельных показателей, важных для этого вида спорта) может быть применен прием обычного ранжирования (расстановки показателей по порядку - от наивысшего до самого низкого). Затем выделяются группы с высоким, средним и низким исходным уровнем. В ряде видов спорта для детей различного возраста установлены статистические нормативы для оценок: высокий, средний, низкий. Затем осуществляются повторные измерения тех же показателей через 0,5, 1, 1,5 и 2 года и производится расчет темпов прироста (Т) по формуле:

$$T = \frac{X_{\text{кон}} - X_{\text{исх}}}{X_{\text{исх}}} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$X_{\text{кон}}$ - конечный показатель, измеренный через 0,5-2 года; $X_{\text{исх}}$ - исходный показатель.

Таким образом, мы получаем темп прироста показателя (в %), который может быть также оценен как высокий, средний и низкий. Следующим этапом является определение потенциальных возможностей по предлагаемой схеме (табл. 3).

Таблица 3

Схема определения потенциальных возможностей спортсмена

№ п/п	Соотношение исследуемых показателей	Характеристика способностей
1	Высокий исходный уровень + высокие темпы прироста	Очень большие способности
2	Высокий исходный уровень + средние темпы прироста	Большие способности
3	Средний исходный уровень + высокие темпы прироста	Большие способности
4	Высокий исходный уровень + низкие темпы прироста	Средние способности
5	Средний исходный уровень + средние темпы прироста	Средние способности
6	Низкий исходный уровень + высокие темпы прироста	Средние способности
7	Средний исходный уровень + низкие темпы прироста	Малые способности
8	Низкий исходный уровень + средние темпы прироста	Малые способности
9	Низкий исходный уровень + низкие темпы прироста	Очень малые способности

Разумеется, такие рекомендации следует считать ориентировочными, хотя высокий исходный уровень развития физических качеств, необхо-

димых для данного вида спорта, и высокие темпы их прироста, несомненно, свидетельствуют о перспективности данного спортсмена.

Эффективность отбора определяется решением следующих задач: 1) моделирования эталона идеального спортсмена; 2) выбора в качестве критериев отбора наиболее стабильных в онтогенезе признаков из числа составляющих модель идеального спортсмена; 3) устранения влияния предварительной обученности; 4) учета темпов биологического созревания.

Моделирование эталона идеального спортсмена.

Каждому виду деятельности присуща специфика, обуславливающая свойственный ему спектр требований к строению и функциям организма. Эту специфику хорошо передает факторная структура, отражающая удельный вклад различных систем организма, лимитирующих специальную работоспособность высококвалифицированных спортсменов. На ее материале составляется эталон-модель идеального спортсмена, включающая все параметры, на которых основывается специальная спортивная работоспособность. Критериями отбора могут быть только признаки, входящие в состав модели. Например, МПК -один из важнейших физиологических показателей, но он не может быть критерием отбора в гимнастике или тяжелой атлетике, поскольку не лимитирует специальной работоспособности спортсмена.

Модель идеального спортсмена складывается из параметров, отражающих способности различного уровня (табл. 4).

Таблица 4

Уровни способностей спортсмена

УРОВНИ СПОСОБНОСТЕЙ	СПОСОБНО-	ЭЛЕМЕНТЫ СПОСОБНОСТЕЙ
1. Общие		Состояние здоровья, особенности физического развития, работоспособности, мотивации
2. Спортивные	Общие	К освоению спортивной техники, к преодолению утомления, восстанавливаемость
	Специальные	Специфические для каждого вида спорта

Первые два уровня способностей имеют преимущественное значение на предварительном этапе спортивного отбора, а третий - на всех последующих этапах, когда отбирают к занятиям определенным видом спорта. Этот уровень, который характеризуется уже результатами спортивной деятельности, хотя и специфичен, но тем не менее имеет общие для всех видов спорта характеристики.

Выбор наиболее стабильных в онтогенезе признаков.

Наибольшее значение имеют и заслуживают использования в качестве критериев отбора на его ранних этапах те из них, которые обладают стабильностью, то есть устойчивостью индивидуальных особенностей в онтогенезе. Например, ребенок, выделяющийся среди 8-летних сверстников большой длиной тела, чаще всего остается высоким и в более зрелом возрасте. Параметры, обладающие стабильностью, характеризуются большой степенью генетической обусловленности. Приведем в качестве примера наследуемость некоторых морфо-метрических признаков у человека (табл. 5).

Таблица 5

Наследуемость морфометрических признаков (средние данные ряда исследователей, %)

Наследуемость	Морфометрический признак
85-90	Длина тела, длина верхних и нижних конечностей
80-85	Длина туловища, плеч и предплечья, бедра и голени
70-80	Масса тела, ширина таза и бедер, ширина плечевой кости и колена
60-70	Ширина плеч, голени и запястья
60 и менее	Обхват запястья, лодыжки, бедра и голени, плеча и предплечья, обхват шеи, талии и ягодиц

Из физиологических параметров в значительной степени генетически детерминированы показатели аэробной и анаэробной производительности и гипоксической устойчивости организма.

Из физических качеств наиболее подвержены генетическому контролю быстрота и взрывная сила, анаэробная и аэробная выносливость.

Нестабильные параметры, в значительной степени подверженные средовым воздействиям (например, статическая сила, реакции ЧСС на нагрузку), не следует использовать в качестве критериев отбора на ранних его этапах, так как они поддаются целенаправленному изменению в процессе многолетних тренировок.

Степень стабильности признака, обусловленная жесткостью генетической детерминации, может быть определена различными путями. Наиболее надежны два метода: близнецовый и лонгитудинальных (то есть длительных наблюдений) обследований.

При лонгитудинальных (динамических или продольных) обследованиях выраженность признака ежегодно, на протяжении многих лет (желательно в течение всей прогрессивной стадии онтогенеза) проверяется у одной достаточно представительной группы детей. Показателем стабильности служит коэффициент корреляции между значениями признака: ювенильными (каждого из детских лет) и дефинитивными (зрелого возраста).

Близнецовым методом определяется степень генетической обусловленности признаков.

При проведении отбора важное значение имеет также правильная оценка полученных при обследовании показателей. В этом отношении наибольшего внимания заслуживает учет двух факторов: предварительной обученности и темпов биологического созревания.

Снятие предварительной обученности. Вследствие различий двигательного режима, предварительного упражнения (неупражнения) обследуемые, обладающие равноценными задатками, могут сильно различаться по уровню обусловленных этими задатками способностей. Избежать ошибок, порождаемых предварительной обученностью, можно двумя путями. Один из них - использование в качестве критериев отбора показателей, которые не подвержены предварительной обученности (например, критическая частота световых мельканий - КЧСМ - как показатель лабильности нервной системы). Второй путь - повторные обследования после достаточных по объему стандартных тренировочных занятий. Например, определяются темпы прироста через 0,5-2 года.

Учет темпов биологического созревания. Выявляемый при обследовании уровень показателей - критериев отбора - в любом возрасте (наиболее сильно - в пубертатном) зависит от темпов биологического созревания. Акселераты, раньше вступающие в период "пубертатного скачка", получают временные преимущества по размерам тела и производительности основных физиологических систем организма (сравнительно с ретардантами), которые затем убывают до нуля к началу зрелого возраста. Поэтому значения критериев отбора надо оценивать по нормам не календарного, а

биологического возраста. Темпы биологического созревания, кроме того, могут играть роль самостоятельного критерия отбора.

5.3. Общие положения по построению методики спортивного отбора.

При разработке системы организации отбора в каком-либо виде спорта рекомендуется исходить из следующих положений:

1. Прогноз спортивной одаренности возможен с 10-12 лет, некоторых ее элементов - с 6-8 лет; надежность прогноза снижается в чувствительные периоды.

2. Отбор - длительный, многоэтапный процесс.

3. Каждому виду спорта присуща специфическая система отбора. Технология составления системы отбора складывается из целого ряда действий, выполняемых в определенной последовательности.

4. Разработка или подбор модели спортсмена - перспективной и этапной.

5. Группировка критериев отбора по диапазонам отдаленности прогноза.

6. Отбор критериев для данного этапа.

7. Обследование и оценка показателей с учетом биологического возраста и обученности (предварительной) ребенка.

8. Установление величин необходимых прибавок по ведущим критериям и реальности их получения за срок планируемого этапа подготовки.

9. Принятие решения о спортивной пригодности.

ГЛАВА VI. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1. Работоспособность в условиях пониженного атмосферного давления

Рассмотрим изменения, происходящие в окружающем воздухе и как следствие в организме человека при подъеме в горы. До высоты 1500 м видимых изменений в функционировании организма не происходит. Начиная с этой высоты наблюдаются нарастающие изменения в организме. Для обозначения не безразличных для человека высот (начиная с 1500 м) используется понятие *высокогорье*. Для обозначения коридора высот от 1500 до 2500 м используется термин *среднегорье*.

На уровне моря (до 500 м над уровнем моря), где действует сила тяжести в 1 g, давление воздуха составляет 760 мм рт. ст. Давление обычно колеблется в пределах 730-760 мм рт. ст. Поскольку содержание кислорода в воздухе - 20,93%, его парциальное давление равняется 153 мм рт. ст. При подъеме в горы вес столба воздуха и, соответственно, давление, под которым он находится, уменьшаются при неизменном процентном/долевом соотношении между газами, входящими в состав смеси (табл. 6). Это означает, что в каждом объеме вдыхаемого воздуха содержится меньше молекул кислорода, чем на уровне моря, и парциальное давление O₂ уменьшено. В альвеолярном воздухе содержание кислорода и его парциальное давление также уменьшены. В артериальной крови парциальное напряжение кислорода близко к его парциальному давлению в альвеолярном воздухе и, следовательно, также снижено. Таким образом, к периферическим тканям, в частности к мышцам, доходит меньше кислорода под меньшим парциальным напряжением, т.е. условия снабжения мышц кислородом ухудшаются.

Таблица 6

Барометрическое давление и парциальное давление кислорода на разных высотах

Высота, м	Барометрическое давление, мм рт. ст.	Парциальное давление O ₂ , мм рт. ст.
0(уровень моря)	760	159
1 000	674	141
2 000	596	125
3 000	526	110
4 000	462	97
5 000	231	48

Характерной особенностью высокогорных условий является низкая температура окружающего воздуха. При подъеме на каждые 1000 м температура воздуха уменьшается на 6,5°. Если на уровне моря она составляет 15°C, то на Эвересте она равняется - 40°C. Влажность воздуха зависит от температуры, поэтому в горах она очень низкая. Вследствие этого в горах при дыхании человек теряет много влаги с неоощущаемой перспирацией.

Дыхательная система. Уменьшение содержания кислорода в артериальной крови вызывает изменение импульсации, идущей от хеморецепторных зон дуги аорты и каротидного синуса, и активирует дыхательный центр. Происходит усиление легочной вентиляции, на высоте 4000 м в покое и при умеренно интенсивной работе достигающее 50%. Усиление ле-

гочной вентиляции способствует некоторому увеличению парциального давления кислорода в альвеолярном воздухе, но оно все равно остается ниже, чем на уровне моря. Потребление кислорода также остается уменьшенным. Отношение легочной вентиляции к потреблению кислорода увеличивается, т.е. эффективность внешнего дыхания в горах снижена.

Усиление легочной вентиляции способствует усиленному выделению углекислого газа из организма и, следовательно, уменьшению его содержания в крови. Таким образом, дыхательный центр оказывается под действием двух химических стимулов, действующих в противоположных направлениях: стимулирующее действие деятельности дыхательного центра низкое содержание кислорода в крови и тормозящее, низкое, содержание углекислого газа. *Величина легочной вентиляции оказывается результирующей действия этих двух противоположно направленных стимулов.* Уменьшение углекислого газа при неизменном содержании бикарбоната вызывает защелачивание крови, что плохо переносится организмом. Кислотно-основное равновесие (КОР) выравнивается в течение нескольких дней за счет выведения почками "излишка" бикарбоната.

Парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе на уровне моря составляет примерно 120 мм рт. ст. На высоте 2500 м оно уменьшается до 95 мм рт. ст., т.е. процессы оксигенации крови находятся еще в пределах плоской части кривой диссоциации оксигемоглобина (рис. 9). Процентное насыщение гемоглобина кислородом в этих условиях составляет 90%. При дальнейшем подъеме в горы давление кислорода в альвеолярном воздухе и его напряжение в крови попадают на крутую часть кривой диссоциации оксигемоглобина, и способность крови к связыванию и транспортировке кислорода значительно снижается. Уменьшение насыщения крови кислородом до 80% от нормы сопровождается развитием глубокой гипоксии, вызывающей усталость, головную боль, нарушения сна. Этот комплекс симптомов называется «горная болезнь».

Парциальное напряжение кислорода в артериальной крови несколько ниже, чем его парциальное давление в альвеолярном воздухе. На уровне моря в артериальной крови оно составляет примерно 100 мм рт. ст. На высоте 2500 м оно уменьшается до 60 мм рт. ст. Парциальное напряжение кислорода в мышечной ткани составляет примерно 20 мм рт.ст. и практически не изменяется с высотой. Это означает, что *градиент давлений, определяющий транспорт кислорода из крови в мышечные клетки*, равен 80 мм рт. ст. на уровне моря, а на высоте 2500 м он уменьшается до 40 мм рт. ст., т.е. на 50%. Это обуславливает значительное ухудшение транспорта кислорода в ткани. С ухудшением доставки кислорода в работающие мышцы связано усиление накопления лактата и водородных ионов при выполнении в горах стандартной мышечной работы. Накопление кислых продук-

тов на высоте начинается при работе меньшей интенсивности, чем на уровне моря (*порог анаэробного обмена снижается*).



Рис. 9. Кривая диссоциации оксигемоглобина

Стрелками показан процент насыщения гемоглобина кислородом на разных высотах.

Максимальное потребление кислорода с увеличением высоты уменьшается, причем заметное снижение начинается с уровня около 1500 м, соответствующего парциальному давлению кислорода в атмосферном воздухе -125 мм рт. ст. На высоте Эвереста МПК падает до 10-25% от его значения на уровне моря. Чем выше исходная величина МПК, тем больше оно будет на высоте. Поэтому при работе на высоте преимущества имеют спортсмены с более высоким исходным аэробным потенциалом. По-видимому, те немногие альпинисты, которым удалось покорить восьмитысячники без кислородных аппаратов, имели относительно высокие показатели МПК.

Система крови. При пребывании на высоте в результате значительных потерь жидкости при дыхании и развивается дегидратация, сопровождающаяся уменьшением объема циркулирующей крови. Объем плазмы в горах начинает уменьшаться уже через несколько часов после прибытия, и этот процесс продолжается в течение нескольких недель. Общее количество эритроцитов в крови при этом не меняется. В результате концентрация эритроцитов и показатель гематокрита увеличиваются, т.е. происходит увеличение кислородтранспортных возможностей данного объема крови. Для борьбы с развивающейся дегидратацией в горах рекомендуется много пить.

Сердечно-сосудистая система. Возникающее в результате усиленного выделения влаги из организма уменьшение объема циркулирующей крови и увеличение ее вязкости приводят к изменениям в функционировании сердечно-сосудистой системы. Происходит уменьшение систолического объема. Это означает, что для обеспечения того же сердечного выброса требуется увеличенная ЧСС. Поэтому в покое и при стандартной аэробной работе ЧСС в первые дни пребывания в горах выше, чем на уровне моря. Одним из механизмов увеличения МОК на высоте является усиленное сужение венозных сосудов, приводящее к увеличению венозного возврата и центрального объема крови. Усиление сужения вен происходит из-за снижения напряжения углекислого газа в крови. Уже через несколько дней начинается адаптация сердечно-сосудистой системы к пребыванию на высоте. Мышцы извлекают больше кислорода из крови, артерио-венозная разница по кислороду увеличивается, потребность в увеличенном МОК пропадает:

Через 10 дней пребывания на высоте МОК уменьшается до исходного уровня и даже ниже. При выполнении на высоте максимальной аэробной работы максимальные ЧСС и систолический объем оказываются уменьшенными, следовательно, уменьшается и МОК. По-видимому, снижение содержания кислорода в артериальной крови, а также уменьшение МОК в сочетании со сниженным градиентом напряжения кислорода для его транспорта из крови в ткань определяют уменьшение МПК на высоте.

Акклиматизация к пребыванию в условиях высокогорья.

Термин «акклиматизация» используется в физиологии как синоним термина «адаптация» в случае, когда действующим на организм фактором является фактор природной среды, в данном случае пониженное давление воздуха. При длительном пребывании на высоте в организме развиваются адаптивные изменения, направленные на минимизацию последствий вдыхания обедненного кислородом воздуха. В то же время полностью компенсировать воздействие гипоксии на организм не удастся. Основные изменения, происходящие при длительном пребывании в горах, можно разделить на две категории: усиление транспорта кислорода к тканям и усиление эффективности его использования в тканях для получения энергии аэробным путем.

Адаптация дыхательной системы. При попадании человека в условия высокогорья происходит усиление легочной вентиляции, направленное на повышение содержания кислорода в артериальной крови и сопровождающееся уменьшением содержания углекислого газа в крови. Диффузионная способность легких изменяется в высокогорье очень медленно. После полугода пребывания на высоте она остается на прежнем уровне. У по-

стоянных жителей высокогорных областей диффузионная способность легких и легочные объемы заметно выше, чем у жителей равнины.

Адаптация системы крови и кровообращения. Недостаток кислорода в условиях высокогорья стимулирует выделение эритропоэтина - гормона, способствующего образованию эритроцитов. Концентрация эритропоэтина повышается уже через 3 ч после подъема в горы и достигает максимальных значений через 1-2 дня. Истинное увеличение количества эритроцитов в крови становится заметным уже через 3-4 дня пребывания на высоте. Изменения концентрации эритроцитов при подъеме в горы представлены в табл. 7.

Таблица 7

Концентрация эритроцитов у жителей гор на разных высотах

Высота, м	0	1000	1500	2500	3500	4500	5500	6500
Концентрация эритроцитов, млн/мм ³	5,3	5,4	5,5	5,8	6,2	6,6	7,3	8,2

Отношение объема форменных элементов к общему объему крови - показатель гематокрита - у жителей высокогорных районов составляет около 65% против 48% у равнинных жителей. При длительном (6-недельном) пребывании на высоте показатель гематокрита у жителей равнины может подняться до 59%. Концентрация гемоглобина также поднимается при пребывании на высоте, хотя и медленнее, чем концентрация эритроцитов. Степень увеличения концентрации эритроцитов и гемоглобина зависит от высоты: в среднегорье (до 2500 м) она невысока. На каждые 300 м увеличения высоты концентрация гемоглобина в крови увеличивается примерно на 2%.

В начальный период пребывания на высоте МОК при стандартной работе выше, чем на уровне моря. Затем он постепенно снижается до уровня, характерного для условий равнины. Снижение МОК происходит по мере увеличения кислородной емкости крови, связанной с повышением концентрации гемоглобина. ЧСС при выполнении стандартной работы также постепенно снижается до равнинного уровня. У акклиматизированных к высоте людей периферическое сопротивление понижено. Причиной расширения периферических сосудов является гипоксия. Расширение сосудов минимизирует нагрузку на сердце, связанную с увеличением объема циркулирующей крови и повышением ее вязкости. Максимальные показатели МОК, систолического объема и ЧСС остаются пониженными.

Адаптация мышечной системы. При пребывании в высокогорье происходят значительные изменения в мышцах. В течение 4-6 недель нахождения на большой высоте, т.е. в условиях острой гипоксии, в мышцах ног происходит уменьшение площади поперечного сечения мышечных волокон обоих типов на 20-25%. Одновременно увеличивается количество капилляров на единицу площади мышечного среза.

Таким образом, у спортсменов после 4-6-недельного пребывания на большой высоте помимо значительного снижения количества доставляемого к мышцам кислорода собственный энергетический потенциал мышц также заметно снижается.

Выполнение физических упражнений в высокогорье.

Условия пониженного атмосферного давления и гипоксии наиболее глубоко влияют на выполнение тех видов мышечной деятельности, которые предъявляют высокие требования к кислородтранспортной системе. Это виды спорта, развивающие выносливость, с длительным пребыванием на дистанции. Вместе с тем пребывание на высоте не оказывает отрицательного действия на выполнение коротких упражнений анаэробного характера, поскольку энергия для выполнения таких упражнений образуется при анаэробном расщеплении фосфагенов и мышечного гликогена. Кроме того, разреженный воздух способствует уменьшению сопротивления при движении, т.е. при той же скорости внешняя работа оказывается меньше. Это способствует повышению результативности спортивной работы в спринтерском беге, скоростном беге на коньках, спринтерских дистанциях велоспорта.

Спортивная тренировка в среднегорье.

Возникает вопрос, могут ли адаптивные изменения в организме, происходящие при пребывании на высоте, способствовать повышению спортивного результата на равнине? Результаты большинства исследований отрицательны.

Проведение аккуратного сопоставления эффектов тренировки на равнине и в горах весьма затруднительно: очень сложно уравнивать условия тренировки. Переносимость нагрузок в горах меньше, чем на равнине. Имеются проблемы, связанные с обезвоживанием и потерей аппетита. Поэтому проблема пока остается нерешенной.

В то же время очевидно наличие положительных, с точки зрения обеспечения выносливостной работы, изменений, возникающих на высоте. Это прежде всего гипоксические условия функционирования мышечной системы, которые считаются неременным условием, триггером, запус-

кающим цепочку адаптивных структурно-функциональных изменений в мышце, возникающих в результате тренировки.

Имеется еще один очень важный практический вопрос, состоящий в том, как следует готовиться к соревнованиям, проводимым в условиях сред-негорья? Возможны два решения этого вопроса. Первое состоит в том, чтобы не дожидаться развития связанных с подъемом на высоту неблагоприятных изменений в организме (таких, как обезвоживание, расстройства сна) и участвовать в соревнованиях в первые сутки после прибытия.

Второе решение -это прохождение акклиматизации, которая должна длиться не менее 2 недель. Следует иметь в виду, что указанный срок недостаточен для полной акклиматизации, так как для нее в зависимости от высоты необходимо 4-6 недель.

Поскольку в первые дни жизни в горах работоспособность значительно снижена, тренировочные нагрузки в этот период должны составлять 60-70% от обычных. В последующие 10-14 дней нагрузки следует довести до обычного для данного спортсмена уровня. Одним из основных воздействующих факторов при тренировке на высоте является гипоксия, связанная с низким содержанием кислорода во вдыхаемом воздухе.

Логично предположить, что короткие периоды (1-2 ч в день) дыхания газовой смесью с пониженным содержанием кислорода будут способствовать развитию адаптивных изменений, характерных для тренировки на высоте (Метод гипоксической тренировки).

6.2. Работоспособность человека при повышенной и пониженной температуре

Основы терморегуляции

Человек - теплокровное существо, т.е. температура его тела изменяется в достаточно узком диапазоне. Для обеспечения постоянства температуры тела необходимо, чтобы количество образующегося в теле тепла - *теплопродукция* равнялось количеству тепла, отдаваемого во внешнюю среду, - *теплоотдаче*. Образование тепла в организме происходит в результате метаболических реакций в различных тканях организма, прежде всего мышцах, и, следовательно, значительно (в 20 раз) повышается во время мышечной работы, а также за счет холодовой *дрожки*, т.е. произвольных сокращений отдельных мышечных пучков.

Рассеивание тепла обеспечивается несколькими механизмами: проведением, конвекцией, радиацией и испарением.

Термин *проведение* обозначает передачу тепла от одной (более нагретой) части физического тела к другой (менее нагретой) при их непо-

средственном контакте. Тело человека может передавать свое тепло окружающему воздуху при условии, что воздух имеет более низкую температуру. Количество передаваемого тепла зависит от теплопроводности среды, в которой находится человек. Теплопроводность воды в 26 раз выше, чем теплопроводность воздуха, поэтому в воде тело человека очень быстро теряет тепло.

Конвекция - это передача тепла от тела человека окружающему его воздуху, находящемуся в движении, когда уже нагретые слои удаляются от тела и сменяются другими, не нагретыми, т.е. более холодными. Конвекция очень сходна по механизму с проведением, но более эффективна для теплоотдачи. При одинаковой внешней температуре, скажем 23°C, в безветренных условиях тепло будет отдаваться медленнее, чем при наличии обдува. Когда человек находится в движении, условия отдачи тепла лучше, чем в неподвижном состоянии, если только скорость попутного ветра не сопоставима со скоростью перемещения человека. Проведение и конвекция обычно составляют 10-20% от общих потерь тепла организмом.

Радиация - это отдача телом тепла путем излучения электромагнитной энергии, через инфракрасное излучение. В покое тело раздетого человека отдает тепло окружающему воздуху главным образом (на 60%) с помощью радиации.

Испарение - это отдача тепла кожей при переходе в газообразное состояние выделившейся на поверхность кожи воды. Потерю воды за счет диффузии через кожу называют неощущаемой в отличие от потери воды в результате функционирования потовых желез. Последний путь находится под контролем системы терморегуляции и оказывает существенное влияние на общее количество теряемого с испарением тепла. Испарение - единственный процесс, с помощью которого возможна отдача тепла телом в условиях, когда температура среды сравнима с температурой тела или даже выше. При напряженной работе и особенно при работе в жарких условиях испарение пота является основным путем теплоотдачи, составляя до 80% от всех теплопотерь. Наоборот, в покое за счет испарения теряется не более 20% тепла.

С точки зрения терморегуляции тело человека можно представить состоящим из двух компонентов: внешнего, *оболочки*, и внутреннего, *ядра*. *Ядро* - это та часть тела, которая имеет постоянную температуру, а *оболочка* - часть тела, в которой имеется температурный градиент. Через оболочку идет теплообмен между ядром и окружающей средой. Ядро и оболочка изменяют свои размеры в различных температурных условиях: чем интенсивнее сужение поверхностных сосудов на холоде, тем больше объем поверхностных тканей, снижающих свою температуру, т.е. объем обо-

лочки существенно увеличивается, приближаясь по размерам к половине массы тела. И, наоборот, при расширении кожных сосудов в условиях повышенной температуры размеры оболочки уменьшаются до тонкого поверхностного слоя кожи, поскольку градиент температур между ядром и внешней средой на холоде значительно больше, чем в тепле (рис. 10).

Регуляция теплообмена.

Температура ядра человека поддерживается достаточно постоянной в широком диапазоне внешних температур и условий функционирования организма. Однако нельзя сказать, что она неизменна.

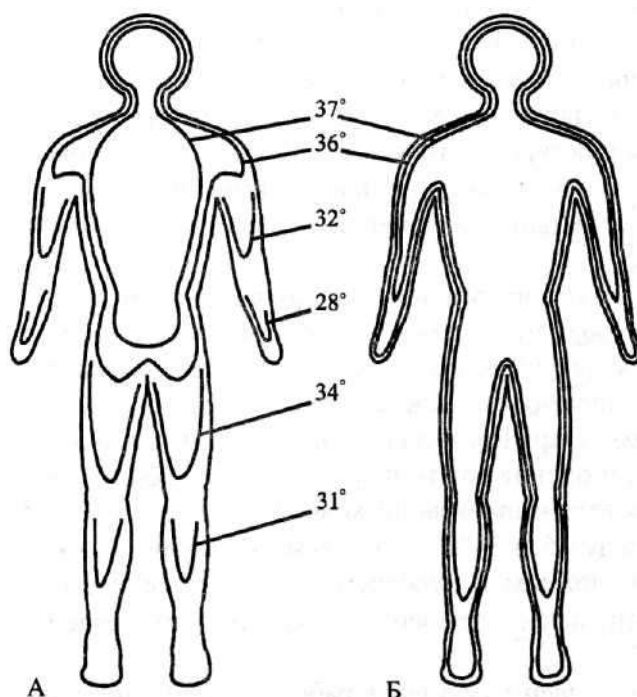


Рис. 10. Температура различных областей тела человека в условиях тепла (А) и холода (Б).

Изотермы соединяют точки с одинаковой температурой. Внутренняя изотерма соответствует границе температурного ядра тела.

При нормальной температуре 37°C совместимыми с жизнью считаются колебания температуры ядра от 33 до $41-42^{\circ}\text{C}$. Для оценки температуры ядра следовало бы измерить температуру в сердце, где смешивается кровь из различных участков тела. Однако это по понятным причинам не делается, и обычно температура ядра оценивается с помощью измерения температуры в прямой кишке - *ректальной температуры*. Ректальная температура немного ниже температуры участка головного мозга, ответ-

ственного за терморегуляцию. Показателем температуры мозга может служить температура вблизи барабанной перепонки, которую измеряют, подведя термометр к барабанной перепонке через наружный слуховой проход, - *тимпанальная температура*. При различных воздействиях, например физической работе, ректальная и тимпанальная температуры изменяются параллельно, хотя ректальная температура несколько более инертна.

Уменьшение температуры тела - *гипотермия* - как правило, связано с охлаждением, когда теплоотдача значительно превышает теплопродукцию. Увеличение температуры тела - *гипертермия* - наоборот, наступает вследствие превышения продукции тепла над его отдачей. Такая ситуация возникает при лихорадочных состояниях и связана с выработкой в организме специфических пирогенных, т.е. повышающих теплопродукцию веществ, а также при интенсивной мышечной деятельности, когда организм не способен рассеивать тепло с той же скоростью, с какой оно образуется в метаболических реакциях. Температура ядра при мышечной работе повышается в зависимости от относительной мощности выполняемой работы и может достигать 39-40°C. Температура работающих мышц при этом поднимается еще выше - до 42°C. Увеличение температуры работающих мышц способствует повышению эффективности происходящих в них метаболических процессов и улучшению сократительных свойств, в частности скоростных характеристик сокращения. Значительное, выше 40°C, и длительное повышение температуры тела может вызвать отрицательные изменения в центральной нервной системе - отек мозга.

Рассмотрим механизмы терморегуляции. Для функционирования любой регуляторной системы необходимы: периферическая воспринимающая (рецепторная) часть, центральная управляющая часть и орган-исполнитель. Рецепторная часть системы терморегуляции включает *периферические и центральные терморесепторы*. Периферические холодовые и тепловые рецепторы расположены в коже и оценивают температуру окружающей среды. Максимальная устойчивая частота импульсации Холодовых рецепторов достигается при температуре между 15 и 34°C, а тепловых - между 38 и 43°C. Центральные рецепторы расположены в переднем гипоталамусе и с очень большой точностью (0,01°) оценивают температуру крови, омывающей эту область мозга.

Гипоталамический центр терморегуляции работает по принципу поддержания установочной, т.е. нормальной температуры. Любое отклонение от этой температуры воспринимается как сигнал о необходимости коррекции. В качестве входящей информации терморегуляторным центром

используются данные терморцепторов с возможно большего количества термочувствительных участков тела.

Система терморегуляции - это одна из наиболее филогенетически молодых, т.е. поздно возникших систем организма. С этим обстоятельством связана особенность системы терморегуляции - множественность органов-исполнителей. Действительно, каждая система в организме имеет свой орган-исполнитель, а у системы терморегуляции их как минимум четыре: потовые железы, кровеносные сосуды (артериолы и артерио-венозные анастомозы кожи), скелетные мышцы, некоторые железы внутренней секреции, поведенческие реакции.

Увеличение внешней температуры вызывает усиление импульсации с периферических терморцепторов. В результате центр терморегуляции через симпатическую нервную систему снижает тонус гладких мышц в стенках ар-териол и артерио-венозных анастомозов, вызывает их расширение.

Одновременно или на несколько минут позднее происходит усиление потоотделения: центр терморегуляции через специализированные симпатические холинергические (в качестве медиатора выделяющие ацетилхолин) волокна активирует потовые железы.

Под действием холода, когда температура кожи снижается ниже нормальной, возникает холодовая дрожь, сопровождающаяся усилением теплопродукции. В результате дрожи внутренняя температура может несколько повыситься. Если на холоде выполняется произвольная физическая работа, возникает значительное повышение внутренней температуры и реакция дрожи подавляется.

Работоспособность при повышенных температуре и влажности

В состоянии покоя в теле образуется тепла 75-90 ккал/ч. Это количество тепла отдается в окружающую среду, и температура тела поддерживается постоянной. При физической работе теплопродукция многократно увеличивается и может достичь 900 ккал/ч. Рассеивание такого количества тепла - большая нагрузка для системы теплоотдачи. При испарении одного литра пота потребляется 580 ккал. Значит, для отдачи 900 ккал нужно испарить 1,55 л пота ($900 \text{ ккал} / 580 \text{ ккал} = 1,55$ л пота).

При физической активности происходит многократное увеличение МОК и перераспределение крови, так что доля МОК, направляемого к работающим мышцам, может достигать до 80-90%. Если же физическая нагрузка выполняется в условиях повышенной температуры и влажности, помимо задачи обеспечения работающих мышц достаточным количеством

крови приходится решать и задачу регуляции температуры тела, связанную со значительным увеличением кожного кровотока. Достаточно сказать, что при работе в комфортных условиях доля кожного кровотока составляет около 5% от МОК, а в жарких условиях может достигать 20%. Таким образом, возникает конфликт между обеспечением работающих мышц необходимым количеством крови и направлением достаточных количеств крови к коже для терморегуляции. В результате расширения кожных сосудов туда направляется значительное количество крови и кровоснабжение работающих мышц уменьшается. Как следствие снижается выносливость. В результате специфического перераспределения крови венозный возврат к сердцу уменьшается. Это влечет за собой уменьшение систолического объема. МОК некоторое время удается поддерживать на постоянном уровне за счет увеличения ЧСС. В дальнейшем МОК падает, несмотря на увеличенную по сравнению с комфортными условиями ЧСС.

В связи с уменьшением кровоснабжения работающих мышц они в большей степени используют в качестве источника энергии анаэробный гликолиз, в результате увеличиваются расход мышечного гликогена и накопление лактата в работающих мышцах.

При увеличении скорости потообразования количество ионов натрия и хлора в поте значительно увеличивается. У тренированных спортсменов в видах спорта, развивающих выносливость, концентрация ионов натрия и хлора в поте ниже, чем у нетренированных людей, по-видимому, за счет действия альдостерона.

Расстройства в функционировании организма, связанные с действием повышенной температуры.

При одновременном воздействии на организм повышенной внешней температуры и физической нагрузки возникает выраженное рассогласование между накоплением в организме тепла и возможностями его отдачи. В результате могут развиваться следующие нежелательные состояния: мышечные судороги, тепловая перегрузка и тепловой удар.

Наиболее вероятной причиной возникновения мышечных судорог при работе в условиях повышенной температуры являются потери электролитов и обезвоживание, обусловленные интенсивным потоотделением.

Тепловая перегрузка - это расстройство, связанное с неспособностью сердечно-сосудистой системы удовлетворять повышенные потребности организма в условиях теплового стресса (избыточного накопления тепла в организме). При уменьшенном объеме крови это может привести к следующему симптомокомплексу: понижение АД на фоне слабого учащенного пульса, одышка, головокружение, утомление, рвота. Кожа может быть или влажной и холодной, или горячей и сухой. При тепловой пере-

грузке терморегуляторные механизмы продолжают функционировать, но не в состоянии обеспечить необходимую теплоотдачу из-за недостаточного количества крови в кожных сосудах.

Тепловой удар - опасное для жизни состояние, возникающее в результате неадекватной работы системы терморегуляции. Для теплового удара характерны: подъем температуры ядра выше 40°C, прекращение потоотделения и как следствие - горячая и сухая кожа, повышенное АД, учащенный сердечный ритм, одышка, головная боль, головокружение. Возможны помрачение сознания, галлюцинации, полная потеря сознания. Поскольку теплопродукция во время работы зависит от массы тела, крупные спортсмены сильнее подвержены перегреванию, чем маленькие.

Восполнение потерь воды во время соревнований.

Как уже упоминалось выше, при выполнении интенсивной и длительной (не менее 30 мин) физической работы при повышенной окружающей температуре происходит значительная потеря жидкости - обезвоживание организма, которое в конечном счете может привести к тепловому удару. Чтобы избежать этого опасного состояния, необходимо восстанавливать содержание жидкости в организме с помощью питья, причем в идеальном случае количество потребляемой жидкости должно соответствовать количеству выделившегося пота. Поскольку центр жажды недооценивает потери жидкости, пить надо "с избытком", т.е. больше, чем хочется.

При достаточном потреблении воды на дистанции температура повышается в меньшей степени. Если прием жидкости правильно распределен во времени (по дистанции), т.е. при дробном приеме воды - по 150-200 мл каждые 10-15 мин, уменьшаются потери плазмы и, следовательно, поддерживается нормальный объем циркулирующей крови, что положительно сказывается на работе сердечно-сосудистой системы. Прием жидкости на дистанции вызывает увеличение работоспособности.

Что и как следует пить на дистанции? Известно, что большие объемы жидкости быстрее уходят из желудка, однако на дистанции переполнение желудка вызовет неприятные ощущения, поэтому пить следует понемногу, но часто. Известно также, что холодная жидкость быстрее удаляется из желудка за счет усиления активности гладких мышц, следовательно, питье должно быть охлажденным. Потребление растворов глюкозы не только способствует восполнению запасов жидкости в организме, но и дает возможность поддерживать нормальный уровень глюкозы в крови, что очень важно для сохранения высокой работоспособности при длительной работе, поскольку концентрация глюкозы в крови при этом уменьшается.

Вместе с тем известно, что растворы глюкозы высокой концентрации медленнее эвакуируются из желудка, т.е. выпитая жидкость дольше

находится в желудке. Таким образом, целесообразно применять растворы глюкозы низкой концентрации - не более 2,5%. Для ускорения эвакуации из желудка питье должно быть низкоосмолярным, что обеспечивается низким содержанием в нем солей.

При определении общего количества жидкости, которое желательно выпить на дистанции, следует иметь в виду, что максимальная скорость всасывания воды не превышает 0,8 л/ч. Прием дополнительного количества солей показан только при повторном (несколько дней подряд) выполнении тяжелой и длительной работы со значительным потоотделением. Но даже в этом случае солевые растворы следует принимать не во время работы.

Работоспособность в условиях пониженной окружающей температуры

При снижении температуры окружающей среды происходит увеличение разницы между внешней температурой и температурой тела. Вследствие этого увеличиваются потери тепла организмом через теплоотдачу проведением, конвекцией и радиацией. Для борьбы с потерями тепла служат механизмы активируемые гипоталамическим центром терморегуляции: сужение кожных сосудов и увеличение теплопродукции. Поскольку эти механизмы могут не обеспечить достаточную теплоизоляцию, мы используем также теплую одежду и запасы подкожного жира, который имеет низкую теплопроводность и поэтому является хорошим теплоизолятором. Теплотери зависят также от отношения поверхности тела к его массе. Чем крупнее человек, тем меньше это отношение и легче бороться с гипотермией. Соответственно у маленьких детей это отношение большое и им труднее поддерживать постоянную температуру тела в условиях пониженной внешней температуры.

При снижении внешней температуры с комфортного уровня 29°C до 22°C у обнаженного человека, находящегося в покое, тепло теле сохраняется за счет сужения периферических сосудов. При дальнейшем снижении внешней температуры наступает холодная дрожь, вызывающая увеличение теплопродукции в организме. Чем ниже внешняя температура тем больше мышечных групп вовлекается в холодную дрожь и тем она становится сильнее.

Отдельный интерес представляет проблема теплотерь холодной воде. В воде основным способом теплоотдачи является прохождение. Поскольку теплопроводность воды значительно (в 26 раз) выше, чем воздух интенсивность теплотерь проведением в ней в 26 раз выше, чем в воздухе. С учетом других способов теплоотдачи (конвекции, радиации, пототиспарения) тело отдает тепло в воде в 4 раза быстрее, чем в воздухе.

Если температура воды не ниже 32°C, температура ядра тела человека, находящегося в покое без движения, остается постоянной. При снижении температуры воды ниже 32°C теплопотери увеличиваются в такой степени, что не могут быть компенсированы теплопродукцией, и возникает гипотермия. Теплоизоляция воды в значительной степени зависит от количества подкожного жира. Люди с избыточным весом значительно лучше переносят плавание в холодной воде чем худые.

Во время выполнения мышечной работы небольшой интенсивности в условиях пониженной температуры потребление кислорода повышено по сравнению с работой в комфортных условиях за счет холодовой дрожи. При увеличении интенсивности работы зависимость потребления кислорода от температуры исчезает в связи с прекращением холодовой дрожи. Интенсивные физические нагрузки служат мощным фактором разогрева. Достаточно сравнить повышение интенсивности обмена при холодовой дрожи (в 2-5 раз) и при интенсивной мышечной деятельности (в 20-30 раз). Выполнение физических упражнений при пониженной, но не минусовой температуре в некоторых отношениях предпочтительнее по сравнению с жаркими условиями, поскольку улучшает условия теплоотдачи.

В исключительно холодных условиях теплопотери могут превышать количество образуемого тепла и тогда развивается состояние гипотермии. Выполнение физических нагрузок в условиях пониженной внешней температуры создает необычные условия для работы мышц.

Значительное охлаждение мышц сопровождается снижением их сократительных и скоростных свойств. Как следствие этого для выполнения той же внешней работы нужно прикладывать больше усилий. Это приводит к быстрому развитию утомления и снижает интенсивность работы.

Расстройства в функционировании организма, связанные с действием пониженной температуры.

Длительное пребывание в условиях пониженной температуры может сопровождаться опасными осложнениями — гипотермией и обморожениями. Показано, что для большинства людей нижний предел температуры ядра, совместимый с жизнью, составляет 23-25°C, однако описаны случаи понижения температуры ядра до 18°C и ниже. Рекорд составляет 9°C. При снижении температуры ядра ниже 34°C гипоталамический центр терморегуляции начинает «ошибаться», а при температуре 29°C полностью прекращает функционировать и организм оказывается неспособным поддерживать постоянную температуру тела. Интенсивность протекания метаболических реакций резко снижается: на 50% при снижении температуры на каждые 10°C. Смертельные случаи при гипотермии связаны с остановкой сердца.

Обморожение - это состояние, возникающее при значительном снижении кожной температуры. Кожа при этом быстро охлаждается. В сочетании с уменьшением потребления кислорода и недостаточной интенсивностью метаболизма это может привести к развитию гангрены и отмиранию тканей. Прежде чем лечить обмороженные участки, их следует разогреть.

6.3. Спортивная работоспособность при смене поясноклиматических условий

Среди биологических ритмов человека центральное место занимают околосуточные, или циркадные (циркадианные) ритмы, период которых колеблется около 24 часов. Стереотипные, тысячелетиями повторяющиеся суточные колебания среды в виде смены дня и ночи создали в организме прочную систему последовательных изменений функций организма. Суточные колебания обнаруживаются в деятельности высших отделов ЦНС, в гемодинамике и дыхании, в системе крови и терморегуляции, в деятельности пищеварительного аппарата и обмена веществ, в мышечной силе, быстроте и выносливости, физической и умственной работоспособности и в других проявлениях жизнедеятельности организма.

В настоящее время известно около 60 разных физиологических функций организма, имеющих четкую суточную периодичность, причем фаза максимальной деятельности в большинстве случаев приходится на период бодрствования, а минимум - примерно на 4 часа ночи. По индивидуальным особенностям проявления суточных биоритмов различают людей наиболее активных и работоспособных утром ("жаворонков"), вечером ("сов") и в течение всего дня (аритмиков). Строгое чередование физиологических процессов во времени является одним из выражений биологической целесообразности и физиологической целостности организма.

Возможность нарушения суточных биологических ритмов обусловлена двумя факторами: 1) сменной работой (ночные смены, вахты), 2) быстрым перемещением людей в широтном направлении при пересечении нескольких часовых поясов. Перестройка биоритмов проявляется как субъективными, так и объективными нарушениями (быстрая утомляемость, слабость, бессонница в ночное время и сонливость в дневные часы, изменения функций организма и пониженная работоспособность). В отечественной литературе подобное состояние человека получило наименование "десинхроноза".

Выраженность десинхроноза, характер и скорость адаптационных

перестроек в новых условиях зависят от величины поясно-временных сдвигов, направления перелета, контрастности поясно-климатического режима в пунктах постоянного и временного проживания, характера двигательной деятельности спортсменов. При возвращении в место постоянного жительства реадaptация людей протекает в более короткий период, чем адаптация к новым условиям.

В основе формирования суточной периодики лежит условно-рефлекторный динамический стереотип, образование которого в новых условиях проходит несколько фаз:

- 2-5-е сутки после перелета характеризуются снижением функций организма и прямых показателей работоспособности;
- 6-10-е сутки сопровождаются колебаниями названных показателей;
- 11-14-е сутки - сопровождаются полным их восстановлением и
- после 15 суток иногда отмечается превышение исходного уровня (сверх-восстановление).

В течение суток двигательные возможности людей неодинаковы и находятся в полном соответствии с циркадным ритмом. Самая низкая работоспособность и снижение физических качеств наблюдаются ночью с 2 до 4 час., они понижены и днем с 14 до 16 час. Самые высокие показатели у "жаворонков" отмечаются с 8 до 12 час, а у "сов" - с 16 до 18 час и позже. Этим обусловлены индивидуальные варианты наибольшей эффективности тренировочных занятий и выступлений на соревнованиях в периоды наиболее благоприятного для отдельных лиц времени суток.

Существенное влияние на процессы адаптации к новым поясно-климатическим условиям оказывает специфика двигательной деятельности. В частности, десинхроноз больше сказывается на выполнение скоростных, скоростно-силовых и сложно-координационных упражнений, в упражнениях на выносливость его влияние значительно меньше.

Работоспособность спортсменов изменяется также от месяца к месяцу, от сезона к сезону, т. е. зависит от биоритмов с длительными периодами. Однако изучены они недостаточно, поэтому в настоящее время нет убедительных, научно-обоснованных предпосылок для использования их в тренерской практике.

ГЛАВА VII. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ ЖЕНЩИН

7.1. Физиологические особенности женского организма

Особенности строения и функций женского организма определяют его отличия в умственной и физической работоспособности. В общепедагогическом аспекте женщины по сравнению с мужчинами характеризуются лучшей приспособляемостью к изменениям внешней среды (температурным сдвигам, голоду, кровопотере, ряду болезней), меньшей детской смертностью и большей продолжительностью жизни (рис. 11).

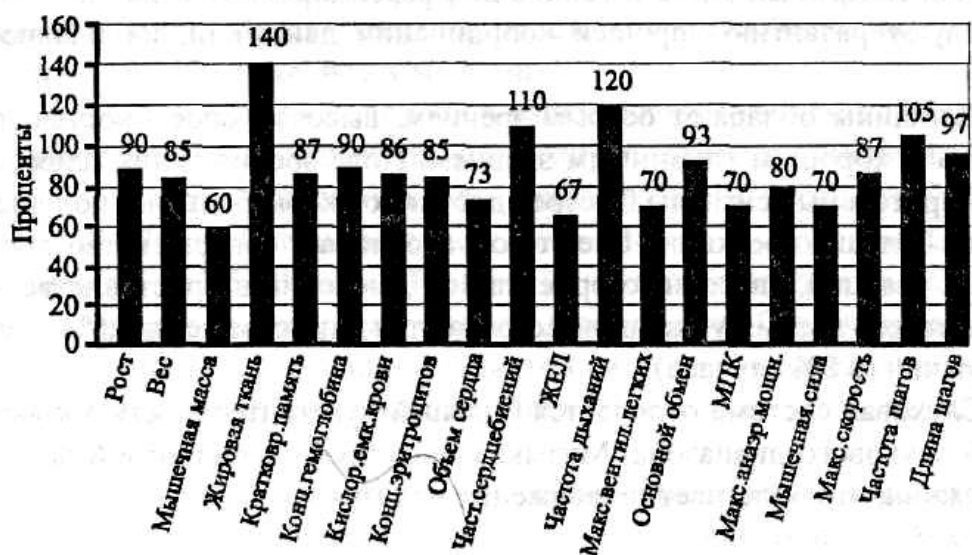


Рис. 11. Морфофизиологические показатели женского организма в сравнении с мужским (принято за 100%).

У женщин относительно более узкие суставы, а значит более слабые связки и сухожилия. При этом соединительные ткани женщин эластичнее, чем мужские, что даёт им возможность проявлять большую (на 15–20%) гибкость. Этот фактор позволяет демонстрировать в упражнениях большую амплитуду движения. Позвоночник у женщин относительно длиннее, а конечности – короче, чем у мужчин. Структура тазовой области пропорционально более мощная, чем у мужчин, плечевого пояса – наоборот. Женщины имеют более высокое содержание жира в организме и меньшее содержание мышечной ткани. В среднем даже очень подготовленные спортсменки в соревновательной форме содержат на 10–15% больше жира, чем мужчины спортсмены. Отмечается также разница в

локализации мышечной и жировой ткани – у женщин относительно большая часть мышечной и жировой ткани локализована в нижней части тела.

Предельная сила мышц нижних конечностей на 27% меньше, чем у мужчин, плечевого пояса – на 40–70%. Женщин также отличает более возбудимая нервная система и больший срок восстановления работоспособности. Объем женского сердца на 10–20% меньше, а частота дыхания и сердечных сокращений соответственно выше. Рабочая гипертрофия мышц в результате силовых тренировок женщин меньше, чем у мужчин, поскольку она регулируется, главным образом, мужскими половыми гормонами, нормальная концентрация которых у мужчин значительно выше (в среднем в 10 раз прим. автора), чем у женщин.

Для организма женщин характерны специфические особенности деятельности мозга. Доминирующая роль левого полушария у них проявляется в меньшей степени, чем у мужчин. Это связано с достаточно выраженным представительством речевой функции не только в левом, но и в правом полушарии. Женщин отличает высокая способность к переработке речевой информации, овладению родным и иностранным языком, синхронному переводу, а также словесно-аналитическая стратегия решений и высокая степень *речевой регуляции движений*. В процессе их обучения физическим упражнениям следует делать акцент на методе рассказа. В то же время скорость переработки информации у женщин ниже, чем у мужчин.

Вместе с тем *более высокий уровень мотивации*, а также высокие показатели обучаемости женщин обуславливают достижение ими значительных успехов. Женщинам присуща более высокая эмоциональная возбудимость, эмоциональная неустойчивость и тревожность по сравнению с мужчинами. Они весьма чувствительны к поощрениям и замечаниям, что необходимо учитывать тренерам и педагогам.

Высокая чувствительность кожных рецепторов, двигательной и вестибулярной сенсорных систем, тонкие дифференцировки мышечного чувства способствуют развитию хорошей координации движений, их плавности и четкости.

Женщины обладают острым зрением, высокой способностью различать цвета и хорошим глубинным зрением. Поле зрения у них шире, чем у мужчин. Зрительные сигналы быстрее достигают коры больших полушарий и вызывают большую реакцию. Все это обуславливает совершенство глазодвигательных реакций, уверенную ориентацию движений в пространстве. Нарушения цветного зрения у женщин встречаются много реже (в 0,5% случаев), чем у мужчин (в 8% случаев).

Слуховая система отличается большей чувствительностью к высоким частотам звукового диапазона. Музыкальный слух у женщин в 6 раз лучше, чем у мужчин, что облегчает их движения под музыку.

7.2. Особенности двигательного аппарата и развития физических качеств

У женщин длина тела меньше, чем у мужчин в среднем на 10 см, вес - на 10 кг. Конечности у женщин короче, а туловище длиннее, поперечные размеры таза больше, а плечи уже. Эти особенности строения тела обуславливают более низкое общее положение центра масс, что способствует лучшему сохранению равновесия, например в гребле, упражнениях на бревне и т.п. Вместе с тем большая ширина таза снижает эффективность движения при локомоциях.

Абсолютная мышечная сила у женщин меньше, чем у мужчин, так как у них тоньше мышечные волокна и меньше мышечная масса (составляя примерно 30-35% веса тела). Максимальная произвольная сила более слабых мышц руки, плечевого пояса и туловища составляет у женщин 40-70% от показателей у мужчин, а более сильных мышц ног - 70-80%. Максимальные показатели силы достигаются в 15-16 лет.

Женщины отличаются меньшим развитием качества быстроты по сравнению с мужчинами. Максимальная скорость и частота движений у женщин на 10-15% ниже, чем у мужчин.

Женщины обладают хорошей выносливостью к длительной циклической работе аэробного характера. Другими словами, они имеют высокую общую выносливость. Максимальных показателей она достигает у женщин в возрасте 18-22 лет.

Уже с ранних лет для девочек характерна хорошая гибкость в суставах, обусловленная большой подвижностью позвоночника и высокой эластичностью связочного аппарата.

Энерготраты, аэробные и анаэробные возможности

Для женщин характерен более низкий, чем для мужчин, уровень основного обмена (примерно на 7%). Экономичность основного обмена определяет более высокую выживаемость женщин в некоторых неблагоприятных условиях (например, при голодании).

Рабочие энерготраты зависят от характера нагрузки. При сходстве биомеханических условий движений (работа на велоэргометре или на тредбане) энерготраты на 1 кг веса тела у женщин такие же, что и у мужчин. Однако в условиях естественных локомоций они превышают показатели мужчин: при ходьбе - на 6-7%, при беге - на 10%. При этом и

общие рабочие энерготраты у женщин значительно больше. Это связано с менее экономичной техникой выполнения спортивных упражнений (у женщин короче и чаще шаги, больше колебания тела).

Для женщин характерна более совершенная терморегуляция. У них наиболее равномерно расположены на поверхности тела потовые железы, кожа богаче капиллярами и эффективнее отдает тепло при работе.

Аэробные возможности женщин, оцениваемые по показателю максимального потребления кислорода (МПК), в среднем меньше на 25-30%, чем у мужчин. Ограниченные аэробные возможности приводят при повышении мощности работы к более быстрому переходу женского организма на анаэробную энергопродукцию, что свидетельствует о более низком пороге анаэробного обмена (ПАНО).

Особенностью работы женщин в аэробных условиях является их более высокая по сравнению с мужчинами способность утилизировать жиры. Запасы жира в женском организме значительнее (в среднем около 30% веса тела), больше и абсолютное количество жира. Однако переход на утилизацию жиров означает менее экономное расходование кислорода и лимитирует выполнение работы, связанной с дефицитом кислорода.

Специфика вегетативных функций

Дыхание женщин характеризуется меньшими величинами объемов и емкостей легких, более высокими частотными показателями. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) у женщин меньше, чем у мужчин, примерно на 1000 мл. Дыхательный объем как в покое, так и во время работы меньше, а частота дыхания - выше.

В системе крови у женщин отмечено сниженное количество эритроцитов и гемоглобина при одинаковом у лиц обоего пола числе лейкоцитов и тромбоцитов. Меньше и объем циркулирующей крови.

Более низкая (на 10-15%) концентрация в крови гемоглобина обуславливает меньшую кислородную емкость крови. Недостаточное кислородное снабжение мышц может приводить при работе, особенно в зоне субмаксимальной мощности, к резко выраженному закислению крови, при этом рН крови снижается от 7,38 до 7,11. Такие нагрузки тяжело переносятся женским организмом, особенно в период полового созревания.

Женское сердце по объему и массе уступает мужскому. Абсолютный объем сердца не занимающихся спортом женщин составляет в среднем 580 см³, у спортсменок - 640-793 см³. Меньшим объемам сердца и его желудочков соответствует меньшая величина МОК. Это компенсируется более высокой ЧСС и большей скоростью кровотока.

Влияние больших нагрузок на организм спортсменок

Регулярное применение больших объемов тренировочных нагрузок и недостаточное соблюдение принципа постепенности в повышении их объема и интенсивности могут приводить, особенно у юных спортсменок, к неблагоприятным изменениям, прежде всего к нарушениям овариально-менструальных циклов (ОМЦ). Большие нагрузки вызывают увеличение выброса гипофизом адренокортикотропного гормона и, соответственно, выброса надпочечниками андрогенов. Это, в свою очередь, тормозит гонадотропную функцию гипофиза и в результате нарушает функции яичников. Женщины-стайеры отличаются меньшим весом тела, уменьшением процента жировой ткани, подавлением активности гипоталамо-гипофизарно-половой системы.

Интенсивные тренировки с большим объемом нагрузок, начатые до начала периода полового созревания, могут задерживать срок наступления первых менструаций. Примерно у 1/3 женщин, тренирующихся на выносливость, зафиксирована задержка наступления первых менструаций, а после их наступления развитие недостаточности (олигоменорея) или вторичное их прекращение (аменорея). Причиной развития спортивной аменореи считают снижение содержания в организме жира, так как при его показателях ниже 16% веса тела нарушается продукция женских половых гормонов эстрогенов.

7.3. Влияние биологического цикла на работоспособность женщин

Овариально-менструальный цикл (ОМЦ)

Обязательным условием при планировании тренировочного процесса женщин является учёт влияния овариально-менструального цикла (ОМЦ) на работоспособность и общее состояние занимающихся. Продолжительность цикла составляет от 21 до 42 суток (в среднем принимают 28 суток).

Условно менструальный цикл принято исчислять с первого дня наступившей менструации до первого дня последующей (таб. 8.).

I фаза связана с отторжением слизистой оболочки матки и менструальным кровотечением. В этот период происходит резкое падение уровня обмена веществ, в том числе обмена белков. В коре больших полушарий нарушаются процессы внимания. Снижается чувствительность зрительной, тактильной и других сенсорных систем. Повышаются раздражительность, эмоциональная неустойчивость. Урежается частота дыхания и сердцебиения. В связи с потерей крови (обычно 150-200 мл) уменьшается количество эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов и тромбоцитов.

Во II фазе происходит развитие фолликула в яичнике, вплоть до

его созревания и разрыва (эту фазу также называют фолликулярной, или предо-вуляторной). В этот период нарастает содержание в крови женского полового гормона эстрогена, и происходит развитие слизистой матки. Вес тела в этой фазе может снижаться на 2 кг.

Таблица 8

Общая структура фаз менструального цикла, нагрузки в отдельных фазах (при 28-ми дневном цикле).

Фаза цикла	Продолжительность фазы	Дни от начала цикла	Суммарная тренировочная нагрузка	Целесообразно развитие способности
1. Менструальная	3–5	1–5	Средняя	Гибкости
2. Постменструальная (эстрогенная)	7–9	6–12	Большая	Выносливости (быстрые реакции затруднены)
3. Овуляторная	2–3 (4 *)	13–15	Средняя	Самый низкий уровень работоспособности
4. Постовуляторная (прогестеронная)	7–9	16–24	Большая	Силы, скорости
5. Предменструальная	3–5	25–28	Малая	Гибкости

В III фазе происходит выход из фолликула яйцеклетки (*овуляция*) и попадание ее в маточные трубы и далее в матку.

В IV фазе остатки фолликула образуют желтое тело, которое становится новой железой внутренней секреции и начинает выделять гормон *прогестерон* (в связи с этим данную фазу называют также прогестероновой).

В V фазе (если не произошло оплодотворения яйцеклетки) желтое тело дегенерирует за 2-3 дня до наступления менструации. Концентрация в крови прогестерона и эстрогена уменьшается, снижая функциональные возможности организма.

На протяжении ОМЦ наблюдаются выраженные, гормонально обусловленные, изменения состава крови, силовых показателей, тонуса мышц, водноэлектролитного обмена и т. д. Изменяется также способность организма задерживать воду, что приводит к колебаниям веса тела от 0,5 до 2 кг, при этом на 3–6-й день и на 25–26-й происходит увеличение массы тела, а на 7 и 16-й – её уменьшение (рис. 12).

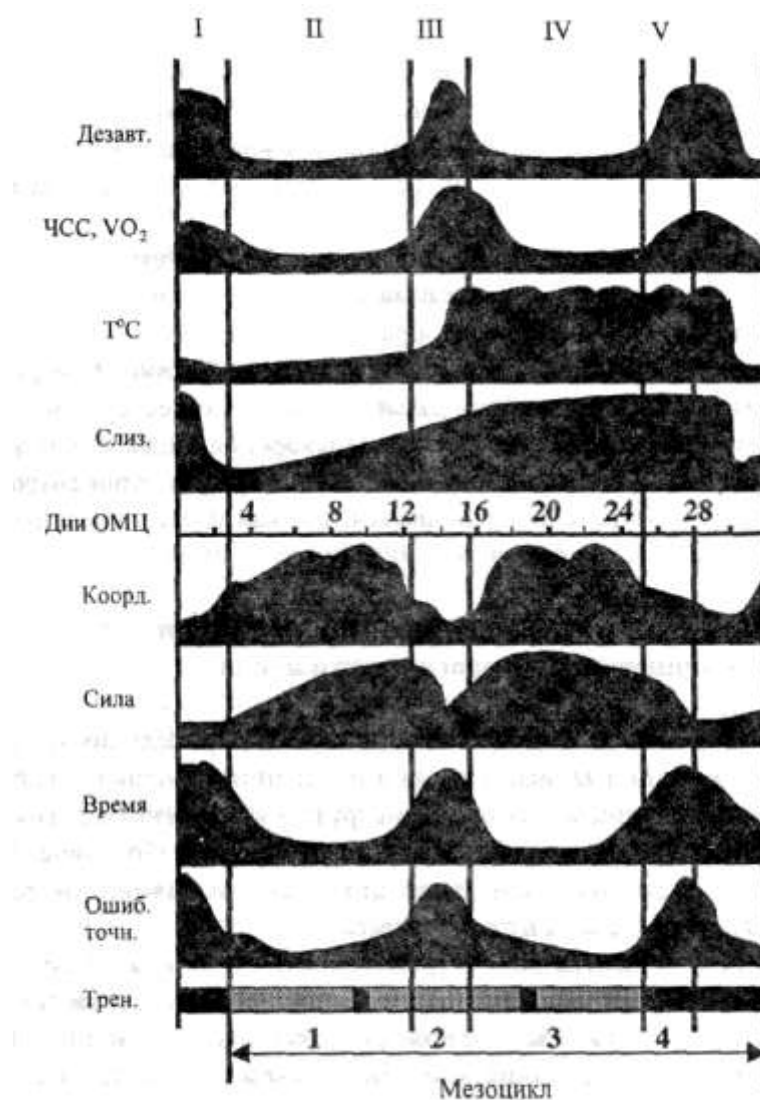


Рис. 12. Изменения различных показателей работоспособности женского организма в разные фазы овариально-менструального цикла

Дезавт. - дезавтоматизация двигательных навыков; *ЧСС, VO_2* - рабочие изменения частоты сердцебиений и потребления кислорода; *T°C* — динамика ректальной температуры тела; *слиз.* — набухание слизистой матки; *коорд., сила, время, ошиб. точн.* - показатели координации, мышечной силы, времени реакции и ошибки точности движений; *трен.* - тренировочные циклы. 1, 2, 3 - обычные микроциклы, 4 - специальный микроцикл; I-V - фазы ОМЦ

Установлена прямая связь между фазами ОМЦ и работоспособностью спортсменок. Отмечается два пика работоспособности. Первый совпадает с повышением концентрации эстрогенов (5–7-й сутки цикла), второй – прогестерона (16–18-й сутки цикла). Относительно высокий уровень

работоспособности сохраняется с 7 по 11-й сутки цикла (вторая фаза цикла), а также с 19 по 25-ые сутки. Начиная с 12 по 15-ые сутки, наблюдается самый низкий уровень работоспособности. Нагрузки следует уменьшить до 50%. В этот период снижаются нагрузки на мышцы живота, таза и нижних конечностей. Не рекомендуется изучение новых движений (упражнений) со сложнокоординационной структурой, в связи с тем, что у спортсменок наблюдается рассеивание внимания. В предменструальной фазе наблюдается второе за цикл снижение работоспособности.

Уменьшение концентрации эритроцитов и гемоглобина в I фазе ОМЦ (менструальной) понижает кислородную емкость крови и, соответственно, аэробные возможности организма. При нагрузке больше обычной повышается частота сердцебиения и дыхания. *Снижаются мышечная сила, быстрота и выносливость, но улучшается гибкость.*

Накопление в крови эстрогена во II фазе (постменструальной) нормализует функции организма, оказывает положительное влияние на функционирование ЦНС, дыхания и сердечно-сосудистой системы; задерживает в организме натрий, азот и жидкость, в костях - фосфор и кальций. Облегчается автоматизация движений. *Работоспособность организма повышается.*

В III фазе концентрация эстрогена в крови начинает снижаться, а концентрация прогестерона еще невелика. Падает уровень основного обмена. *Резко снижается работоспособность и повышается функциональная стоимость выполняемой работы, растет расход кислорода.*

В IV фазе на фоне повышенной концентрации прогестерона происходит *повышение уровня обменных процессов и работоспособности.*

В V фазе концентрация в крови всех половых гормонов снижается и увеличивается количество тирозина (гормона щитовидной железы). Повышается возбудимость ЦНС. В результате преобладания тонуса симпатической нервной системы увеличивается частота сердцебиения и дыхания, сужаются сосуды и повышается артериальное давление. Содержание гликогена в печени уменьшается, а в крови повышается концентрация глюкозы и кальция. Изменяется самочувствие женщины - появляется раздражительность, утомляемость, тошнота, потеря аппетита, возможны жалобы на недомогание, боли внизу живота, в пояснице, крестце, головную боль. *Работоспособность падает.*

Таким образом, работоспособность зависит от перестроек функций организма женщины в различных фазах ОМЦ: в I, III и V фазах ухудшается функциональное состояние и снижается умственная и физическая работоспособность, повышается функциональная стоимость выполняемой работы и возникает физиологический стресс, а во II и IV фазах ОМЦ работоспособность повышается. Оптимальной длительностью ОМЦ для по-

вышения спортивного мастерства считают 28 дней, а неблагоприятной - 36-42 дня и менее 21 дня.

Непосредственно в дни менструации не рекомендуется выполнять силовые упражнения, которые сопровождаются натуживанием, резкими движениями и охлаждением тела. Объем силовых нагрузок в эти дни должен быть небольшим.

С увеличением стажа спортивных выступлений и ростом спортивного мастерства, заметно снижается отрицательное влияние так называемых неблагоприятных фаз (1-ой, 3-ей, 5-ой) на специальную работоспособность.

7.4. Общие принципы организации спортивной тренировки у лиц женского пола

Наиболее опасный возраст для начала тренировок – 11-13 лет. Наиболее благоприятный – 8 лет.

Интенсивные спортивные тренировки, начатые в препубертатном и пубертатном периодах, а также в период от первых менструаций до установления стабильного ОМЦ, в дальнейшем часто приводят к нарушениям менструального цикла.

Наиболее опасная для тренировок фаза менструального цикла – фаза овуляции. В пубертатном периоде и при различных нарушениях менструального цикла тренировки в фазу овуляции строго противопоказаны.

Противопоказания к занятиям спортом в период менструации

1. период полового созревания,
2. инфантилизм,
3. все нарушения менструального цикла,
4. воспалительный процесс в половых органах,
5. перенесённые инфекционные заболевания,
6. аборт до последующего менструального цикла.

При тренировках в период менструации запрещается: большие усилия, сотрясения, натуживание, охлаждение, длительное пребывание на солнце, посещение сауны.

Методические рекомендации по организации тренировок.

Тренировочные занятия женщин организовываются в соответствии с общими принципами спортивной тренировки, т. е. по структуре и применяемым методам и средствам тренировки соответствуют занятиям мужчин. Тем не менее, объем и интенсивность тренировок, а также подбор упражнений имеют некоторые отличия.

Во всех случаях вес отягощения на 5–10% меньше, чем у мужчин. В связи с меньшим количеством мышц, а также относительно большими сроками восстановления после нагрузки планируется на 20–30% мень-

ший суммарный объём занятий, чем у мужчин, аналогично физически подготовленных. При этом уменьшается как общее количество тренировочных дней, так и количество нагрузки в отдельных днях тренировки (занятиях). Расчёт в зонах интенсивности производится по тем же принципам, но с соответствующими уменьшениями.

Предельный вес поднимать не следует. Подъёмам околопредельного веса должна предшествовать значительная предварительная подготовка с обязательным учётом фаз ОМЦ.

В силовой подготовке женщин нецелесообразно применять упражнения с большим прогибанием туловища назад (они могут привести к смещению матки); с максимальной величиной отягощений в положении стоя (могут повлечь нарушение осанки и травмы позвоночника). В работе с девушками и женщинами необходимо свести к минимуму упражнения с натуживанием и прыжки в глубину на жёсткой опоре.

При построении тренировочных микро- и мезоциклов необходим учет как общей длительности специфического биологического цикла спортсменок, так и сроков наступления отдельных его фаз. При этом рекомендуется выделять специальный микроцикл, охватывающий 1-2 дня до менструаций и менструальный период (рис. 20.3). В тренировочный мезоцикл, следовательно, будут включены 2-4 нормальных микроцикла и 1 специальный. Всего в мезо-цикле при длительности ОМЦ 36-32 дня будет содержаться (включая специальный микроцикл) 5 микроциклов, при длительности ОМЦ 28 дней - 4 микроцикла, при длительности 24 дня - 3,5 микроцикла и при длительности ОМЦ 21 день - 3 микроцикла.

В период *специального микроцикла* рекомендуется снижать общий объём нагрузок, применять упражнения на гибкость, на расслабление мышц, на развитие скоростных возможностей, на совершенствование спортивной техники. Следует использовать нагрузки преимущественно на мышцы рук. Противопоказаны глобальные статические нагрузки, силовые упражнения с натуживанием, прыжки, нагрузки на мышцы диафрагмы, таза и живота.

7.5. Беременность и физические нагрузки

Можно считать установленным, что занятия спортом не оказывают отрицательно на протекании беременности и родов. Более того, спортсменки в сравнении с не спортсменками характеризуются меньшим количеством осложнений и проблем, связанных с беременностью и деторождением.

В этой связи следует отметить, что систематические физические нагрузки, обеспечивающие относительно высокий уровень тренированно-

сти до беременности снижают вероятность проявления предположительных рисков, повышая вероятность возможных положительных воздействий. И наоборот, предварительно неподготовленная женщина повышает вероятность проявления предположительных рисков (табл. 9).

В первую половину беременности спортсменки не прекращают занятия избранным видом спорта. При этом высокий объём двигательной активности допустим только вначале беременности. С увеличением срока беременности спортсменка полностью переходит на специальные упражнения для беременных. Виды спорта (упражнения), связанные с сотрясением тела (прыжки, гимнастика), скоростно-силовые упражнения запрещены. *Недопустимо участие в соревнованиях.*

Сроки возобновления тренировок после аборта.

- Не ранее, чем через месяц после нормальной менструации и контрольного осмотра гинеколога.

Сроки возобновления тренировок после родов.

- Минимальный – 3 месяца.
- Оптимальный – 6–12 месяцев.

Большинство специалистов рекомендует возобновлять занятия через 3–5 месяцев не используя первые 2–3 месяца занятий с большими нагрузками, напряжённых скоростно-силовых упражнений. Не ранее, чем через 7–8 месяцев можно возобновить полноценные тренировки.

Влияние беременности на спортивную деятельность

40–50% спортсменок в конце первого года после рождения ребёнка достигают наивысших результатов в своей спортивной карьере, а в течение второго года своих наивысших результатов достигают ещё около 30% спортсменок.

Таблица 9.

Предположительный риск и возможные положительные воздействия физических нагрузок во время беременности

Предположительный риск	Возможные положительные воздействия
<p>Женщины:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Острая гипогликемия · Хроническое утомление · Травмы скелетной мышцы <p>Плод:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Острая гипоксия · Острая гипертермия · Резкое снижение поступления глюкозы · Самопроизвольный аборт в 	<p>Женщины:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Повышенный уровень аэробной производительности · Профилактика чрезмерного увеличения массы тела · Более лёгкие роды · Более быстрое восстановление после родов · Обеспечение хорошей осанки · Профилактика болевых ощущений в

<p>первые 3 месяца беременности</p> <ul style="list-style-type: none"> · Возможность преждевременных родов · Изменения развития · Сокращённая беременность · Уменьшенная масса тела при рождении 	<p>области поясницы</p> <ul style="list-style-type: none"> · Профилактика гестационного диабета · Улучшение настроения <p>Плод:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Незначительная вероятность осложнений после трудных родов
--	---

ГЛАВА VIII. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

8.1. Возрастная периодизация и физиологические особенности детского организма

У детей и подростков двигательная активность выступает в качестве важнейшего фактора, обеспечивающего реализацию генетической программы возрастного развития. Большинство из них испытывает в современных условиях недостаток естественной двигательной активности. Восполнение этого дефицита использованием различных форм занятий физическими упражнениями должно быть правильно организовано, основываться на знании закономерностей возрастного развития ребенка. Задерживающее влияние на процессы роста и биологического созревания может оказывать не только недостаточная, но и избыточная физическая активность. Следовательно, необходимо знать ее оптимальные дозы, которые по мере роста организма не остаются постоянными.

Различные биологические свойства и физиологические функции развиваются неодинаковыми темпами (неравномерность) и имеют не совпадающие по хронологии периоды ускоренных и замедленных приростов, а затем -и спадов (гетерохронизм). Весь жизненный цикл (онтогенез) от момента зарождения до смерти подразделяется на антенатальный (до рождения) и пост-натальный (после рождения). Возрастные периоды после рождения обладают существенными качественными различиями (табл. 10).

Первые семь периодов составляют прогрессивную стадию онтогенеза, зрелый возраст - стационарную, а последующие возрастные периоды -регрессивную стадию.

Большое практическое значение в физическом воспитании и спорте имеют критические (сенситивные, переломные, узловые) периоды, которые характеризуются ускоренным течением онтогенетических процессов. Применение в годы сенситивного периода адекватных тренировочных средств,

стимулирующих развитие определенного физического качества (например, силы мышц-сгибателей в пубертатном периоде) или определенной функции (например, речевой в возрасте от 2 до 5 лет), дает наибольший эффект по сравнению с предыдущими и последующими годами.

Ввиду гетерохронности онтогенетических процессов возрастные рубежи их прохождения для различных качеств и функций часто не совпадают. Как общие критические периоды выступают первый год жизни и подростковый возраст, когда ускоренно развиваются все важнейшие физиологические системы.

Таблица 10

Возрастная периодизация постнатального онтогенеза

№	ПЕРИОД	ВОЗРАСТ
1	Новорожденное	Первые 10 дней жизни
2	Младенчество (грудной возраст)	От 11 -го дня до одного года
3	Раннее детство	От 1 года до 3 лет
4	Первое детство	От 3 до 6 лет - девочки, до 7 лет -
5	Второе детство (препубертат)	От 6 до 10 лет - девочки, от 7 до 12 - мальчики
6	Подростковый возраст (пубертат)	От 10 до 13 лет - девочки, от 12 до 15 -мальчики
7	Юность (постпубертат)	От 13 до 16-17 лет - девушки, от 15 до 18-19 лет - юноши
8	Зрелый возраст: 1-й период (молодость) 2-й период (средний возраст)	От 17 до 35 лет - женщины, от 19 до 35 лет - мужчины От 35 до 55 лет женщины и до 60 лет - мужчины
9	Пожилой возраст	От 55 до 75 лет - женщины, от 60 до 75 лет -мужчины
10	Старость	От 75 до 90 лет
11	Долгожительство	Старше 90 лет

Возрастное развитие вегетативных систем

В прогрессивной стадии онтогенеза в качестве основной закономер-

ности выступает рост размеров всех органов и тканей и всего организма. Производительность органов и физиологических систем организма зависит главным образом от их размеров, увеличение которых сопровождается процессами дифференцировки, качественного совершенствования. Рост размеров тела предопределяется процессами роста и оссификации скелета.

В детские годы рост размеров тела человека и его отдельных органов и их функциональное совершенствование регулируются в основном сомато-тропным гормоном (СТГ), вырабатываемым в передней доле гипофиза. СТГ воздействует на все основные органы и ткани, усиливая в них интенсивность; синтеза белков и других веществ, используемых для построения клеточных структур.

В пубертатном и постпубертатном периодах ведущая роль в регуляции роста и развития переходит к половым гормонам, обладающим не только андрогенными, но и анаболическими свойствами. К таким гормонам относятся андрогены (мужские половые гормоны), главный из которых — тестостерон. Тестостерон усиливает процессы возбуждения в ЦНС и синтез белков в организме, главным образом в костях, скелетных мышцах, миокарде, легки: и кроветворной ткани. Благодаря этому стимулируется рост костей и размеры тела и совершенствуются функции всего организма.

Обмен веществ и энергии в начале жизни отличается высокой интенсивностью. Эта особенность объясняется прежде всего большим расходом энергии и пластических материалов для обеспечения роста и развития организма. Кроме того, чем меньше ребенок, тем больше относительная поверхность его тела, а поэтому выше и относительная величина основного обмена.

Система крови

Количество эритроцитов и гемоглобина самое низкое в начале жизни и на протяжении всех детских лет медленно нарастает. У мальчиков нарастание продолжается и в пубертатном периоде, а у девочек - прекращается. Вследствие этого формируется преимущество мальчиков над девочками по содержанию эритроцитов и гемоглобина в крови и вместе с тем по общему количеству крови.

В пубертатном периоде возникает критическая стадия в развитии системы иммунологической защиты, проявляющаяся в угнетении клеточного звена иммунитета и уменьшении массы лимфоидных органов. Временное ослабление иммунитета могут усугублять вредные привычки и стрессы.

Кровообращение

В начале жизни у ребенка относительная величина сердца, как и минутный объем крови, в два раза больше, чем у взрослых. С увеличением

возраста размеры и производительность сердца растут, а их относительные величины уменьшаются. В пубертатном периоде интенсивность этих возрастных изменений ускоряется. Увеличивается масса сердца, в основном за счет левого желудочка. Занятия циклическими видами спорта, особенно при специализации в беге на длинные дистанции, способствуют большему увеличению размеров сердца.

ЧСС на 1-м году жизни очень высокая (120-150 уд/мин), а затем, в связи со становлением и усилением тонуса парасимпатической нервной системы, быстро снижается. Периоды более интенсивного урежения ЧСС: конец 1-го года, от 3 до 4 лет и от 6 до 8 лет. К началу юношеского возраста ЧСС устанавливается на уровне зрелого возраста - 70-80 уд/мин.

Реакция ЧСС на одинаковые нагрузки у детей выражена сильнее, чем у взрослых.

Внешнее дыхание

С ростом и развитием организма увеличивается общая емкость легких и изменяются все показатели внешнего дыхания: частота, глубина, минутный объем дыхания, жизненная емкость легких. Особенно интенсивный рост легких отмечается между 12 и 16 годами.

Занятия спортом способствуют увеличению ЖЕЛ. Наибольшей ЖЕЛ обладают юные пловцы, гребцы, у которых она превышает 5 и более литров. У юных спортсменов имеется лучшее соотношение легочных объемов: снижается доля остаточного объема в функциональной остаточной емкости, увеличивается запас кислорода в альвеолах легких.

По мере развития организма повышается адаптация к недостатку кислорода. Дети и подростки менее, чем взрослые, способны задерживать дыхание и работать в условиях недостатка кислорода, при этом у них быстрее, чем у взрослых, снижается насыщение крови кислородом.

Таким образом, внешнее дыхание детей и подростков менее эффективно и экономно, что требует использования различных дыхательных упражнений на тренировочных занятиях.

8.2. Возрастное развитие структуры и функций нервно-мышечного аппарата и двигательных навыков

Мышечная ткань к моменту рождения достигает меньшей степени зрелости, чем многие другие ткани, поэтому у детей она растет опережающими темпами. От момента рождения до начала зрелости ее масса увеличивается в 37 раз, тогда как общая масса тела - только в 21 раз. Доля мышечного компонента в процентах к общей массе тела (МК%) в детские годы растет медленно, а в пубертатном периоде - быстрее. Мышечный компонент (МКкг) скачкообразно увеличивается в пубертатном периоде.

В зрелом возрасте МК% стабилизируется на уровне 40-45% у мужчин, и 30-35% - у женщин.

Возрастная динамика объема двигательной активности (ДА).

ДА в значительной степени влияет на процессы возрастного развития. Ее уровень определяется биологическими (потребность организма в движениях) и социальными причинами.

Измеряется ДА чаще всего суточным расходом энергии или показателем шагометрии. В возрастной динамике этих показателей выявляются половые различия (рис. 13).

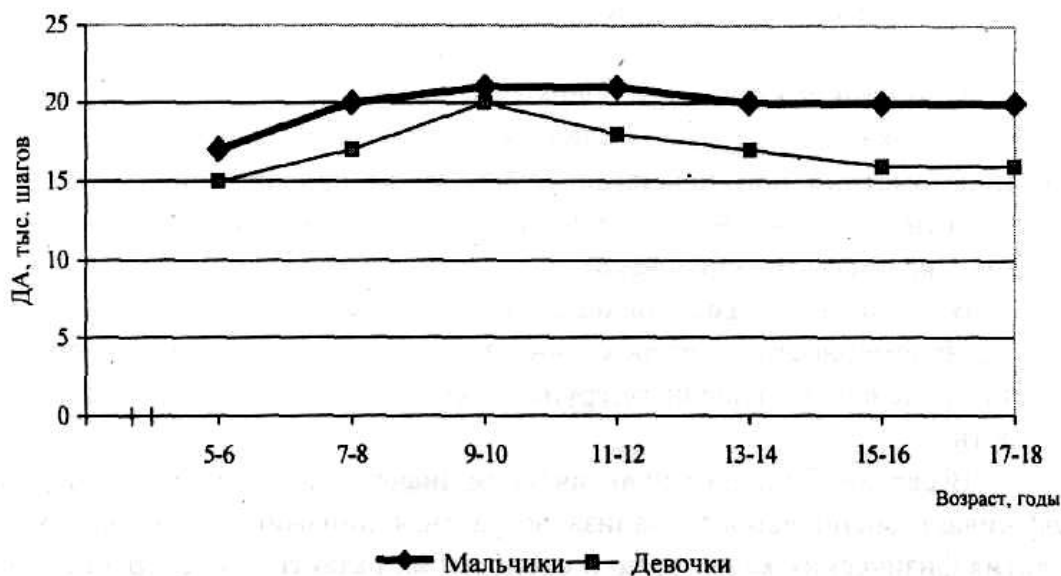


Рис. 13. Возрастная динамика ДА (тыс. шагов) по данным суточной шагометрии у мальчиков и у девочек

У мальчиков суточный объем ДА больше, чем у девочек. В препубертатном периоде эта разница небольшая. В пубертатном и постпубертатном периодах она возрастает за счет уменьшения физической активности девочек (не занимающихся спортом).

Занятия спортом, естественно, увеличивают ДА. При этом могут многократно повышаться резерв двигательной функции и неспецифическая устойчивость организма к воздействию негативных факторов.

Возрастное развитие двигательных качеств

Для онтогенеза двигательных качеств в прогрессивной стадии характерна общая тенденция к нарастанию, совершенствованию, созреванию.

Мышечная сила.

В возрастном развитии мышечной силы отмечаются половые разли-

чия: неравномерность и гетерохронность, связанные с различием сроков и степени вовлечения мышечных групп в обеспечение различных видов деятельности.

В возрастной динамике $МС_{отн.}$ у девочек выявлены две волны роста. Первая - самая продолжительная и с более высокими темпами роста (до 15% в год) - с начала периода 1-го детства (с 4 лет) до конца препубертатного периода (9 лет). На 10-м году наблюдается большое (на 20%) уменьшение $МС_{отн.}$. На пубертатный период (10-14 лет) приходится вторая волна менее интенсивного прироста этого показателя. В последующие годы происходит стабилизация или снижение $МС_{отн.}$.

У мальчиков с 10-летнего возраста имеется существенное преимущество над девочками в относительной величине мышечной силы, продолжающееся в возрасте от 11 до 17 лет за счет более высоких темпов ее прироста. Следует отметить, что как у мальчиков, так и у девочек увеличение $МПС_{отн.}$ происходит главным образом в препубертатном периоде. Это связано с совершенствованием нервной регуляции произвольной мышечной деятельности, а также структуры и свойств мышц в препубертатном периоде.

Приведенный в табл. 11 материал иллюстрирует некоторые закономерности возрастного развития мышечной силы. Сила мышц-разгибателей прирастает быстрее и в большей степени, чем мышц-сгибателей. Средние величины прироста силовых показателей у мужчин больше, чем у женщин. Но эта разница для мышц-разгибателей гораздо меньше, чем для сгибателей.

Таблица 11

Величина прироста $МС$ и $МС_{отн.}$ у мальчиков и девочек

Контингент		Мышечная группа	Прирост показателей мышечной силы в среднем за 1 год, %	
пол	возраст		$МС$	$МС_{отн.}$
Жен.	От 8 до 17 лет	Разгибатели	26,2	4,7
		Сгибатели	17,3	3,6
Муж.	От 8 до 18 лет	Разгибатели	44,0	-
		Сгибатели	39,0	-

Быстрота движений и скоростно-силовые качества.

Быстрота реакции оценивается продолжительностью латентного периода (ЛП), то есть интервалом времени от сигнала к началу действия (загорание лампочки, выстрел стартового пистолета) до осуществления этого действия.

Минимальный возраст ребенка, в котором удавалось измерить ЛП -2-3 года. В этом возрасте ЛП очень велик (до 1,3 с). В последующие годы он быстро сокращается. Укорочение ЛП продолжается до начала препубертатного периода (рис. 14). В последующие годы совершенствование быстроты реакции продолжается замедленными темпами до конца пубертатного периода.

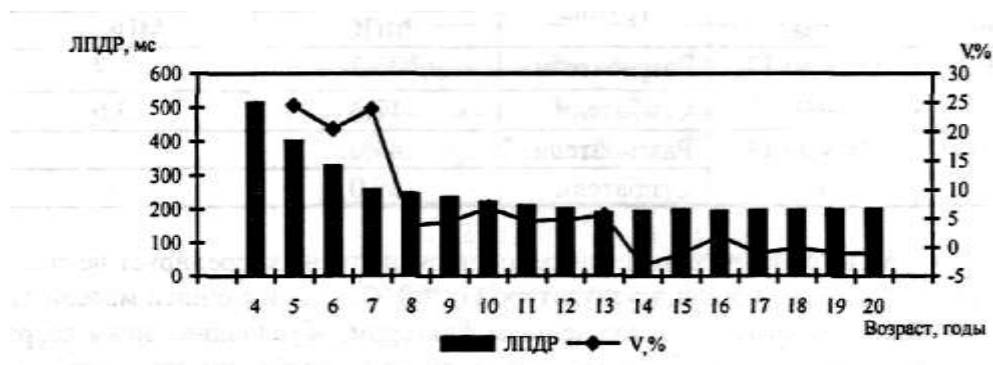


Рис. 14. Возрастная динамика латентного периода двигательной реакции (ЛПДР, мс) и скорость его возрастных изменений (V, %) у девочек

Частота (темп) движения является одним из параметров быстроты. Измеряется частота движений (ЧД) количеством двигательных циклов за определенный промежуток времени (чаще всего - за 10 с). В дошкольном возрасте и в первой половине препубертатного периода (до 8 лет) ЧД быстро нарастает.

Уровень развития ЧД, осуществляемых различными мышечными группами, неодинаков. Он значительно выше для малых мышц (например, кисти в теппинг-тесте), чем для крупных (мышцы ног в беге на месте). Это прослеживается на протяжении всей прогрессивной стадии онтогенеза.

Скоростно-силовые качества обычно тестируются по результатам прыжков с места в длину или высоту. Поэтому для их обозначения часто используется термин "прыгучесть". Возрастное развитие прыгучести у девочек, не занимающихся спортом, протекает наиболее интенсивно в самом раннем возрасте (с 4 до 5 лет). В последующие годы скорость прироста изменяется волнообразно. В начале постпубертата (с 13-14 лет) ее совершенствование прекращается и появляется тенденция к ухудшению (рис. 15).

У мальчиков на протяжении всего возрастного диапазона (от 7 до 20 лет) прыгучесть прогрессирует.

Выносливость. В спортивной физиологии принято выделять два вида выносливости: статическую и динамическую.

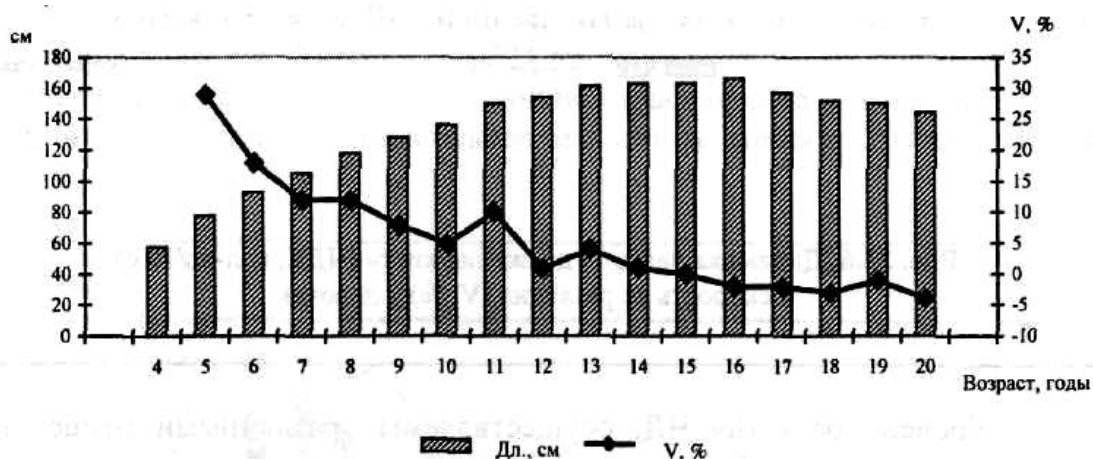


Рис. 15. Возрастная динамика скоростно-силовых качеств по результатам прыжка в длину с места (см) и скорость ее развития (V %) у девочек

Статическая выносливость измеряется продолжительностью удержания заданного мышечного усилия (чаще всего - 50% от максимального), выполняемого с помощью гидродинамометра, или времени удержания спортивных поз (вис, упор, угол и т.д.). В возрастной динамике статической выносливости сгибателей предплечья не отмечается отчетливых половых различий. У детей дошкольного возраста она невысока и наиболее интенсивно развивается в препубертатном периоде (от 7 до 10 лет у девочек и до 12 - у мальчиков).

Выносливость к динамической работе у девочек нарастает в препубертатном периоде, в пубертатном периоде ее развитие замедляется, а в начале постпубертата - вновь ускоряется. В последующие годы происходит ухудшение скоростной выносливости.

У мальчиков в годы интенсивного полового созревания снижение темпов возрастного развития выносливости выражено сильнее, в последующие годы оно стабильно ускоряется. Возрастная динамика показателей двигательных тестов на выносливость тесно коррелирует с динамикой МКДотн.: мл на 1 кг массы тела. Емкость анаэробных механизмов, оцениваемая абсолютной величиной максимального кислородного долга (МКД, л/мин), повышается постепенно, а в подростковом периоде - ускоренно.

Относительная величина PWC_{170} уже в 6,5 года всего на 10% отличается от показателей в 13-16 лет, что говорит о необходимости уделять внимание развитию выносливости уже в эти и последующие годы для

предотвращения падения физической работоспособности в первые школьные годы, резко меняющие режим ДА детей (табл. 12).

Таблица 12

Физическая работоспособность мальчиков 7-16 лет

Возраст, лет	Пульс в покое, уд/мин	Работоспособность при пульсе 170 уд/мин M±m, кгм/мин	Относительная работоспособность, M+m, кгм/мин/кг
6,5	107	307±16	12,0±0,36
7	107	296±14	10,9±0,34
8	102	313±17	10,7±0,35
9	99	392±19	12,2±0,41
10	89	398±19	12,4±0,31
11-12	85	495±22	12,5±0,44
13-14	87	666±46	13,4±0,65
15-16	81	870±22	13,4±0,42

Гибкость, или подвижность в суставах, измеряется максимальной амплитудой движений. Различают два вида гибкости: *активную*, достигаемую за счет работы соответствующих мышечных групп, и *пассивную*, проявляющуюся под воздействием каких-либо внешних сил.

Суставы детей дошкольного возраста отличаются большой подвижностью вследствие слабого развития связочного аппарата и мышц и еще не могут прочно фиксировать конечность при тестировании максимальной силы. При выполнении специально подобранных упражнений наблюдается значительное увеличение качества гибкости.

Возрастное развитие гибкости как у девочек, так и у мальчиков подразделяется на три периода: первый - от 7 до 10 лет - равномерное ускорение развития гибкости во всех суставах; второй - от 11 до 14 лет - менее быстрое гетерохронное развитие с достижением максимума амплитуды движений в разном возрасте для различных суставов: до 11-12 лет - в плечевых, до 12 лет - в шейном отделе позвоночника, до 14 лет - в грудном и поясничном его отделах. Несмотря на достаточно высокие резервы гибкости, она в значительной мере обусловлена генетически.

8.3. Возрастные особенности организации тренировочного процесса

Отдельные двигательные способности развиваются гетерохронно - они отличаются друг от друга периодами ускоренного развития и возрастными рамками «пиковых», максимальных приростов. Это создает

предпосылки для целенаправленного воздействия с помощью физических нагрузок на процессы роста и развития юных спортсменов. Появляется возможность выделить оптимальные возрастные периоды для избирательного воздействия на развитие аэробной производительности, анаэробной производительности, подвижности в суставах, быстроты, максимальной силы, силовой выносливости, скоростно-силовых способностей и т.д. Согласно теории «сенситивных» (чувствительных) периодов наибольшего эффекта от целенаправленной тренировки на прирост отдельных двигательных способностей следует ожидать в периоды их наиболее интенсивного естественного прироста.

Этап предварительной спортивной подготовки

Оптимальный возраст для начала предварительной спортивной подготовки в плавании составляет для девочек 7-9, а для мальчиков - 8-10 лет.

Продолжительность этапа - 1-2 года. Занятия проходят в группах начальной подготовки.

У детей в возрасте 7-9 лет преобладают процессы созревания тканей и органов при снижении интенсивности их роста. Заканчивается морфологическая дифференциация клеток коры головного мозга, печени, наблюдается усиленное развитие скелетных мышц, умеренное нарастание размеров сердца, заканчивается структурная дифференциация миокарда.

Младший школьный возраст является весьма благоприятным периодом для разучивания новых движений. Примерно 90% общего объема двигательных навыков, приобретаемых в течение всей жизни человека, осваивается в возрасте от 6 до 12 лет. Поэтому разучивание большего количества новых разнообразных движений является основным требованием к содержанию физической подготовки детей этого возраста. Чем больше разнообразных движений будет освоено в этот период, тем лучше в дальнейшем будут осваиваться сложные технические элементы.

В этом возрасте у детей наблюдается неустойчивое внимание. Для поддержания устойчивого внимания следует создавать на занятиях повышенный эмоциональный уровень, используя при этом игровые формы ведения урока, оценку действий каждого ребенка, метод поощрения.

Для детей 7-9-летнего возраста свойственно конкретно-образное мышление. Поэтому особенно важным на занятиях является доступный для понимания образный показ и наглядный метод объяснения.

У детей этого возраста сравнительно «легкий» костный скелет и слабо развитые мышечные группы обеспечивают хорошую плавучесть тела в воде, что облегчает разучивание движений по формированию

техники плавания.

Этап базовой подготовки (начальной спортивной специализации)

Оптимальный возраст начала этого этапа для девочек составляет 9-10 лет, для мальчиков - 10-11 лет, средняя продолжительность этапа 3-5 лет. Занятия проходят в учебно-тренировочных группах.

В 12 лет у девочек и в 13 лет у мальчиков резко увеличивается скорость обменных процессов, что сопровождается увеличением уровня годового прироста длины тела. На этом этапе значительно возрастает объем сердца и его систолический объем. В связи с ростом массы миокарда уменьшается относительный объем проводящей системы сердца. Из-за опережающего увеличения объема внутренних полостей сердца по отношению к внутреннему диаметру магистральных артерий создаются условия, затрудняющие эффективность работы сердца и повышающие кровяное давление на стенки сосудов.

Тенденция повышения эффективности в работе органов и систем организма подростков, отвечающих за доставку кислорода в работающие мышцы (скорость поступления кислорода в легкие, транспорт его артериальной и смешанной венозной кровью), в возрасте 12-15 лет становится менее выраженной, чем в детском возрасте.

Несмотря на это в начале этапа до 10-11 лету девочек и в 10-12 лет у мальчиков имеют место наиболее высокие темпы увеличения аэробной емкости (суммарного потребления кислорода) и эффективности (скорость плавания на уровне порога аэробного и анаэробного обмена) за счет повышения капилляризации мышц, снижения сосудистого сопротивления, координации деятельности вегетативных систем, использования в энергетическом обеспечении мышечной работы энергии окисления жиров (процесс стимулируется соматотропным гормоном).

Подвижность в суставах и гибкость в данный возрастной период продолжают улучшаться. Наибольший прирост подвижности в суставах имеет место у девочек до 12 лет, у мальчиков до 14 лет, с увеличением возраста прирост останавливается.

В конце этапа базовой подготовки у девочек 11-12 лет и у мальчиков 12-14 лет создаются условия для увеличения аэробной мощности (МПК) за счет увеличения систолического объема крови и повышения мощности аппарата внешнего дыхания (ЖЕЛ, МЛВ), но все-таки еще ограничена способность к длительной работе на уровне, близком или равном МПК.

Поскольку содержание гликогена в мышцах в 9-10 лет у девочек и 10-12 лет у мальчиков невысокое (почти в 2 раза ниже, чем в 16-17 лет), гликолитическая работоспособность почти не возрастает, и проявляют-

ся низкие адаптационные возможности к работе анаэробного характера. Но с 10-11 лет у девочек и 12-13 лет у мальчиков постепенно нарастает мощность и емкость гликолиза за счет умеренного увеличения мышечных запасов гликогена и как следствие этого медленное нарастание лактата в тестовых и соревновательных упражнениях.

В начальной фазе полового созревания, когда проявляются его внешние признаки, увеличивается возбудимость нервных центров, повышается реактивность и эмоциональность в ответных реакциях при мышечной работе, особенно соревновательного характера. В 10-11 лет у девочек и до 12 лет у мальчиков скоростные способности совершенствуются за счет улучшения регуляции движений, снижения времени простой двигательной реакции. В последующие 2 года темпы прироста быстроты снижаются.

В 10-12 лет у девочек и в 12-14 лет у мальчиков значительно нарастает масса тела и вместе с ней нарастает максимальная сила, которая до 10-11 лет у девочек и до 12 лет у мальчиков прирастала низкими темпами. Прирост силы идет за счет совершенствования регуляции мышечных сокращений. Общая силовая выносливость в 10-12 лет у девочек и 10-14 лет у мальчиков быстро увеличивается за счет экономизации энергозатрат (повышение уровня ПАНО при силовой работе) и мышечной регуляции. Специальная силовая выносливость у девочек 10-12 лет и у мальчиков 12-14 лет увеличивается за счет функционального компонента. К началу прироста мышечной массы у девочек 10-12 лет и у мальчиков 12-14 лет создаются предпосылки для роста скоростно-силовых способностей.

В возрасте 10-12 лет у девочек и мальчиков происходит формирование «взрослой» ритмо-силовой структуры техники плавания. Дальнейшее увеличение силы тяги в воде при плавании идет за счет увеличения силы и ее реализации в процессе плавания.

Этап углубленной специализации

Возраст начала этапа для девочек - 12-14 лет, для мальчиков - 13-15 лет, продолжительность этапа - 3-4 года. На возраст начала и завершения этапа существенно влияют индивидуальные темпы биологического развития. Подготовка проходит преимущественно в группах спортивного совершенствования.

ГЛАВА IX. ПОНЯТИЕ ЗДОРОВЬЯ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ. РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В СОХРАНЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗДОРОВЬЯ

9.1. Понятие здоровья и факторы, его поределяющие

Здоровье человека — это процесс сохранения и развития его психических и физиологических качеств, оптимальной работоспособности и социальной активности при максимальной продолжительности жизни.

В 1985 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) дала такое определение здоровья: "Здоровье - это состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов".

По мнению академика Ю.П. Лисицына, «здоровье человека не может сводиться лишь к констатации отсутствия болезней, недомогания, дискомфорта, оно — состояние, которое позволяет человеку вести нестесненную в своей свободе жизнь, полноценно выполнять свойственные человеку функции, прежде всего трудовые, вести здоровый образ жизни, т.е. испытывать душевное, физическое и социальное благополучие».

Какова функция здоровья? Прежде всего оно обеспечивает хорошую адаптацию человека к изменениям окружающей среды, поддерживая оптимальный уровень жизнедеятельности человека в каждый конкретный период онтогенеза путем саморегуляции и тем самым, способствует самореализации и развитию личности. А адаптация и саморегуляция, в свою очередь, поддерживают гомеостаз. Здоровье - это не однородное понятие, оно включает в себя 6 компонентов: физический, психоэмоциональный, интеллектуальный, социальный, личностный и духовный.

Под *физическим компонентом* понимается состояние всех органов и систем организма, уровень его резервных возможностей и наличие (отсутствие) физических дефектов, хронических заболеваний и генетических болезней.

Под *психоэмоциональным компонентом* понимается состояние психики человека, наличие или отсутствие нервно-психических отклонений, а также умение человека выражать и контролировать свои эмоции.

Интеллектуальный компонент отвечает за способность усваивать и эффективно использовать нужную информацию.

Социальный компонент характеризует отношения человека как субъекта мужского или женского пола с социумом (способ общения с

людьми).

Личностный компонент подразумевает осознание себя как личности, способы самореализации.

Духовный компонент отвечает за формирование основных жизненных целей, мотивов и системы ценностей человека, обеспечивая таким образом целостность личности, ее развитие, ее жизнь в обществе, являясь самым главным среди других аспектов.

В 1987 году С.Г. Саливон предложил выделить четыре категории людей: 1) практически здоровые, 2) имеющие факторы риска, 3) находящиеся в состоянии предболезни (третьем состоянии), 4) больные.

По данным известных отечественных ученых Ю.П.Лисицина, Ю.М. Комарова и многочисленных зарубежных авторов, образ жизни формирует здоровье и занимает примерно 50 –55 % удельного всех факторов, обуславливающих здоровье населения.

К другим факторам, непосредственно влияющим на здоровье, относятся:

- экология (влияние внешней среды) -20 –25 %;
- наследственность -20 %;
- здравоохранение -10%.

Существуют и другие различные модели, где скрупулезно показано отрицательное влияние тех или иных факторов на здоровье человека.

На продолжительность жизни явно влияют 2 фактора: наследственность и окружающая среда. Чтобы самому прожить долго, не обязательно родиться в семье долгожителей, но все же это неплохо. Люди, чьи предки отличались долголетием, в каждом данном возрасте имеют более низкие показатели смертности. Наследственностью обусловлено около 2000 болезней и дефектов, в том числе некоторые формы слепоты и глухоты, умственной отсталости, гемофилии и нарушения обмена веществ.

Что касается второго фактора — окружающей нас среды, то ее мы можем в известной степени контролировать. Мы можем попытаться изменить наше окружение так, чтобы исследованные нами признаки развивались в более благоприятной обстановке.

Здоровый образ жизни

К факторам здоровья относятся: отсутствие вредных привычек, рациональное питание, адекватная физическая нагрузка, здоровый психологический климат на работе и в семье, внимательное отношение к своему здоровью, отсутствие вредных факторов производства, хорошие материально-бытовые условия, оседлый образ жизни, хорошая экология, благоприятные климатические и природные условия, здоровая наследственность, отсутствие возрастно-половых особенностей, способст-

вующих развитию заболеваний, высокий уровень медицинской помощи.

Факторы риска: вредные условия труда и обучения, плохие материально-бытовые условия, миграционные процессы, неблагоприятные климатические и природные условия, загрязнение окружающей среды, отсутствие потребности в здоровом образе жизни, нездоровый образ жизни (вредные привычки, гиподинамия, нерациональное питание).

В современных условиях жизни физический труд все чаще замещается деятельностью, которая характеризуется большими умственными и эмоциональными нагрузками при незначительной мышечной. Наряду с нервно-психическим перенапряжением формируется синдром гипокинезии (от греческого *huro* – уменьшение, *kinesis* – движение). Синдром включает в себя непропорциональное развитие, избыточную массу тела, нарушение обмена веществ, психоэмоциональные расстройства. Увеличивается риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Одним из важных путей устранения факторов риска является внедрение физической культуры в повседневную жизнь человека. Однако занятия физической культурой минимальную пользу приносят при создании комплексной системы тренировок с учетом возрастно-половых особенностей, индивидуального здоровья, экологических факторов и т.д. В противоположном случае эффективность спортивных тренировок может быть резко снижена, и вместо пользы они могут принести вред.

9.2. Роль физической культуры в жизнедеятельности современного человека

В процессе эволюции животного мира, в том числе человека, многие органы и системы организма формировались в тесной взаимосвязи с разного рода движениями. Без работы мышц невозможно перемещение человека в пространстве, осуществление внешнего дыхания, перекачивание крови сердцем, продвижение пищи по пищеварительному тракту, работа мочеполовой системы, передача звуковых волн в слуховом аппарате, поисковая функция глаза и чтение текста, произнесение слов и многие другие функции.

Нарастающее в современном мире ограничение подвижности противоречит самой биологической природе человека, нарушая функционирование различных систем организма, снижая работоспособность и ухудшая состояние здоровья. Чем больше прогресс освобождает человека от тяжелого труда и излишних движений, тем больше растет необходимость компенсации двигательной активности.

В этих условиях очевидна роль развития массовых форм физиче-

ской культуры. Приобщение к физической культуре очень важно для женщин, от здоровья которых зависит качество потомства; для детей и подростков, развитие организма которых крайне нуждается в высоком уровне подвижности; для лиц пожилого возраста для сохранения бодрости и долголетия.

За последнее время, наряду со многими отрицательными демографическими явлениями (сокращение рождаемости, повышение смертности, снижение продолжительности жизни), обнаруживается рост проявлений *физиологической незрелости*. Это проявляется в пониженной двигательной активности, мышечной слабости (гипотонии), быстрой утомляемости, снижении устойчивости к простудным и инфекционным заболеваниям (снижение иммунитета), слабыми и неустойчивыми эмоциональными реакциями, слабым типом нервной системы. Результатом физиологической незрелости являются недостаточное развитие физических качеств и навыков, ожирение развитие близорукости, искривления позвоночника, плоскостопие, детский травматизм. Эти явления накладывают свой отпечаток на всю последующую жизнь человека. Они приводят к задержке полового развития (инфантилизму) в подростковом периоде, к снижению физической и умственной работоспособности в зрелом возрасте и к раннему старению пожилых людей.

Борьба с проявлениями физиологической незрелости не может сводиться к фармаковоздействиям, психологическим или педагогическим мероприятиям. Основное необходимое средство противостояния этому явлению - повышение двигательной активности. Это путь к долголетию и здоровому образу жизни.

Развитие массовой физической культуры и спорта не только обеспечивает сохранение здоровья и повышение работоспособности, но и способствует заполнению досуга и отвлечению населения, в особенности подростков, от вредных привычек - курения, алкоголизма и наркомании.

Для этого необходимо преодолеть у населения низкую потребность в занятиях физической культурой. Спортивные достижения выдающихся атлетов вдохновляют большие массы людей и способствуют их приобщению к систематическим спортивным занятиям. Справедливо отмечал основатель современного олимпизма Пьер де Кубертен: для того, чтобы 100 человек занимались физической культурой, нужно, чтобы 50 человек занимались спортом; для того, чтобы 50 человек занимались спортом, нужно, чтобы 20 человек были высококвалифицированными спортсменами, а для этого нужно, чтобы 5 человек могли показать удивительные достижения.

Гипокинезия, гиподинамия и их влияние на организм человека.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма человека необходима достаточная активность скелетных мышц. Работа мышечного аппарата способствует развитию мозга и установлению межцентральных и межсенсорных взаимосвязей. Двигательная деятельность повышает энергопродукцию и образование тепла, улучшает функционирование дыхательной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Недостаточность движений нарушает нормальную работу всех систем и вызывает появление особых состояний - гипокинезии и гиподинамии.

Гипокинезия - это пониженная двигательная активность. Она может быть связана с физиологической незрелостью организма, с особыми условиями работы в ограниченном пространстве, с некоторыми заболеваниями и др. причинами. В некоторых случаях (гипсовая повязка, постельный режим) может быть полное отсутствие движений или акинезия, которая переносится организмом еще тяжелее.

Существует и близкое понятие - *гиподинамия*. Это понижение мышечных усилий, когда движения осуществляются, но при крайне малых нагрузках на мышечный аппарат. В обоих случаях скелетные мышцы нагружены совершенно недостаточно. Возникает огромный дефицит биологической потребности в движениях, что резко снижает функциональное состояние и работоспособность организма.

В центральной нервной системе гипокинезия и гиподинамия вызывают потерю многих межцентральных взаимосвязей, в первую очередь, из-за нарушения проведения возбуждения в межнейронных синапсах, т. е. возникает асинапсия. При этом изменяется психическая и эмоциональная сфера, ухудшается функционирование сенсорных систем. Поражение мозговых систем управления движениями приводит к ухудшению координации двигательных актов, возникают ошибки в адресации моторных команд, неумение оценивать текущее состояние мышц и вносить коррекции в программы действий.

В двигательном аппарате отмечаются некоторые дегенеративные явления, отражающие атрофию мышечных волокон - снижение веса и объема мышц, их сократительных свойств. Ухудшается кровоснабжение мышц, энергообмен. Происходит падение мышечной силы, точности, быстроты и выносливости при работе (особенно статической выносливости). При локомоциях усиливаются колебания общего центра масс, что резко снижает эффективность движений при ходьбе и беге.

Дыхание при недостаточной двигательной активности характеризуется уменьшением ЖЕЛ, глубины дыхания, минутного объема дыхания и максимальной легочной вентиляции. Резко увеличивается кисло-

родный запрос и кислородный долг при работе. Основной обмен понижается.

Нарушается деятельность *сердечно - сосудистой системы*. Возникает атрофия сердечной мышцы, ухудшается питание миокарда. В результате развивается ишемическая болезнь сердца. Уменьшение объема сердца приводит к меньшим величинам сердечного выброса (уменьшению систолического и минутного объема крови). Частота сердечных сокращений при этом повышается как в покое, так и при физических нагрузках.

Ослабленные скелетные мышцы не могут в должной мере способствовать *венозному возврату крови*. Недостаточность или полное отсутствие их сокращений практически ликвидирует работу "мышечного насоса", облегчающего кровотоки от нижних конечностей к сердцу против силы тяжести. Выпадение помощи со стороны этих "периферических сердец" еще более затрудняет работу сердца по перекачиванию крови. Время кругооборота крови заметно возрастает. Количество циркулирующей крови уменьшается.

В эндокринной системе отмечается снижение функций желез внутренней секреции, уменьшается продукция их гормонов.

В случаях акинезии происходят наиболее глубокие поражения организма и происходит сглаживание суточных биоритмов колебания частоты сердцебиения, температуры тела и других функций.

9.3. Основные формы оздоровительной физической культуры

Выполнение физических упражнений имеет 2 последствия для организма человека: 1) специфический эффект, т. е. адаптация к данным физическим нагрузкам, и 2) дополнительный, неспецифический эффект -повышение устойчивости к разнообразным неблагоприятным факторам внешней среды. Люди, систематически занимающиеся физическими упражнениями (не менее 6-8 часов в неделю), оказываются, реже болеют, легче переносят инфекционные болезни. У них меньше частота и длительность простудных заболеваний, гораздо меньше сопутствующих осложнений.

Для получения наибольшего оздоровительного эффекта и максимального повышения работоспособности следует соблюдать оптимальные двигательные режимы, разработанные для лиц различного возраста.

Оптимальный объем физической нагрузки по количеству часов в неделю составляет для возраста 6-8 лет - 13-14, 9-12 лет - 12-13, 13-15 лет - 11-12, 16-20 лет - 8-9, 24-30-лет - 7-8, 30-60 лет - 5-6, пожилых лиц - 8-10 часов.

Определена минимальная интенсивность нагрузки, при которой происходит повышение функциональных возможностей организма. Ее рассчитывают, исходя из величины максимальной ЧСС, равной $220 \text{ уд} \cdot \text{мин}^{-1}$ минус возраст (количество лет). Оптимальная физическая нагрузка выполняется при ЧСС от 65% до 85% от максимальной ЧСС.

Использование различных форм оздоровительной физической культуры неразрывно связано с получением основного эффекта - повышения и сохранения здоровья человека. Вместе с тем, ими решаются в обществе и многие другие задачи - общеобразовательные, познавательные, реабилитационные, рекреационные, развлекательные, профессиональные.

Физические упражнения подразделяют на гимнастику, игры, туризм и спорт.

Оздоровительный эффект имеют различные виды гимнастики.

Основная гимнастика обеспечивает широкую общую физическую подготовку человека к различным видам двигательной деятельности.

Гигиеническая гимнастика, в частности утренняя зарядка, активизирует функции организма в течение дня. Утренняя зарядка снимает заторможенное состояние мозга после сна, повышая тонус центральной нервной системы афферентными импульсами от работающих мышц; стимулирует активность сенсорных систем; активизирует работу сердечной мышцы и усиливает венозный кровоток; увеличивает глубину дыхания; устраняет отечность тканей, усиливая лимфообращение.

Водные процедуры, сопровождающие зарядку, обеспечивают закаливание, действуя на терморцепторы кожи.

В недавнее время широко развивалась производственная гимнастика, которая в различных ее формах повышает производительность умственного и физического труда и снижает профзаболевания. При использовании перед работой вводной гимнастики возникает вработывание организма, небольшие физкультминутки и физкультпаузы являются хорошими средствами активного отдыха, а восстановительная гимнастика улучшает процессы восстановления организма после работы.

Лечебная гимнастика обеспечивает восстановление нарушенного здоровья человека. Она имеет узкую специфическую направленность в зависимости от характера заболевания.

Игры, повышая физическую активность человека, способствуют общему оздоровлению населения, а также развивают наблюдательность, экстраполяцию, творческие возможности мозга, способность к переработке информации в условиях дефицита времени. Для развития различных физических качеств и формирования двигательных навыков у детей дошкольного и младшего школьного возраста большое значение имеют

имитационные игры. Среди взрослого населения широко распространены игры как средство активного отдыха и заполнения досуга.

Туризм - это разнообразная естественная двигательная деятельность в природных условиях. Огромно его влияние на здоровье населения, снятие невротических состояний, вызываемых нервно-психической напряженностью бытовых и профессиональных ситуаций, воспитательно-образовательная роль. Различные виды туризма - прогулки, экскурсии, туристские походы позволяют человеку укреплять здоровье, поддерживают бодрое настроение, развивают способность к пространственной ориентации на местности, умение адаптироваться к различным естественным ситуациям и погодным условиям. Они служат также для приобретения новых навыков, развития умственных способностей, пополняют знания об окружающем мире и его объектах.

Спорт связан с соревновательной деятельностью, что требует систематической подготовки организма к высоким спортивным достижениям. Занятия массовым спортом преследуют в значительной мере оздоровительный эффект, а это, в свою очередь, может быть достигнуто лишь при рациональной организации спортивной тренировки, правильно подобранном режиме тренировочных занятий и отдыха, индивидуализации физических нагрузок. Особое значение в последнее время приобретают в плане оздоровления занятия национальными, народными видами спорта (русская лапта, городки и пр.).

Существуют общие рекомендации по величине тренировочной нагрузки для развития и поддержания кардиореспираторных функций, состава тела, мышечной силы и выносливости у взрослых здоровых лиц.

- Частота тренировочных занятий - 3-5 дней в неделю.
- Интенсивность работы - 65%-85% от максимальной ЧСС или 50-85% от МПК.
- Длительность занятий - 20-60 минут непрерывной аэробной работы в зависимости от интенсивности (допускается 2-3 пика нагрузки по 1-2 мин с ЧСС до 90-100% от максимальной ЧСС или от МПК).
- Вид упражнений - любые упражнения с использованием больших мышечных групп при ритмичной и аэробной работе - бег, бег трусцой, передвижение на лыжах, коньках, велосипеде, плавание, гребля, танцы, игровая деятельность.
- Упражнения с сопротивлением умеренной интенсивности, эффективные для поддержания анаэробных возможностей, развития и поддержания обезжиренного веса и прочности костей - 8-10 упражнений на большие мышечные группы по меньшей мере 2 дня в неделю.

Рекомендуемый двигательный режим позволяет поддерживать

оптимальный уровень физической работоспособности, состава тела и здоровья, снижение ЧСС покоя, повышение аэробных и анаэробных возможностей организма, снижение утомляемости и ускорение процессов восстановления.

При суточных энерготратах не менее 1200 ккал возможно оптимальное снижение веса - не более 1 кг в неделю.

Для определения оптимальной двигательной активности взрослого здорового человека можно использовать суточный показатель количества шагов: 10000 шагов в 1 день обеспечивают средний уровень энерготрат 2200-2400 ккал в сутки (1700 ккал - основной обмен и 500-700 ккал - на мышечную работу). Опыт изучения двигательной активности различных контингентов населения показывает, что в зрелом возрасте люди делают, в среднем, 10-15 тыс. шагов в сутки, а в пожилом возрасте - 6-8 тыс. шагов. Подвижность детей дошкольного и младшего школьного возраста очень высока. Число шагов, проходимых в 1 день дошкольниками в зимний период, составляет в возрасте 3-4 лет 11,2 (девочки) и 11,9 тыс. шагов (мальчики), в 5 лет, соответственно, 12 и 13,5 тыс. шагов, в 6-7-лет - 13,6 и 15,0 тыс. шагов, в 8 лет - 16,2 и 18,1 (до 22-24 тыс. шагов). Однако этот уровень подвижности не всегда реализуется. В детских садах и, особенно, в школах дети и подростки испытывают значительный дефицит двигательной активности, что приводит к росту заболеваний, ожирению, плоскостопию и другим отклонениям в состоянии здоровья.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. История спортивной физиологии, этапы ее становления.
2. Механизмы адаптации организма человека к физическим нагрузкам.
3. Контроль функционального состояния спортсмена. Принципы физиологического тестирования в спорте.
4. Классификация физических упражнений. Аналитические и синтетические классификации.
5. Физиологическая характеристика циклической работы максимальной и субмаксимальной мощности.
6. Физиологическая характеристика циклической работы большой и умеренной мощности
7. Физиологическая характеристика ациклических движений, их классификация.
8. Физиологическая характеристика предстартового состояния. Формы проявления предстартового состояния. Пути коррекции предстартового состояния.
9. Физиологическая характеристика разминки. Общая и специальная разминка.
10. Физиологическая характеристика процесса вработывания.
11. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности: устойчивое состояние. "Истинное" и "ложное" устойчивое состояние. "Мертвая точка", "Второе дыхание".
12. Утомление. Фазы утомления. Механизм развития утомления. Роль различных уровней регулирования в развитии утомления.
13. Механизмы развития утомления при физических упражнениях различной длительности.
14. Физиологическая характеристика процессов восстановления. Средства, ускоряющие восстановление.
15. Физиологические характеристики и общие механизмы развития двигательных качеств.
16. Физиологическая характеристика силы, виды силовой тренировки.
17. Физиологическая характеристика быстроты. Тренировка быстроты и ее компонентов.
18. Физиологическая характеристика скоростно-силовой тренировки.
19. Физиологическая характеристика ловкости, принципы тренировки.
20. Физиологическая характеристика гибкости, принципы тренировки.
21. Физиологическая характеристика выносливости. Аэробная и анаэробная производительность. Методы тренировки выносливости. Фартлек.

22. Спортивный отбор, его виды и этапы. Критерии и методы прогнозирования спортивных способностей.
23. Работоспособность человека в условиях пониженного атмосферного давления. Выполнение физических упражнений в условиях высокогорья.
24. Работоспособность человека при повышенной и пониженной температуре и влажности.
25. Физиологические основы спортивной тренировки женщин. Особенности двигательного аппарата и развития физических качеств.
26. Влияние биологического цикла на работоспособность спортсменок.
27. Физиологические основы спортивной тренировки детей и подростков. Возрастное развитие двигательных качеств.
28. Здоровье и здоровый образ жизни. Роль физической культуры в сохранении здоровья.
29. Основные группы препаратов, разрешенные к применению в спорте.
30. Характеристика синдромов перенапряжения у спортсменов и меры их профилактики.
31. Фармакологическая поддержка спортсменов на различных этапах тренировочного процесса.
32. Основные группы допингов, их характеристика и последствия их применения для здоровья спортсмена. Понятие генетического допинга.
33. Основы антидопингового кодекса. Порядок осуществления антидопингового контроля.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Произвести измерения максимальной произвольной силы (методом динамометрии) на протяжении учебно-тренировочного дня и дать анализ причин обнаруженных изменений.
2. Дать ориентировочную оценку композиции собственных мышц по данным прыжка вверх и в длину.
3. В чем состоит физиологический механизм формирования двигательных навыков? Стабильность и вариативность двигательных навыков (значение обратных связей, дополнительной информации, словесной регуляции).
4. На примере собственной специализации изучить и объяснить влияние дополнительной и срочной информации на совершенствование техники спортивных движений. Определить степень освоения двигательного навыка.
5. Максимальная ЧСС у лиц разного возраста и пола, прямые и косвенные методы ее определения.

21. Каким образом ЧСС используется в качестве показателя физиологической стоимости физической работы? Какова взаимосвязь ЧСС с потреблением кислорода и мощностью аэробной работы?
22. Измерить и проанализировать изменения ЧСС на протяжении учебно-тренировочного дня и объяснить механизмы наблюдаемых явлений.
23. Измерить и объяснить механизмы изменения АД и ЧСС у человека при переходе из горизонтального положения в вертикальное (ортопроба) на протяжении дня, до и после тренировки.
24. Определить ЧД в покое, до, во время и после тренировочных нагрузок. Определить ориентировочные показатели МОД во время физических упражнений на основе данных о Ваших ЖЕЛ и ЧД.
25. Определить время задержки дыхания на вдохе и выдохе до и после тренировки. Объяснить обнаруженные изменения.
35. Сколько энергетических веществ (углеводов и жиров) тратится при физических упражнениях различной мощности? Каким образом по мощности и длительности работы можно рассчитать количество использованных энергетических субстратов (углеводов и жиров)?
36. Кислородный запрос и кислородный долг при различных видах мышечной деятельности. Что такое коэффициент полезного действия мышечной работы.
37. Рассчитать Ваш суточный расход энергии (основной и добавочный). Какими пищевыми веществами и в каком количестве можно его восполнить.
38. Рассчитайте затраты энергии во время одной Вашей тренировки, за один день, суммарные затраты энергии за сутки.
39. Какие основные процессы обеспечивают ресинтез АТФ при мышечной работе различной мощности? Что такое кислородный дефицит, кислородный запрос, текущее потребление кислорода и кислородный долг?
40. С помощью косвенных (табличных) методов определить расход энергии (добавочный) во время тренировок.
41. Что такое адаптация к мышечной деятельности и функциональные резервы организма человека? Срочная и долговременная адаптация. Принципы физиологической оценки качества срочной и долговременной адаптации к физическим нагрузкам.
42. Измерить и сопоставить величины физиологических показателей (ЧСС, частота дыхания, АД, мышечная сила, время задержки дыхания и др.) у спортсменов с различным стажем занятий и разной квалификации при дозированных физических нагрузках
43. Объяснить физиологические принципы классификации физических

- упражнений. Дать физиологическую характеристику различных упражнений в зависимости от проявляемых физических качеств, режима деятельности скелетных мышц, относительной мощности нагрузки (максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной), преобладающему источнику используемой энергии и др.
44. Что такое физиологические состояния организма человека при мышечной деятельности (предстартовое, рабочий период, восстановление)? Дать им физиологическую характеристику.
 45. Разобрать факторы, определяющие и лимитирующие работоспособность при различных видах мышечной деятельности. Что такое утомление? Какими педагогическими и физиологическими методами можно определить момент его наступления и скорость нарастания?
 46. Определить степень утомления (используя данные о ЧСС, АД, реакцию на простейшие стандартные нагрузки и др.) возникающую после вашей конкретной тренировки.
 47. Какие морфофункциональные изменения и физиологические механизмы определяют развитие силы и скорости-силовых качеств спортсмена?
 51. Что такое выносливость? Виды выносливости. Аэробная выносливость. Центральные и периферические факторы, определяющие аэробную выносливость.
 52. Максимальное потребление кислорода (МПК). Какие физиологические факторы его определяют? Единицы измерения. Значение МПК в прогнозировании аэробной выносливости.
 53. Какова роль генетических и средовых факторов в развитии двигательных качеств? В чем суть и механизм генетической детерминации развития физических качеств человека?
 54. Каковы физиологические принципы спортивной тренировки (принцип пороговости, специфичности, индивидуальности, взаимодействия нагрузок, вариативности нагрузок, цикличности воздействия, учета фазности восстановительных процессов и др.)?
 55. С помощью физиологических методов уметь оценить индивидуальные особенности тренируемости, классифицировать тренировочные и соревновательные нагрузки, дозировать отдельные компоненты нагрузок, научиться физиологически обоснованно планировать тренировочный процесс и представить доказательные протоколы разработанных технологий.
 56. Разобрать и оценить современные технологии тренировки и адаптации в целях повышения работоспособности в особых условиях внешней среды (повышенная или пониженная температура окру-

- жающей среды, пониженное атмосферное давление, водная среда, смена часовых поясов).
57. Раскрыть физиологические основы тренировки, спортивной ориентации и отбора юных спортсменов. Каковы основные закономерности развития и тренировки двигательных навыков и физических качеств у юных спортсменов?
 58. Во время педагогической практики использовать элементарные физиологические методы (измерение ЧСС, максимальной силы, длины и высоты прыжков и др.) для оценки эффективности занятий на уроках физического воспитания.
 59. Каковы особенности женского организма, которые необходимо учитывать при планировании тренировочного процесса женщин? Каковы возможные положительные и отрицательные воздействия мышечных нагрузок на женский организм?
 60. Что такое здоровье человека? Каковы его компоненты? Какова взаимосвязь здоровья человека с его физической активностью? Обоснуйте использование МПК и теста PWC₁₅₀₀ для количественной оценки физического здоровья человека.
 61. Влияние занятий физическими упражнениями на функциональные резервы лиц разного возраста и пола.
 62. Каковы основные принципы и технологии использования физических упражнений в оздоровительных целях лицами разного пола и возраста?
 63. Каковы принципы дотирования физических нагрузок, используемых в оздоровительных целях лицами разного пола, возраста, исходной физической подготовленности?

ТЕМЫ РЕФЕРАТИВНЫХ СООБЩЕНИЙ

1. Физиологические механизмы изменения гемодинамики при физической работе.
2. Физиологические механизмы регуляции дыхания при мышечной работе.
3. Физиологические процессы, определяющие и лимитирующие МПК.
4. Пищеварение и мышечная деятельность.
5. Физиологические основы энергетического обмена. Энерготраты при различных видах мышечной деятельности.
6. Температура тела и ее регуляция при мышечной работе.
7. Общий адаптационный синдром. Стресс и адаптация. Роль желез внутренней секреции в формировании перехода срочных адаптивных реакций в долговременные.

8. Физиологическая классификация физических упражнений.
9. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности (предстартовый и рабочий период, период восстановления, утомление).
10. Физиологические основы формирования двигательных навыков.
11. Физиологические основы тренировки силы и скоростно-силовых качеств.
12. Физиологические основы тренировки выносливости.
13. Физиологические основы изменения и повышения работоспособности человека в условиях:
 - пониженного атмосферного давления;
 - повышенной и пониженной температуры окружающей среды.
14. Физиологические основы детского и юношеского спорта.
15. Физиологические основы тренировки женщин.
16. Физиологические основы массовой физической культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокофьева В. Н. Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по физиологии физического воспитания и спорта.- М.: Советский спорт, 2005.- 164 с.
2. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека / под ред. А.С.Солодкова.- М.: Советский спорт, 2006.- 192 с.
3. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта.- М.: Владос-Пресс, 2002.- 608 с.
4. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник для ИФК, изд. 2-е, испр. и доп. -М.: Олимпия Пресс, 2005. - 528 с.
5. Спортивная физиология: Учебник для ИФК / Под ред. Я.М. Кода. - М.: ФиС, 1986. - 240 с.
6. Уилмор Дж. Х., Костил Д. Л.. Физиология спорта.- М.: Олимпийская литература, 2001, 506 с.
7. Физиология человека / под. ред. В.И.Тхоревского.- М.: Физкультура, образование и наука, 2001 – 492 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
<i>История спортивной физиологии</i>	4
ГЛАВА I. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИХ ОЦЕНКИ	9
1.1. <i>Механизмы адаптации организма к физическим нагрузкам</i>	15
1.2. <i>Физиологические принципы классификации физических упражнений</i>	26
1.3. <i>Значение оценки функционального состояния при занятиях физической культурой и спортом</i>	9
1.4. <i>Принципы тестирования в спорте</i>	11
ГЛАВА II. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	15
2.1. <i>Физиологическая характеристика динамической циклической работы</i>	30
2.2. <i>Физиологическая характеристика ациклической работы</i>	36
ГЛАВА III. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	43
3.1. <i>Предстартовый период</i>	43
3.2. <i>Основной рабочий период</i>	45
3.3. <i>Физиологические механизмы утомления</i>	46
3.4. <i>Период восстановления</i>	58
ГЛАВА IV. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ	61
4.1. <i>Принципы спортивной тренировки</i>	61
4.2. <i>Общие механизмы и закономерности развития физических качеств</i>	62
4.3. <i>Физиологическая характеристика мышечной силы</i>	64
4.3. <i>Физиологическая характеристика быстроты и скоростно-силовой тренировки</i>	69
4.4. <i>Физиологическая характеристика ловкости и гибкости</i>	72
4.5. <i>Физиологические механизмы и методы тренировки выносливости</i>	73
ГЛАВА V. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОГО ОТБОРА	88
5.1. <i>Общие положения о спортивном отборе</i>	88
5.2. <i>Прогнозирование спортивных способностей</i>	90
5.3. <i>Общие положения по построению методики спортивного отбора</i>	95
ГЛАВА VI. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	95
6.1. <i>Работоспособность в условиях пониженного атмосферного давления</i>	95
6.2. <i>Работоспособность человека при повышенной и пониженной температуре</i>	102
6.3. <i>Спортивная работоспособность при смене поясно-климатических условий</i>	111
ГЛАВА VII. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ ЖЕНЩИН	113
7.1. <i>Физиологические особенности женского организма</i>	113
7.2. <i>Особенности двигательного аппарата и развития физических качеств</i>	115
7.3. <i>Влияние биологического цикла на работоспособность женщин</i>	117
7.4. <i>Общие принципы организации спортивной тренировки у лиц женского пола</i>	121
7.5. <i>Беременность и физические нагрузки</i>	122

ГЛАВА VIII. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ	124
8.1. <i>Возрастная периодизация и физиологические особенности детского организма</i>	124
8.2. <i>Возрастное развитие структуры и функций нервно-мышечного аппарата и двигательных навыков</i>	127
8.3. <i>Возрастные особенности организации тренировочного процесса</i>	132
ГЛАВА IX. ПОНЯТИЕ ЗДОРОВЬЯ И ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ. РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В СОХРАНЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ЗДОРОВЬЯ	136
9.1. <i>Понятие здоровья и факторы, его поределяющие</i>	136
9.2. <i>Роль физической культуры в жизнедеятельности современного человека</i> ..	138
9.3. <i>Основные формы оздоровительной физической культуры</i>	141
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	145
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	146
ТЕМЫ РЕФЕРАТИВНЫХ СООБЩЕНИЙ	149
ЛИТЕРАТУРА	151