

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования Ставропольского края
Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ"



Е.Л. Тинькова, Г.В. Сейфулина

ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Ставрополь

СТАВРОПОЛЬ
издательство
2019

УДК 159.91:612:613
ББК 75.0 я73
Т 42

Печатается по решению Редакционно-издательского совета ГБОУ ВО "Ставропольский государственный педагогический институт".

Рецензенты:

Т.И. Джандарова, доктор биологических наук, профессор

О.В. Морозова, врач функциональной диагностики

Т 42 **Тинькова, Е.Л., Сейфулина, Г.В.**
Физиология спорта : учебное пособие [Текст] / авт.-сост.: Е.Л. Тинькова, Г.В. Сейфулина. – Ставрополь : Ставролит, 2019. – 116 с.
ISBN 978-5-907161-34-4 **УДК 159.91:612:613**
ББК 75.0 я73

В настоящем учебном пособии рассматриваются вопросы общей физиологии спорта. Дается физиологическая характеристика основных видов спортивной деятельности. Особое внимание уделено раскрытию функций организма человека и механизмов их регуляции при тренировочных упражнениях, физиологическим особенностям детского организма в связи с занятиями физической культурой и спортом.

Предназначено для студентов педагогических вузов, обучающихся по направлению "Педагогическое образование", профиль "Физическая культура", а также для тренеров и врачей, изучающих и разрабатывающих проблемы спортивной физиологии и осуществляющих контроль за лицами, которые занимаются физической культурой и спортом.

ISBN 978-5-907161-34-4

© Тинькова Е.Л., Сейфулина Г.В., 2019
© Ставропольский государственный педагогический институт, 2019
© Издательство "Ставролит", 2019

Введение

Современные ФГОС ВО УГСН 44.00.00 Образование и педагогические науки предусматривает всестороннюю подготовку студентов к будущей профессиональной деятельности, в том числе к саморазвитию и самореализации. Различные направления подготовки педагога требуют получения студентами целого ряда специфических знаний, которые позволят сформировать необходимые компетенции для дальнейшей успешной профессиональной деятельности.

Подготовка студентов по профилю "Физическая культура" включает в себя комплекс дисциплин медико-биологического характера, одной из базовых дисциплин которого является физиология спорта.

Физиология спорта занимает важное место в теории физической культуры, составляя фундамент знаний, необходимых тренеру и учителю для достижения высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов и обучающихся. Поэтому тренер и педагог должны хорошо знать о физиологических процессах, происходящих в организме спортсмена во время тренировочной деятельности с тем, чтобы научно обоснованно строить и совершенствовать эту работу, уметь аргументировать свои рекомендации, избегать переутомления и не причинить вреда здоровью тренирующихся.

Физиология спорта – это специальный раздел физиологии человека, изучающий изменения функций организма и их механизмы под влиянием мышечной (спортивной) деятельности и обосновывающий практические мероприятия по повышению ее эффективности.

Спортивная деятельность связана, как правило, с предельным или почти предельным напряжением ведущих физиологических систем, обеспечивающих ее осуществление. Основная задача спортивной физиологии – дать количественную характеристику физиологических реакций отдельных систем и всего организма для разных видов спортивной деятельности.

Изучение адаптивных возможностей детского организма к мышечной деятельности является одной из центральных проблем возрастной физиологии. Знание медико-биологических особенностей изменения функций организма и восстановительных процессов, их реализация в практике физической культуры способствуют улучшению физического

и функционального развития. Очевидно, что без знания критериев физиологической адаптации невозможно оценить характер текущих изменений, происходящих в организме под влиянием мышечной деятельности, прогнозировать возможные нарушения в состоянии здоровья и рационально организовать процесс физического воспитания.

Уроки физической культуры должны повышать устойчивость организма школьников к физическим нагрузкам и быть направлены на улучшение физического и функционального развития, повышение работоспособности, сохранение и укрепление здоровья учащихся. Медико-биологической основой этих процессов являются физиологические, биохимические и морфологические изменения, возникающие во время занятий физическими упражнениями, а также совершенствование нервной и гуморальной регуляции функций организма.

Одно из основных физиолого-педагогических требований урока физической культуры состоит в получении тренировочного эффекта. В физиологическом отношении тренировочный эффект заключается в повышении функциональных возможностей различных органов и систем и развитии адаптации организма к физическим нагрузкам.

Для эффективного нормирования и управления уроком физической культуры необходим комплексный физиолого-педагогический контроль, на основании которого оценивается эффект нагрузки и функциональное состояние организма. Зарегистрированные в процессе контроля параметры функционального состояния и эффектов нагрузки сопоставляются с количественными и качественными ее характеристиками, на основании чего составляется конспект урока и методические рекомендации по его проведению. Одной из важных задач является нормирование физических нагрузок для детей с учетом их различного возраста. Анализ и учет всех этих компонентов позволяет, с одной стороны, регулировать интенсивность нагрузок, а с другой – прогнозировать величину и характер функциональных сдвигов у занимающихся.

Актуальность проблемы адаптации организма детей к физическим нагрузкам определяется еще и тем, что нередко в практику физического воспитания детей переносятся принципы использования физических нагрузок, принятых в подготовке взрослых спортсменов. Между тем в процессе возрастного развития меняется диапазон приспособляемости к физическим нагрузкам. Определение мощности, интенсивности и продолжительности мышечной деятельности, вызывающей напряжение функций в физиологических рамках, имеет важное практическое значение.

Глава I

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФИЗИОЛОГИИ. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА

1.1. ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ

Живые организмы представляют собой открытые системы, т.е. неразрывно связанные с внешней средой. К числу закономерностей, совокупность которых характеризует жизнь, относятся:

- самообновление;
- саморегуляция (авторегуляция);
- самовоспроизведение.

Перечисленные закономерности обуславливают основные атрибуты жизни (основные свойства живого организма): обмен веществ, раздражимость (возбудимость), подвижность, размножение, наследственность, поддержание гомеостаза, приспособляемость (адаптивность).

Процесс обмена веществ у всех живых организмов, начиная от самых примитивных и кончая самым сложным – человеческим организмом, является одной из главных основ жизни. Он осуществляется сложнейшими химическими соединениями, которые называются белками. Ф. Энгельс писал, что "жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка".

Происходящие в организме физиологические процессы сводятся, в конечном счете, к обеспечению обмена веществ и его регуляции в соответствии потребностями организма, которые определяются условиями его жизни. Для отправления этих функций существуют многочисленные специальные органы, находящиеся в непрерывном и очень сложном взаимодействии.

По словам английского ученого Д. Уолда "самая сложная машина из всех, какие когда-либо создавал человек – ну, скажем, электронный мозг – не более чем детская игрушка по сравнению с самым простым из живых существ". Человек же, как известно, это самое сложное из живых существ. Каждая из ста триллионов клеток организма человека отличается чрезвычайно сложной структурой, способностью к самоорганизации и многостороннему взаимодействию с другими клетками. Клетка же представляет собой лишь одну из сравнительно элементарных подсистем в сложной иерархии систем, формирующих живой организм.

Нормальное функционирование организма и каждого отдельного элемента системы (в т.ч. и каждой клетки) возможно благодаря непрерывному обмену информацией между элементами (и между клетками).

Внутренняя среда организма, в которой живут все его клетки, – это кровь, лимфа, межтканевая жидкость. Ее характеризует относительное постоянство – гомеостаз различных показателей, т.к. любые ее изменения приводят к нарушению функций клеток и тканей организма, особенно высокоспециализированных клеток центральной нервной системы. К таким постоянным показателям гомеостаза относятся температура внутренних органов тела, сохраняемая в пределах 36-37 °С, кислотно-основное равновесие крови, характеризуемое величиной $pH = 7,4-7,35$, осмотическое давление крови (7,6-7,8 атм), концентрация гемоглобина в крови – 120-140 г/л и др.

Гомеостаз представляет собой не статическое явление, а динамическое равновесие. Способность сохранять гомеостаз в условиях постоянного обмена веществ и значительных колебаний факторов внешней среды обеспечивается комплексом регуляторных реакций организма. Эти регуляторные процессы поддержания динамического равновесия получили название гомеокинеза.

Степень сдвига показателей гомеостаза при существенных колебаниях условий внешней среды или при тяжелой работе у большинства людей очень невелика. Например, длительное изменение pH крови всего на 0,1-0,2 может привести к смертельному исходу. Однако в общей популяции имеются отдельные индивиды, обладающие способностью переносить гораздо большие сдвиги показателей внутренней среды. У высококвалифицированных спортсменов-бегунов в результате большого поступления молочной кислоты из скелетных мышц в кровь во время бега на средние и длинные дистанции pH крови может сни-

жаться до величин 7,0 и даже 6,9. Лишь несколько человек в мире оказались способными подняться на высоту порядка 8 800 м над уровнем моря (на вершину Эвереста) без кислородного прибора, т.е. существовать и двигаться в условиях крайнего недостатка кислорода в воздухе и, соответственно, в тканях организма. Эта способность определяется врожденными особенностями человека – так называемой его генетической нормой реакции, которая даже для достаточно постоянных функциональных показателей организма имеет широкие индивидуальные различия.

1.2. НЕРВНЫЕ И ГУМОРАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ

Обмен информацией в живых организмах происходит посредством прямого (контактного) взаимодействия между клетками, в результате транспорта веществ с тканевой жидкостью, лимфой и кровью (гуморальная связь – от лат. гумор – жидкость), а также при передаче от клетки к клетке биоэлектрических потенциалов, что представляет самый быстрый способ передачи информации в организме. У многоклеточных организмов развилась специальная система, обеспечивающая восприятие, передачу, хранение, переработку и воспроизведение информации, закодированной в электрических сигналах. Это – нервная система, достигшая у человека наивысшего развития.

Таким образом, регуляция различных функций у высокоорганизованных животных и человека осуществляется, в основном, двумя путями: гуморальным (через кровь, лимфу и тканевую жидкость) и нервным.

Возможности гуморальной регуляции ограничены тем, что она действует сравнительно медленно и не может обеспечить срочных ответов организма (быстрых движений, мгновенной реакции на экстренные раздражители). Кроме того, гуморальным путем происходит широкое вовлечение различных органов и тканей в реакцию. В отличие от этого, с помощью нервной системы возможно быстрое и точное управление различными отделами целостного организма, доставка сообщений точному адресату.

Оба эти механизма тесно связаны, однако ведущую роль в регуляции функций играет нервная система.

Нервная система человека функционирует как сложное кибернетическое устройство, равно которому нет ни в природе, ни в технике. Непрерывно получая колоссальный поток информации, поступающий от внутренних органов, сосудов, аппарата движения и из внешней среды – через органы чувств, – она регулирует и согласовывает деятельность всех органов в интересах всего организма в целом. Нервная система регулирует весь режим его внутренней жизни в соответствии с условиями внешней среды регуляции функционального состояния органов и тканей принимают участие особые вещества – нейропептиды, выделяемые гипофизом и нейронами спинного и головного мозга. Известно около сотни подобных веществ, которые, не вызывая сами возбуждения клеток, могут заметно изменять их функциональное состояние. Они влияют на сон, процессы обучения и памяти, на мышечный тонус, вызывают обездвижение или обширные судороги мышц, обладают обезболивающим и наркотическим эффектом. Концентрация нейропептидов в крови у спортсменов может превышать средний уровень у нетренированных лиц в 6-8 раз, повышая эффективность соревновательной деятельности. Чрезмерные тренировочные занятия вызывают истощение нейропептидов и срыв адаптации спортсмена к физическим нагрузкам.

1.3. ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

Организм животных и человека состоит из тканей. Ткань – это исторически сложившаяся система клеток и неклеточных структур (межклеточное вещество), обладающих общностью строения и специализированных на выполнении определенных функций.

По строению, функциям и развитию выделяют эпителиальную (эпителий), соединительную, мышечную и нервную ткани.

Все живые организмы и любая их ткань обладают раздражимостью, т.е. способностью отвечать на внешние раздражения изменением обмена веществ. Наряду с раздражимостью некоторые ткани (нервная, мышечная, железистая) обладают возбудимостью. В ответ на раздражение в возбудимых тканях возникает процесс возбуждения.

Возбуждение представляет собой сложную биологическую реакцию. Обязательными признаками возбуждения являются изменение

мембранного потенциала, усиление обмена веществ (повышение потребления кислорода, выделение углекислого газа и тепла) и возникновение деятельности, присущей данной ткани: мышца сокращается, железа выделяет секрет, нервная клетка генерирует электрические импульсы. В момент возбуждения ткань из состояния физиологического покоя переходит к присущей ей деятельности.

Следовательно, возбудимостью называют способность ткани отвечать на раздражение возбуждением. Возбудимость – это свойство ткани, тогда как возбуждение – это процесс, ответная реакция на раздражение.

Важнейшим признаком распространяющегося возбуждения является возникновение нервного импульса, или потенциала действия, благодаря которому возбуждение не остается на месте, а проводится по возбудимым тканям. Раздражителем, вызывающим возбуждение, может быть любой агент внешней или внутренней среды (электрический, химический, механический, термический и др.) при условии, что он является достаточно сильным, действует достаточно долго и нарастание его силы происходит достаточно быстро.

1.4. НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ АППАРАТ

Любое движение осуществляется сократительной функцией мышц. Мышечная ткань разделяется на поперечно-полосатую, гладкую мускулатуру и со специальными свойствами. Поперечно-полосатые (соматические) мышцы осуществляют перемещение тела, движения, связанные с трудовой деятельностью, мимикой, определяют сокращения сердца, дыхательные движения. Они иннервируются периферическими нервами, включающими двигательные (передающие команды мышцам), чувствительные (несущие информацию о напряжении и движении мышц) и симпатические нервы, влияющие на обменные процессы. Гладкая мускулатура входит в состав внутренних органов, ее регуляция осуществляется вегетативная нервная система (ВНС).

Мышечное волокно состоит из сарколеммы (оболочки), киноплазмы (специализированной цитоплазмы), саркоплазмы (неспецифической цитоплазмы), клеточных образований и сократительного аппарата – миофибрилл. Сарколемма – трехслойная мембрана, определяющая

проницаемость клетки и возникновение потенциала действия. Киноплазма включает специализированные белки (актомиозин, миозин, актотропомиозин), входящие в состав миофибрилл. Саркоплазма – жидкая цитоплазма (миоген, миоглобин, зерна крахмала и жира, ферменты – гликолитические и окислительные). Ядра с рибосомами участвуют в процессах синтеза белка. Митохондрии обеспечивают окислительные процессы. Саркоплазматический ретикулум – транспортная система, состоящая из продольной α -системы (внутриклеточная сосудистая сеть) и поперечной Т-системы, сообщающейся с внеклеточным пространством на уровне Н-дисков. Через Т-систему в клетку поступают питательные вещества, а α -система ответственна за транспорт Са. Сократительный аппарат мышечной клетки представлен миофибриллами, состоящими из миофиламентов, длинных и толстых молекул сократительного белка миозина, тонких филаментов – актина и тропомиозина. Миозин составлен из уложенных параллельно белковых нитей с утолщениями (головками) на концах. Нити актина (20% сухого вещества миофибрилл) состоят из двух форм белка: 1) глобулярной формы – в виде сферических молекул и 2) палочковидных молекул тропомиозина в виде двунитчатых спиралей скрученных в длинную цепь.

Миофибриллы разделены на саркомеры, темные (анизотропные) диски с двойным лучепреломлением и светлые (изотропные).

Различают мышечные волокна: тонические (с локальным состоянием возбуждения, без его распространения), фазные (способные распространять волну возбуждения), переходные (совмещающие оба свойства).

Между волокнами имеется соединительно-тканная прослойка – эндомизий. Собранные в пучки мышечные волокна отделены перемизием. Мышечные волокна обладают способностью возбудимости, сократимости и проводимости.

Функциональной единицей мышцы является нейромоторная двигательная единица, состоящая из мотонейрона и группы мышечных волокон, им иннервируемых. Двигательные единицы небольших мышц содержат малое количество мышечных волокон, больших – до нескольких тысяч. Нарастание нагрузки вызывает активацию различных двигательных единиц скелетной мышцы в соответствии с их размерами – от меньших к большим. Сокращение двигательной единицы может быть синхронным и асинхронным.

Одной из важнейших характеристик скелетных мышц, влияющих на силу сокращения, является состав (композиция) мышечных воло-

кон. Различают 3 типа мышечных волокон – медленные неустойчивые, аэробные (I тип – 50%), быстрые неустойчивые или промежуточные, анаэробные (II-а тип – 20%) и быстрые устойчивые, гликолитические (II-б тип – 30%).

Морфологически в мышцах I и II типам соответствуют красные и белые волокна. Красный цвет волокон связан с большим количеством в саркоплазме миоглобина, запасом гликогена и липидов, хорошим кровоснабжением. Они определяют силу и выносливость мышц. Белые волокна толще, они характеризуются большим количеством миофибрилл. Они быстрые волокна, определяют силу.

1.5. МЕХАНИЗМ МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ

В поперечно-полосатых мышцах, ее сухожилиях имеются механорецепторы (проприорецепторы), реагирующие на ее растяжение (раздражимость мышцы). Следует отметить, что в дыхательных мышцах имеются рецепторы, реагирующие на изменение гуморального состава крови (гуморальные рецепторы). Рецепторы двигательного аппарата – мышечные веретена, сухожильные рецепторы Гольджи, чувствительные окончания суставных сумок, связок, фасций. Они реагируют на растяжение. В мышцах также имеются хеморецепторы и осморорецепторы.

Передача возбуждения с нервного волокна на мышечное осуществляется через нервно-мышечный синапс (мионевральный синапс), состоящий из пресинаптической и постсинаптической мембраны, разделенных щелью, в которую под влиянием возбуждения выделяется ацетилхолин. Связываясь с рецепторами постсинаптической мембраны, ацетилхолин вызывает в ней деполяризацию, местное возбуждение небольшой амплитуды – потенциал концевой пластинки. При достаточной частоте нервных импульсов развивается мышечный потенциал действия. Кривая записи электрической активности мышц называется электромиограммой. При утомлении лабильность нервно-мышечных синапсов снижается. Структура миофибриллярного аппарата была изучена А. Хаксли и Г. Хаксли. В состоянии покоя более тонкие и длинные актиновые нити входят в начальные отрезки промежутков между толстыми и короткими миозиновыми нитями создавая при электронной

микроскопии вид поперечной исчерченности. Актин состоит из двух форм белка: 1) в виде сферических молекул (глобул) и 2) палочковидных молекул тропомиозина, скрученных в виде двунитчатых спиралей в длинную цепь. Сокращение и расслабление мышечного волокна включает следующие этапы: раздражение возникновение потенциала действия проведение его вдоль клеточной мембраны по Т-системе распад АТФ с освобождением энергии в присутствии актина и миозина и Ca скольжение нитей актина и миозина (укорочение) распад АТФ секвестрация Ca расслабление. Первичным источником энергии для сокращения мышц является расщепление аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), которая находится в клеточной мембране, саркоплазматическом ретикулуме и миозиновых нитях. Запасы АТФ в мышце незначительны. Поэтому для деятельности мышц необходимо постоянное восстановление АТФ. Оно осуществляется за счет креатинфосфата, который распадается на креатин и фосфорную кислоту. $АДФ + КрФ = АТФ + Кр$. При истощении уровня креатинфосфата его количество восстанавливается за счет энергии освобождающейся при расщеплении гликогена и глюкозы и образования фосфата.

Работа мышц связана с теплообразованием, которое создает температурный оптимум для работы мышц. Различают фазу начального теплообразования (тепло активации, тепло укорочения, тепло расслабления) и фазу восстановительного или запаздывающего теплообразования.

Условие деятельности мышцы, при котором она сокращаясь не меняет свою длину, называется изометрическим. Изотоническое сокращение – это сокращение, при котором меняется длина мышцы при относительно постоянном напряжении (тонусе). Ауксотонический режим (смешанный режим) характеризуется изменением длины и тонуса мышцы, при сокращении происходит перемещение груза.

Одиночное сокращение мышечного волокна включает латентный период (2,5 мс), потенциал действия, сокращение мышцы (50 мс) и расслабление мышцы (50 мс). В начале сокращения мышца находится в состоянии невозбудимости (фаза абсолютной рефрактерности) – 3,5 мс, далее следует фаза относительной рефрактерности, а затем фаза экзальтации – повышенной возбудимости. Для мышц возможно суммирование отдельных сокращений, когда одно сокращение накладывается на последующее. Если повторное раздражение приходится на фазу расслабления или относительной рефрактерности, то можно получить сокращения мышцы большой амплитуды, причем их пики нач-

нут сливаться. Такое сокращение названо тетанусом. Длительное напряжение мышц, обеспечивающее поддержание позы, получило название мышечного тонуса.

Мышцы характеризуются упругостью, т.е. сопротивлением действию деформирующих сил; вязкостью, определяемой величиной внутреннего трения частиц тела при ее деформации; силой, способностью совершать работу. Сила мышц является суммой отдельных ее мышечных волокон. Различают анатомический и физиологический поперечник мышц. Анатомический поперечник – это площадь поперечного сечения мышцы. Физиологический поперечник – это площадь поперечного сечения всех мышечных волокон мышцы (например, перистых мышц). Сила мышцы прямо пропорциональна площади физиологического поперечника мышцы, т.е. сумме поперечного сечения каждого волокна. На силу сокращения мышцы влияет ее исходная длина, от которой зависит количество поперечных соединений (мостиков) между актином и миозином (большая тяга сократительных белков). Сила сокращения мышц зависит от количества вовлеченных в сокращение двигательных единиц, от частоты нервной импульсации и синхронизации двигательных единиц. Если измерить в эксперименте силу мышцы (в кг) и полученную величину разделить на площадь ее физиологического поперечника (в см^2), то получится удельная (абсолютная) сила мышцы. Между силой и скоростью сокращения мышцы существует определенное соотношение, имеющее графически вид гиперболы. Чем выше сила, развиваемая мышцей, тем меньше скорость ее сокращения.

1.6. МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАДКИХ МЫШЦ

Особенности строения и функции гладких мышц. Гладкие мышцы не имеют поперечной исчерченности. Они входят в состав внутренних органов, разнообразны по форме; произвольно сокращаются; выполняют тоническую функцию.

Микроскопическая структура гладких мышц более хаотична, между клетками имеются контакты (нексусы), менее развитый эндоплазматический ретикулум, сократительный аппарат представлен миофибриллами, состоящими из актина.

Механизм сокращения скользящий, мембранный потенциал определяется натрием, калием и хлором, потенциал действия разнообразен по форме, возбудимость значительно ниже, чувствительность к химическим веществам выше, проводимость мала, сократимость характеризуется затяжным процессом; сила сокращения зависит от степени растяжения; способны к спонтанной активности (автоматии); имеют вегетативную иннервацию.

Основной структурной единицей гладких мышц является мышечная клетка, которая имеет веретенообразную форму и покрыта снаружи плазматической мембраной. Под электронным микроскопом в мембране можно заметить многочисленные углубления – кавеолы, которые значительно увеличивают общую поверхность мышечной клетки. Сарколеммы непосмугованных мышечной клетки включает в себя плазматическую мембрану вместе с базальной мембраной, которая покрывает ее извне, и прилегающими коллагеновыми волокнами. Основные внутриклеточные элементы: ядро, митохондрии, лизосомы, микротрубочки, саркоплазматической сети и сократительные белки.

Мышечные клетки образуют мышечные пучки и мышечные слои. Межклеточное пространство (в 100 нм и более) заполнен эластичными и коллагеновыми волокнами, капиллярами, фибробластами и др. В некоторых участках мембраны соседних клеток лежат очень плотно (щель между клетками составляет 2-3 нм). Предполагают, что эти участки (нексус) служат для межклеточного связи, передачи возбуждения. Доказано, что одни гладкие мышцы содержат большое количество нексус (сфинктер зрачка, циркулярные мышцы тонкой кишки и др.), у других их мало или совсем нет (семявыносящих протоков, продольные мышцы кишок). Между непосмугованных мышечными клетками существует также промежуточный, или десмоподибный, связь (через утолщение мембраны и с помощью отростков клеток). Очевидно, эти связи имеют значение для механического соединения клеток и передачи механической силы клетками.

Благодаря хаотичному распределению миозиновых и актиновых протофибрилл клетки гладких мышц не поперечнополосатые, как скелетные и сердечная. В отличие от скелетных мышц, в гладких мышцах нет Т-системы, а саркоплазматической сети составляет только 2-7 % объема миоплазмы и не имеет связей с внешней средой клетки.

Гладкомышечные клетки, как-поперечнополосатые, сокращаются вследствие скольжения актиновых протофибрилл между миозиновыми, однако скорость скольжения и гидролиз АТФ, а значит, и скорость

сокращения, в 100-1000 раз меньше, чем в поперечнополосатых мышцах. Благодаря этому гладкие мышцы – хорошо приспособлены для длительного скольжения с небольшим затратами энергии и без усталости.

Гладкие мышцы с учетом способности генерировать потенциал действия (ПД) в ответ на пороговое или надпороговое раздражение условно делят на фазные и тонические. Фазные мышцы генерируют полноценный ПД, тонические – только местный, хотя им присущ и механизм генерации полноценных потенциалов. Неспособность тонических мышц к ПД объясняется высокой калиевой проницаемостью мембраны, которая препятствует развитию регенеративной деполяризации.

Величина мембранного потенциала гладкомышечных клеток непруговых мышц варьирует от -50 до -60 мВ. Как и в других мышцах, в том числе и в нервных клетках, в его образовании принимают участие главным образом K^+ , Na^+ , Cl^- . В гладкомышечных клетках пищеварительного канала, матки, некоторых сосудах мембранный потенциал нестабилен, наблюдаются спонтанные колебания в виде медленных волн деполяризации, на вершине которых могут появляться разряды ПД. Длительность ПД гладких мышц колеблется от 20-25 мс до 1 с и более (например, в мышцах мочевого пузыря), т.е. она длиннее, чем продолжительность ПД скелетных мышц. В механизме ПД гладких мышц рядом с Na^+ большую роль играет Ca^{2+} .

В отличие от скелетных мышц, гладкие мышцы желудка, кишок, матки, мочеточников имеют спонтанную миогенную активность, т.е. развивают спонтанные сокращения. Они хранятся в условиях изоляции этих мышц и при фармакологическом выключении интрафузальных нервных сплетений. Итак, ПД возникает в собственно гладких мышцах, а не обусловлен передачей в мышцы нервных импульсов.

Эта спонтанная активность имеет миогенное происхождение и возникает в мышечных клетках, которые выполняют функцию водителя ритма. В этих клетках местный потенциал достигает критического уровня и переходит в ПД. Но за реполяризацию мембраны спонтанно возникает новый местный потенциал, который вызывает еще один ПД, и т.д. ПД, распространяясь через нексус на соседние мышечные клетки со скоростью 0,05-0,1 м/с, охватывает всю мышцу, вызывая его сокращение. Например, перистальтические сокращения желудка возникают с частотой 3 раза за 1 мин, сегментарные и маятникообразные движения толстой кишки в 20 раз за 1 мин в верхних отделах и 5-10 за 1 мин – в нижних. Таким образом, гладкие мышечные волокна назван-

ных внутренних органов обладают автоматизмом, который проявляется их способностью ритмически сокращаться при отсутствии внешних раздражителей.

Какова причина возникновения потенциала в клетках гладких мышц водителя ритма? Очевидно, он возникает вследствие уменьшения калиевой и увеличение натриевой и (или) кальциевой проницаемости мембраны. Возможно, определенную роль играет уменьшение первоначального инактивирующего компонента калиевого тока при деполяризации мышечных клеток вследствие инактивации соответствующих ионных калиевых каналов.

В отличие от скелетных мышц, гладкие при растяжении себя как пластичные, эластичные структуры. Благодаря пластичности гладкая мышца может быть полностью расслаблен как в сокращенном, так и в растянутыми состоянии. Например, пластичность гладких мышц стенки желудка или мочевого пузыря по мере наполнения этих органов предотвращает повышение внутрисполостного давления. Чрезмерное растяжение часто приводит к стимулированию сокращения, которое обусловлено деполяризацией клеток водителя ритма, возникающий при растяжении мышцы, и сопровождается повышением частоты ПД, а вследствие этого – усилением сокращения. Сокращение, которое активизирует процесс растяжения, играет большую роль в саморегулировании базального тонуса кровеносных сосудов.

Механизм сокращения гладких мышц. Считается, что процесс сокращения активизируется преимущественно внеклеточным Ca^{2+} , поступающего в мышечные клетки через потенциалзависимые Ca^{2+} -каналы.

Особенность нервно-мышечной передачи в гладких мышцах заключается в том, что иннервация осуществляется вегетативной нервной системой и она может оказывать как возбуждающий, так и тормозящее влияние. По типу различают холинергические (медиатор ацетилхолин) и адренергические (медиатор норадреналин) медиаторы. Первые обычно содержатся в мышцах пищеварительной системы, вторые – в мышцах кровеносных сосудов.

Один и тот же медиатор в одних синапсах может быть возбуждающих, а в других – тормозным (в зависимости от свойств циторепторив). Адренорецепторы делят на α - и β -. Норадреналин, воздействуя на α - адренорецепторы, суживает кровеносные сосуды и тормозит моторику пищеварительного тракта, а воздействуя на β -адренорецепторы, стимулирует деятельность сердца и расширяет кровеносные сосу-

ды некоторых органов, расслабляет мышцы бронхов. Описаны нервно-мышечную передачу в гладких мышцах за помощью и других медиаторов.

В ответ на действие возбуждающего медиатора происходит деполяризация клеток гладких мышц, которая проявляется в виде возбуждающего синаптического потенциала (ССП). Когда он достигает критического уровня, возникает ПД. Это происходит тогда, когда до нервного окончания друг за другом подходят несколько импульсов.

Тормозной медиатор вызывает гиперполяризацию постсинаптической мембраны, что проявляется в тормозном синаптическом потенциале (ТСП). В основе гиперполяризации лежит повышение проницаемости мембраны в основном для K^+ . Роль тормозного медиатора в гладких мышцах, возбуждаемые ацетилхолином (например, мышцы кишки, бронхов), играет норадреналин, а в гладких мышцах, для которых возбуждающим медиатором является норадреналин (например, мышцы мочевого пузыря), – ацетилхолин.

При некоторых заболеваниях, когда нарушается иннервация скелетных мышц, их пассивное растяжение или смещение сопровождается рефлекторным повышением их тонуса, т.е. устойчивости к растяжению.

При нарушении кровообращения, а также под действием некоторых продуктов метаболизма (молочной и фосфорной кислот), ядовитых веществ, алкоголя, усталости, снижения температуры мышц (например, при длительном плавании в холодной воде) после длительного активного сокращения мышцы может возникать контрактура. Чем больше нарушается функция мышцы, тем сильнее выражена контрактурное последствие (например, контрактура жевательных мышц при патологии челюстно-лицевой области). Каково происхождение контрактуры? Считается, что контрактура возникла вследствие уменьшения в мышце концентрации АТФ, что привело к образованию постоянной связи между поперечными мостиками и актиновыми протофибриллами. При этом мышца теряет гибкость и становится твердой. Контрактура проходит, мышца расслабляется, когда концентрация АТФ достигает нормального уровня.

При заболеваниях типа миотонии клеточные мембраны мышц возбуждаются так легко, что даже незначительное раздражение (например, введение игольчатого электрода при электромиографии) обуславливает разряд мышечных импульсов. Спонтанные ПД (потенциалы фибрилляции) регистрируются также на первой стадии после денервации мышцы (пока бездействие не приведет к его атрофии).

Тонические сокращения некоторых гладких мышц, особенно мышц сосудистых стенок (базальный или миогенный, тонус) активизируются преимущественно внеклеточным Ca^{2+} . Физиологически активные вещества и медиаторы могут вызвать снижение тонуса гладких мышц путем закрытия хемочувствительных Ca^{2+} -каналов (через активизацию хеморецепторов) или гиперполяризации, которая обуславливает подавление спонтанных ПД и закрытия потенциалзависимых Ca^{2+} -каналов.

Глава II

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА

2.1. АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА, СТАДИИ АДАПТАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Определение функциональных изменений, возникающих в период тренировочных и соревновательных нагрузок, необходимо для оценки процесса адаптации, степени утомления, уровня тренированности и работоспособности спортсменов и является основой для совершенствования восстановительных мероприятий. О влиянии физических нагрузок на человека можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакции со стороны центральной нервной системы, гормонального аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, анализаторов, обмена веществ и др. Следует подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности. Изменения функциональных показателей организма спортсменов могут быть правильно проанализированы и всесторонне оценены только при рассмотрении их в отношении к процессу адаптации.

Приспособительные изменения в здоровом организме бывают двух видов: изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда система функционирует в обычном составе; изменения при действии чрезмерных (непривычных) факторов с включением в функциональную систему дополнительных элементов и механизмов.

Первая и вторая группы приспособительных изменений нередко называются адаптационными. Более оправданным будет называть первую группу изменений обычными физиологическими реакциями, поскольку эти сдвиги не связаны с существенными физиологическими перестройками в организме и не выходят за пределы физиологи-

ческой нормы. Вторая группа приспособительных изменений отличается значительным использованием физиологических резервов и перестройкой функциональных систем, в связи с чем их целесообразно называть адаптационными сдвигами.

Несомненный интерес представляет понятие общего адаптационного синдрома, предложенное канадским ученым Гансом Селье. 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.

В динамике адаптационных изменений у спортсменов выделяют четыре стадии, каждой из которых присущи свои функциональные изменения и регуляторно-энергетические механизмы. Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии свойственны людям 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.

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 дезадаптации организма развивается в результате перенапряжения адаптационных механизмов и включения компенсаторных реакций вследствие интенсивных тренировочных нагрузок и недостаточного отдыха между ними. Процесс дезадаптации 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 дезадаптации 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 дезадаптации наблюдаются эмоциональная и вегетативная неустойчивость, раздражительность, вспыльчивость, головные боли, нарушение сна. Снижается умственная и физическая работоспособность.

Процесс дезадаптации 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 дезадаптационных расстройств может протекать с достаточной еще способностью к восстановлению всех функций организма и работоспособности, что чаще всего и наблюдается у спортсменов. В других случаях дезадаптация 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 дезадаптации по своим патофизиологическим основам в значительной мере соответствует состоянию перетренированности спортсменов.

Стадия реадаптации возникает после длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращения совсем и характери-

зается 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.

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 тя-

желоатлетов 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.

2.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Приспособление человека к физическим нагрузкам представляет собой сложный многоуровневый процесс, затрагивающий различные функциональные системы организма.

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.

С физиологической точки зрения, ведущими при адаптации спортсменов в процессе тренировок являются повторность и возрастание физических нагрузок, что за счет обратных биологических связей позволяет совершенствовать функциональные возможности органов и систем и их энергетическое обеспечение на основе механизма саморегуляции организма. С этих позиций тренировка сводится к активизации механизмов адаптации, включению физиологических резервов, благодаря которым организм человека легче и быстрее приспосабливается к повышенным нагрузкам, совершенствуя свои физические, физиологические и психические качества, повышая состояние тренированности.

Физиологическая сущность тренированности – это такой уровень функционального состояния организма, который характеризуется совершенствованием механизмов регуляции, увеличением физиологических резервов и готовностью к их мобилизации, что выражается в его повышенной устойчивости к длительным и интенсивным физическим нагрузкам и высокой работоспособности.

Развившееся в процессе тренировки состояние тренированности по своим физиологическим механизмам и морфофункциональной сути соответствует стадии адаптированности организма к физическим нагрузкам.

Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, в совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Никаких новых функциональных явлений и механизмов в процессе адаптации не наблюдается, просто имеющиеся уже механизмы начинают работать совершеннее, интенсивнее и экономичнее. В основе адаптации к физическим нагрузкам лежат нервно-гуморальные механизмы, включающиеся в деятельность и совершенствующиеся при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп). При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их резервов, а системообразующим фактором при этом является приспособительный полезный результат – выполнение поставленной задачи, т.е. конечный спортивный результат.

Физиологические факторы при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами: а) перестройкой

регуляторных механизмов; б) мобилизацией и использованием физиологических резервов организма; в) формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека. Эти три физиологических реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации, а общебиологическая закономерность таких адаптивных перестроек относится к любой деятельности человека. Функциональная система, ответственная за адаптацию к физическим нагрузкам, включает в себя три звена: афферентное, центральное регуляторное и эффекторное.

Приспособительные изменения в здоровом организме бывают двух видов: 1) изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда функциональная система функционирует в обычном составе; 2) изменения при действии чрезмерных факторов с включением в систему дополнительных элементов и механизмов.

Первая группа изменений является обычными физиологическими реакциями и не сопровождается существенными функциональными перестройками в организме, которые, как правило, не выходят за пределы физиологической нормы. Вторая группа приспособительных изменений отличается значительным напряжением регуляторных механизмов, использованием физиологических резервов и формированием функциональной системы адаптации, в связи с чем их называют адаптационными сдвигами.

Адаптивные перестройки – динамический процесс, поэтому в динамике адаптационных изменений у спортсменов целесообразно выделять несколько стадий. Существует четыре стадии (преадаптации, адаптированности, дезадаптации и реадаптации), каждой из которых присущи свои функционально-структурные изменения и регуляторно-энергетические механизмы.

Основными, имеющими принципиальное значение в спорте, следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии, очевидно, свойственны людям в процессе приспособления к любым условиям деятельности.

Одной из важнейших проблем современной физиологии и медицины является исследование закономерностей процесса адаптации организма к различным факторам среды. Адаптация человека затрагивает широкий спектр общебиологических закономерностей, интересы работников различных научных дисциплин и связана, прежде всего, с саморегулированием многокомпонентных функциональных систем.

Значение проблемы адаптации в спорте определяется прежде всего тем, что организм спортсмена должен приспосабливаться к физическим нагрузкам в относительно короткое время. Именно скорость наступления адаптации и ее длительность во многом определяют состояние здоровья и тренированность спортсмена. В этой связи значительный научный интерес для практики спорта представляет разработка системного обоснования адаптации организма в процессе достижения высшего спортивного мастерства. Вместе с тем общеизвестно, что морфофункциональные особенности организма человека, сформировавшиеся в течение длительного периода эволюции, не могут изменяться с такой же быстротой, с какой изменяются структура и характер тренировочных и соревновательных нагрузок в спорте. Не соответствие во времени между этими процессами может приводить к возникновению функциональных расстройств, которые проявляются различными патологическими нарушениями.

Адаптация как общее универсальное свойство живого обеспечивает жизнеспособность организма в изменяющихся условиях и представляет процесс адекватного приспособления его функциональных и структурных элементов к окружающей среде.

Система закаливания и формирования сильного, красивого и выносливого человека всегда связывалась с адаптацией его к физическим нагрузкам. Физические нагрузки – самый естественный и древний фактор, воздействовавший на человека. Будучи обусловленным самой природой земной гравитации, этот фактор во все времена сопровождал человека, и двигательная активность всегда была важным звеном его приспособления к окружающему миру. Одним из неперенных условий развития адаптации к физическим нагрузкам является мобилизация и использование физиологических резервов организма.

С физиологической точки зрения ведущими в тренировке являются повторность и возрастание физических нагрузок, что за счет обратных связей позволяет совершенствовать функциональные возможности органов и систем и их энергетическое обеспечение на основе механизма саморегуляции организма. С этих позиций тренировка сводится к активизации механизмов адаптации, включению физиологических резервов, благодаря которым организм человека легче и быстрее приспосабливается к повышенным нагрузкам, совершенствуя свои физические, физиологические и психические качества, повышая состояние тренированности.

Физиологическая сущность состояния тренированности – это такой уровень функционального состояния организма, который характеризуется совершенствованием механизмов регуляции, увеличением физиологических резервов и готовностью к их мобилизации, что выражается в его повышенной устойчивости к длительным и интенсивным физическим нагрузкам и высокой работоспособности.

Развившееся в процессе тренировки состояние тренированности по своим физиологическим механизмам и морфофункциональной сути соответствует стадии адаптированности организма к физическим нагрузкам. В понятиях "адаптация, адаптированность", с одной стороны, и "тренировка, тренированность", с другой стороны, много общих черт, главной из которых является достижение нового уровня работоспособности на основе образования в организме специальной адаптивной функциональной системы с определенным уровнем физиологических констант. Тренировка и тренированность – понятия педагогические, хотя и базируются они на знаниях физиологических закономерностей организма спортсменов. Адаптация и адаптированность спортсменов к физическим нагрузкам и все функциональные и структурные перестройки, совершающиеся при этом в организме, относятся к биологическим категориям и составляют основные научные и учебные проблемы медиков и физиологов.

Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, в совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. Никаких новых функциональных явлений и механизмов в процессе адаптации не наблюдается, просто имеющиеся уже механизмы начинают работать совершеннее, интенсивнее и экономичнее. В основе адаптации к физическим нагрузкам лежат нервно-гуморальные механизмы, включающиеся в деятельность и совершенствующиеся при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп). При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их резервов, а системообразующим фактором при этом должен являться приспособительный полезный результат – выполнение поставленной задачи, т. е. конечный спортивный результат.

Комплекс функциональных систем, обеспечивающих конечный спортивный результат, формируется организмом спортсмена ради достижения этого результата. Отсутствие результата или систематически недостаточный его уровень могут не только стимулировать формиро-

вание данного комплекса, но и разрушать его, прекращать функционирование в зависимости от величины и характера физиологических резервов, воли, мотивации и других факторов. Таким образом, адаптация к мышечной деятельности представляет собой системный ответ организма, направленный на достижение состояния высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это.

2.3. ВИДЫ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

При всем многообразии индивидуальной фенотипической адаптации развитие ее у человека характеризуется некоторыми общими чертами. Среди таких черт в приспособлении организма к любым факторам среды следует выделять два вида адаптации – срочную, но несовершенную, и долговременную, совершенную.

Срочная адаптация возникает непосредственно после начала действия раздражителя и может реализоваться на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов и программ.

Очевидными проявлениями срочной адаптации являются увеличение теплопродукции в ответ на холод, увеличение теплоотдачи в ответ на жару, рост легочной вентиляции, ударного и минутного объемов крови в ответ на физическую нагрузку и недостаток кислорода, приспособление органа зрения к темноте, бег человека, обусловленный социально значимой необходимостью, и др. Отличительной чертой срочной адаптации является то, что деятельность организма протекает на пределе его возможностей при почти полной мобилизации физиологических резервов, но далеко не всегда обеспечивает необходимый адаптационный эффект. Так, бег неадаптированного человека происходит при близких к предельным величинам ударного объема крови и легочной вентиляции, при максимальной мобилизации гликогена в печени. Быстрое накопление молочной кислоты в крови лимитирует интенсивность физической нагрузки – двигательная реакция не может быть ни достаточно быстрой, ни достаточно длительной. Таким образом, функциональная адаптивная система, ответственная за двигательную реакцию при срочной адаптации, характеризуется предельным напряжением отдельных ее звеньев и вместе с тем определенным несовершенством самой двигательной реакции.

На уровне нервной и нейрогуморальной регуляции реализуется интенсивное, избыточное по своему пространственному распространению возбуждение корковых, подкорковых и нижележащих двигательных центров, которому соответствует значительная, но недостаточно координированная двигательная деятельность. Этот процесс характеризует начальный этап формирования двигательного навыка.

Со стороны двигательного аппарата срочная адаптация проявляется включением в реакцию дополнительной части двигательных единиц, а также генерализованным вовлечением лишних мышечных групп. В результате сила и скорость сокращения мобилизованных мышц оказываются ограниченными, но максимально достижимыми для данного вида адаптации; координация мышц недостаточно совершенна.

На уровне вегетативных систем обеспечения срочной адаптации к физическим нагрузкам наблюдается максимальная мобилизация функциональных резервов органов дыхания и кровообращения, но реализующихся при этом неэкономным путем. Так, увеличение минутного объема крови достигается ростом частоты сердечных сокращений при ограниченном возрастании ударного объема. Увеличение легочной вентиляции осуществляется за счет возрастания частоты дыхания, но не глубины дыхания, при этом наблюдается несоответствие между частотой дыхания и движений. В итоге легочная вентиляция все же не избавляет от развития гипоксии и гиперкапнии.

В целом срочная адаптация к физическим нагрузкам характеризуется максимальной по уровню и неэкономной гиперфункцией, ответственной за адаптацию функциональной системы, резким снижением физиологических резервов данной системы, явлениями чрезмерной стресс-реакции организма и возможным повреждением органов и систем. В результате двигательные, т. е. по существу, поведенческие реакции организма оказываются в значительной мере лимитированными.

Долговременная адаптация возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм факторов среды. Принципиальной особенностью такой адаптации является то, что она возникает не на основе готовых физиологических механизмов, а на базе вновь сформированных программ регулирования. Долговременная адаптация, по существу, развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в итоге постепенного количественного накопления каких-то изменений организм приобретает новое качество в определенном виде деятельности

– из неадаптированного превращается в адаптированный. В результате обеспечивается осуществление организмом ранее недостижимых силы, скорости и выносливости при физических нагрузках, развитие устойчивости организма к значительной гипоксии, которая ранее была несовместима с активной жизнедеятельностью, способность организма к работе при существенно измененных показателях гомеостаза, развитие устойчивости к холоду, теплу, большим дозам ядов, введение которых ранее было смертельным.

Долговременная адаптация характеризуется возникновением в центральной нервной системе новых временных связей, а также перестройкой аппарата гуморальной регуляции функциональной системы – экономичностью функционирования гуморального звена и повышением его мощности. В ответ на ту же самую нагрузку не возникает резких изменений в организме и мышечная работа сопровождается меньшим увеличением легочной вентиляции, минутного объема крови, ферментов, гормонов, аммиака, отсутствием выраженных повреждений. В результате становится возможным длительное и стабильное выполнение физических нагрузок. Переход от срочной к долговременной адаптации знаменует собой узловую момент адаптационных процессов, так как именно этот переход делает возможной жизнь организма в новых условиях, расширяет сферу его обитания и свободу поведения в меняющейся среде. Этот момент определяется прежде всего тем, что возникает активация синтеза нуклеиновых кислот и белков, что приводит к избирательному развитию определенных структур, лимитирующих двигательную деятельность. Формируются устойчивые двигательные динамические стереотипы, развивается экстраполяция, повышающая возможность быстрой перестройки ответных реакций при изменениях среды, происходит умеренная гипертрофия в скелетных мышцах, сердце, дыхательных мышцах и других рабочих органах, увеличение массы митохондрий. Существенно увеличивается аэробная и анаэробная мощность организма. Нормализуется гомеостаз организма, уменьшается стресс-реакция. Интенсивность и длительность мышечной работы возрастают.

В процессе адаптации организма обмен перестраивается в направлении более экономного расходования энергии в состоянии покоя и повышенной мощности метаболизма в условиях физического напряжения. Такая перестройка биологически более целесообразна и может явиться общим механизмом физиологической адаптации.

Адаптивные сдвиги энергетического обмена заключаются в переключении с углеводного типа на жировой. Ведущую роль в этом играют

гормоны: глюкокортикоиды ускоряют распад белка, активируя превращение аминокислот в глюкозу, а катехоламины вызывают мобилизацию резерва гликогена в печени и активацию липолиза жировой ткани, увеличивая приток кислорода, глюкозы, аминокислот и жирных кислот к работающим тканям.

Определенные черты фенотипа, сформировавшиеся в результате долговременной адаптации организма к физическим нагрузкам, становятся фактором профилактики конкретных болезней или патологических синдромов. Повышение расхода жиров приводит к атрофии жировой ткани, снижению избыточного веса и, при прочих равных условиях, уменьшает развитие атеросклероза. Увеличение емкости и пропускной способности коронарных сосудов, развитие системы экстракардиальных анастомозов способствуют уменьшению вероятности закупорки коронарных артерий и возникновения инфаркта миокарда. Увеличение потенциальных резервов и мощности сердечной мышцы может в течение даже длительного времени воздействия неблагоприятных факторов на организм не приводить к возникновению сердечно-сосудистых расстройств у тренированных людей.

2.4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА АДАПТАЦИИ

Долговременная адаптация обязательно сопровождается следующими физиологическими процессами: а) перестройкой регуляторных механизмов, б) мобилизацией и использованием резервных возможностей организма, в) формированием специальной функциональной системы адаптации к конкретной трудовой (спортивной) деятельности человека. Эти три физиологические реакции являются главными и основными составляющими процесса адаптации, а общебиологическая закономерность таких приспособительных перестроек относится к любой деятельности человека.

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 энерге-

тических затрат с использованием резервных возможностей организма, что приводит в конечном итоге к формированию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека.

Такая функциональная система у спортсменов представляет собой вновь сформированное взаимоотношение нервных центров, гормональных, вегетативных и исполнительных органов, необходимое для решения задач приспособления организма к физическим нагрузкам. Морфофункциональной основой такой системы является образование в организме системного структурного следа в ответ на мышечную работу, что проявляется созданием новых межцентральных взаимосвязей, повышением активности дыхательных ферментов, гипертрофией сердца, скелетных мышц и надпочечников, увеличением количества митохондрий, усилением функций вегетативных систем. В целом, функциональная система, ответственная за адаптацию к физическим нагрузкам, включает в себя три звена: афферентное, центральное регуляторное и эффекторное.

Афферентное звено функциональной системы адаптации состоит из рецепторов, а также чувствительных нейронов и совокупностей афферентных нервных клеток в центральной нервной системе. Все эти элементы нервной системы воспринимают раздражения из внешней среды и от самого организма и участвуют в осуществлении так называемого афферентного синтеза, необходимого для адаптации. Афферентный синтез возникает, по П. К. Анохину, при взаимодействии мотивации, памяти, обстановочной и пусковой информации. В спорте, в одних случаях (например, у бегунов, лыжников, гимнастов), афферентный синтез для принятия решения о начале своих движений относительно прост и это облегчает формирование адаптивной системы, в других же (единоборства, спортивные игры), весьма сложен и это затрудняет образование такой системы.

Центральное регуляторное звено функциональной системы представлено нейрогенными и гуморальными процессами управления адаптивными реакциями. В ответ на афферентные сигналы нейрогенная часть звена включает двигательную реакцию и мобилизует вегетативные системы на основе рефлекторного принципа регуляции функций. Афферентная импульсация от рецепторов к коре головного мозга вызывает возникновение положительных (возбудительных) и отрицательных (тормозных) процессов, которые и формируют функциональную адаптивную систему. В адаптированном организме нейрогенная часть

звена быстро и четко реагирует на афферентную импульсацию соответствующей мышечной активностью и мобилизацией вегетативных функций. В неадаптированном организме такого совершенства нет, мышечное движение будет выполнено приблизительно, а вегетативное обеспечение окажется недостаточным.

При поступлении сигнала о физической нагрузке одновременно с описанными выше изменениями происходит нейрогенная активация гуморальной части центрального регуляторного звена, ответственного за управление адаптационным процессом. Функциональное значение гуморальных реакций (повышенное высвобождение гормонов, ферментов и медиаторов) определяется тем, что они путем воздействия на метаболизм органов и тканей обеспечивают более полноценную мобилизацию функциональной адаптивной системы и ее способность к длительной работе на повышенном уровне.

Эффекторное звено функциональной системы адаптации включает в себя скелетные мышцы, органы дыхания, кровообращения, кровь и другие вегетативные системы. Интенсивность и длительность физических нагрузок на уровне скелетных мышц определяется тремя основными факторами: числом и типом активируемых моторных единиц; уровнем и характером биохимических процессов в мышечных клетках; особенностями кровоснабжения мышц, от чего зависит приток кислорода, питательных веществ и удаление метаболитов. Увеличение силы, скорости и точности движений в процессе долговременной адаптации достигается двумя основными процессами: формированием функциональной системы управления движениями и морфофункциональными изменениями в мышцах (гипертрофия мышц, увеличение мощности систем аэробного и анаэробного энергообразования, возрастание количества миоглобина и митохондрий, уменьшение образования и накопления аммиака, перераспределение кровотока и др.).

Таким образом, формирование функциональной адаптивной системы с вовлечением в этот процесс различных морфофункциональных структур организма составляет принципиальную основу долговременной адаптации к физическим нагрузкам и реализуется повышением эффективности деятельности различных органов и систем, и организма в целом. 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.

2.5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА

Учение о физиологических резервах представляет одну из важнейших основ физиологии спорта, так как позволяет правильно оценивать и решать задачи по сохранению здоровья и повышению тренированности спортсменов. Представление о резервных возможностях организма связаны с физиологическим учением К. Бернара, П. Бэра, У. Кеннона о сохранении гомеостаза при действии на организм различных неблагоприятных факторов за счет усиления функций жизненно важных органов и систем с использованием их резервов.

Принципиальные положения учения о физиологических резервах в нашей стране были разработаны в 30-х годах академиком Л. А. Орбели, который неоднократно подчеркивал положение о значительных возможно-стях организма человека приспосабливаться к необычным условиям внешней среды за счет его резервных возможностей.

В настоящее время под физиологическими резервами организма понимается выработанная в процессе эволюции адаптационная и компенсаторная способность органа, системы и организма в целом усиливать во много раз интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя. Физиологические резервы, по мнению автора, обеспечиваются определенными анатомо-физиологическими и функциональными особенностями строения и деятельности организма, а именно наличием парных органов, обеспечивающих замещение нарушенных функций (анализаторы, железы внутренней секреции, почки и др.); значительным усилением деятельности сердца, увеличением общей интенсивности кровотока, легочной вентиляции и усилением деятельности других органов и систем; высокой резистентностью клеток и тканей организма к различным внешним воздействиям и внутренним изменениям условий их функционирования.

В качестве примера проявления физиологических резервов можно указать на то, что во время тяжелой физической нагрузки минутный объем крови у хорошо тренированного человека может достигать 40 л, т. е. увеличиваться в 8 раз, легочная вентиляция при этом возрастает в 10 раз, обуславливая увеличение потребления кислорода и выделение углекислого газа в 15 раз и более. В этих условиях работа сердца человека, как показывают расчеты, возрастает в 10 раз.

Морфофункциональной основой физиологических резервов являются органы, системы организма и механизмы их регуляции, обеспе-

чивающие переработку информации, поддержание гомеостаза и координацию двигательных и вегетативных актов.

Физиологические резервы включаются не все сразу, а поочередно. Первая очередь резервов реализуется при работе до 30% от абсолютных возможностей организма и включает переход от состояния покоя к повседневной деятельности. Механизм этого процесса – условные и безусловные рефлексы. Вторая очередь включения осуществляется при напряженной деятельности, нередко в экстремальных условиях при работе от 30% до 65% от максимальных возможностей (тренировки, соревнования). При этом включение резервов происходит благодаря нейрогуморальным влияниям, а также волевым усилиям и эмоциям. Резервы третьей очереди включаются обычно в борьбе за жизнь, часто после потери сознания, в агонии. Включение резервов этой очереди обеспечивается, по-видимому, безусловно-рефлекторным путем и обратной гуморальной связью.

Во время соревнований или работы в экстремальных условиях диапазон физиологических резервов снижается, поэтому основная задача состоит в его повышении. Оно может достигаться закаливанием организма, общей и специально направленной физической тренировкой, использованием фармакологических средств и адаптогенов. При этом тренировки восстанавливают и закрепляют физиологические резервы организма, ведут к их расширению. Еще в 1890 г. И. П. Павлов указывал, что израсходованные ресурсы организма восстанавливаются не только до исходного уровня, но и с некоторым избытком (феномен избыточной компенсации). Биологический смысл этого феномена огромен. Повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма. В этом и состоит главный эффект систематических тренировок. Под влиянием тренирующих воздействий спортсмен в процессе восстановления становится сильнее, быстрее и выносливее, т. е. в конечном итоге расширяются его физиологические резервы.

2.6. ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНА

Физическая работоспособность является выражением жизнедеятельности человека, имеющим в своей основе движение, универсаль-

ность которого была блестяще охарактеризована еще И.М. Сеченовым. Она проявляется в различных формах мышечной активности и зависит от способности и готовности человека к физической работе. Физическая работоспособность является одной из важнейших составляющих спортивного успеха.

Под работоспособностью понимается способность человека выполнять в заданных параметрах и конкретных условиях профессиональную деятельность, сопровождающуюся обратимыми в сроки регламентированного отдыха функциональными изменениями в организме. Работоспособность следует оценивать по критериям профессиональной деятельности и состоянию функций организма, другими словами, с помощью прямых и косвенных ее показателей.

Прямые показатели у спортсменов позволяют оценивать их спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т.д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны. С этой точки зрения все методики исследования прямых показателей работоспособности подразделяются на количественные, качественные и комбинированные. С помощью комбинированных методик исследования можно оценивать как производительность, так и надежность, точность спортивной деятельности.

К косвенным критериям работоспособности относят различные клинико-физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы. Другими словами, косвенные показатели представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для человека обходится эта работа, т.е. чем, например, организм спортсмена расплачивается за достигнутые секунды, метры, килограммы и т.д. Установлено, что косвенные показатели работоспособности в процессе труда ухудшаются значительно раньше, чем прямые критерии. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности человека, а также для выяснения механизмов адаптации.

При оценке работоспособности и функционального состояния человека необходимо также учитывать его субъективное состояние (усталость), являющееся довольно информативным показателем. Ощущая усталость, человек снижает темп работы или вовсе ее прекращает. Этим самым предотвращается функциональное истощение различных органов и систем и обеспечивается возможность быстрого восстанов-

ления работоспособности человека. А.А. Ухтомский считал ощущение усталости одним из наиболее чувствительных показателей снижения работоспособности и развития утомления.

С позиции общей теории адаптации, работоспособность следует рассматривать как динамический процесс взаимосвязи и взаимодействия организма и факторов среды. В динамике спортивной работоспособности выделяются предстартовые состояния и разминка, вработывание, устойчивое (истинное и условное) состояние, утомление и восстановление.

При правильно построенном тренировочном процессе в организме развивается состояние тренированности, в основе которого лежат механизмы срочной и долговременной адаптации к физическим нагрузкам. С физиологической точки зрения, тренированность представляет собой уровень функционального состояния организма, возникающего в процессе систематических тренировок и характеризующегося повышением функциональных резервов и готовностью к их мобилизации, что проявляется увеличением работоспособности человека. Другими словами, тренированность спортсмена характеризуется уровнем его специальной физической работоспособности, прогнозировать которую можно показателями физиологических функций, как в состоянии относительного покоя, так и при дозированных физических нагрузках.

Во время рационально построенных тренировочных нагрузок возможности организма не только восстанавливаются до исходных констант, но и закрепляются на новом уровне, обеспечивая повышение и расширение функциональных резервов организма (состояние суперкомпенсации). Биологический смысл этого феномена огромен. Повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма. В этом и состоит основной эффект систематических тренировок. С физиологической точки зрения, главным в тренировке является повторность и возрастание физических нагрузок, что за счет обратных биологических связей позволяет совершенствовать движения и их вегетативное и энергетическое обеспечение на основе механизмов саморегуляции. Этот процесс обеспечивается оптимальным состоянием различных систем организма при их синхронной скоординированной деятельности. С улучшением функционального состояния спортсмен способен при той же затрате энергии выполнить работу большей мощности.

Существует линейная зависимость между мощностью выполненной работы и ЧСС. Такая зависимость сохраняется до уровня ЧСС – 170 уд/

мин. Это характеризует оптимальный по производительности режим работы кардиореспираторной системы. При более высокой ЧСС эта зависимость исчезает, что ведет к увеличению работы сердца.

2.7. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТОМЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ

Известно, что чрезмерная по напряженности физическая работа делает невозможной продолжение не только физической, но и умственной работы, и наоборот. Современные концепции утомления складываются из представлений о многоструктурности и неоднозначности функциональных изменений в отдельных системах во время работы. В зависимости от вида работы, ее напряженности, продолжительности ведущая роль в развитии утомления может принадлежать различным физиологическим системам.

Изменения в гуморальной системе регуляции могут стать ведущими факторами утомления при напряженной мышечной работе, связанной с эмоциональным стрессом. При длительной истощающей работе, наряду с предельными тратами энергии, продолжение работы может лимитировать и утомление системы гипоталамус-гипофиз-надпочечники.

Нарушение в центральном звене регуляции физиологических функций может играть существенную роль при кратковременной мышечной работе скоростного характера.

Физиологические и биохимические сдвиги, происходящие во время работы, приводят к ухудшению функционального состояния работающего органа. Но они в то же время стимулируют восстановительные процессы. Скорость восстановления при этом оказывается тем выше, чем быстрее наступает утомление. 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.

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 долга 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 ч.

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, восстанавливаются водно-солевой баланс, гормоны и ферменты. Эти процессы ускоряются правильным режимом тренировок и отдыха, рациональным питанием, применением комплекса медико-биологических, педагогических реабилитационных средств.

Мероприятия, направленные на ускорение восстановительных процессов, делят на педагогические, психологические, медицинские и физиологические. Кроме того, восстановительные мероприятия могут быть разделены на постоянные и периодические.

Постоянные – проводятся с целью профилактики неблагоприятных функциональных изменений, сохранения и повышения неспецифической резистентности и физиологических резервов организма, предупреждения развития раннего утомления и переутомления спортсменов. К таким мероприятиям относятся рациональный режим тренировок и отдыха, сбалансированное питание, дополнительная витаминизация, закаливание, общеукрепляющие физические упражнения, оптимизация эмоционального состояния.

Периодические – осуществляются по мере необходимости с целью мобилизации резервных возможностей организма для поддержания,

экстренного восстановления и повышения работоспособности спортсменов. К мероприятиям этой группы относят различные воздействия на биологически активные точки, вдыхание чистого кислорода при нормальном повышенном атмосферном давлении (гипербарическая оксигенация), гипоксическую тренировку, массаж, применение тепловых процедур, ультрафиолетовое облучение, а также использование биологических стимуляторов и адаптогенов, не относящихся к допингам, пищевых веществ повышенной биологической активности и некоторые другие.

Важным показателем тренированности является скорость течения восстановительных процессов. Чем выше уровень тренированности, тем быстрее протекают процессы восстановления. При оценке степени приспособления к функциональным пробам и к повторным специфическим, для спортивной специализации, упражнениям скорость восстановления является одним из показателей допустимости нагрузки.

В тренировке спортсменов большое внимание уделяется развитию скоростной и специальной выносливости. В основе развития этих способностей лежит анаэробная производительность – энергетический обмен в бескислородных условиях. Многократное, высокоинтенсивное, непродолжительное выполнение скоростных и прыжковых упражнений способствует образованию кислородного долга, особенно алактатной фракции. В связи с этим одной из особенностей функционирования организма спортсменов является быстрая восстанавливаемость, которая и является оценкой его специальной работоспособности и тренированности

В качестве экспресс-информации о функциональном состоянии организма спортсменов в соревновательном периоде А.В. Беляев, Ю.Д. Железняк, Ю.И. Клещев и другие. (2000) рекомендуют исследовать скорость восстановительных процессов в организме после выполнения мышечной работы определением индекса по Квергу.

Глава III

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

3.1. КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

В организме взрослого человека содержится 5-6 л крови. В состоянии покоя 40-50 % ее не циркулирует, находясь в так называемом "депо" (селезенка, кожа, печень). При мышечной работе увеличивается количество циркулирующей крови (за счет выхода из "депо"). Происходит ее перераспределение в организме: большая часть крови устремляется к активно работающим органам: скелетным мышцам, сердцу, легким. Изменения в составе крови направлены на удовлетворение возросшей потребности организма в кислороде. В результате увеличения количества эритроцитов и гемоглобина повышается кислородная емкость крови, т. е. увеличивается количество кислорода, переносимого в 100 мл крови. При занятиях спортом увеличивается масса крови, повышается количество гемоглобина (на 1-3 %), увеличивается число эритроцитов (на 0,5-1 млн. в кубическом мм), возрастает количество лейкоцитов и их активность, что повышает сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям. В результате мышечной деятельности активизируется система свертывания крови. Это одно из проявлений срочной адаптации организма к воздействию физических нагрузок и возможным травмам с последующим кровотечением. Программируя "с опережением" такую ситуацию, организм повышает защитную функцию системы свертывания крови.

Двигательная деятельность оказывает существенное влияние на развитие и состояние всей системы кровообращения. В первую очередь, изменяется само сердце: увеличиваются масса сердечной мышцы и размеры сердца. У тренированных масса сердца составляет в среднем 500 г, у нетренированных – 300.

Сердце человека чрезвычайно легко поддается тренировке и как ни один другой орган нуждается в ней. Активная мышечная деятельность способствует гипертрофии сердечной мышцы и увеличению его полостей. Объем сердца у спортсменов больше на 30%, чем у не занимающихся спортом. Увеличение объема сердца, особенно его левого желудочка, сопровождается повышением его сократительной способности, увеличением систолического и минутного объемов.

Физическая нагрузка способствует изменению деятельности не только сердца, но и кровеносных сосудов. Активная двигательная деятельность вызывает расширение кровеносных сосудов, снижение тонуса их стенок, повышение их эластичности. При физических нагрузках почти полностью раскрывается микроскопическая капиллярная сеть, которая в покое задействована всего на 30-40 %. Все это позволяет существенно ускорить кровоток и, следовательно, увеличить поступление питательных веществ и кислорода во все клетки и ткани организма.

Работа сердца характеризуется непрерывной сменой сокращений и расслаблений его мышечных волокон. Сокращение сердца называется систолой, расслабление – диастолой. Количество сокращений сердца за одну минуту – частота сердечных сокращений (ЧСС). В состоянии покоя у здоровых нетренированных людей ЧСС находится в пределах 60-80 уд/мин, у спортсменов – 45-55 уд/мин и ниже. Урежение ЧСС в результате систематических занятий физическими упражнениями называется брадикардией. Брадикардия препятствует изнашиванию миокарда и имеет важное оздоровительное значение. На протяжении суток, в течение которых не было тренировок и соревнований, сумма суточного пульса у спортсменов на 15-20 % меньше, чем у лиц того же пола и возраста, не занимающихся спортом.

Мышечная деятельность вызывает учащение сердцебиения. При напряженной мышечной работе ЧСС может достигать 180-215 уд/мин. Следует отметить, что увеличение ЧСС имеет прямо пропорциональную зависимость с мощностью мышечной работы. Чем больше мощность работы, тем выше показатели ЧСС. Тем не менее, при одинаковой мощности мышечной работы ЧСС у менее подготовленных лиц значительно выше. Кроме того, при выполнении любой двигательной деятельности ЧСС изменяется в зависимости от пола, возраста, самочувствия, условий занятий (температура, влажность воздуха, время суток и т. д.).

При каждом сокращении сердца кровь выбрасывается в артерии под большим давлением. В результате сопротивления кровеносных

сосудов ее передвижение в них создается давлением, называемое кровяным давлением. Наибольшее давление в артериях называют систолическим или максимальным, наименьшее – диастолическим или минимальным. В состоянии покоя у взрослых людей систолическое давление составляет 100-130 мм рт. ст., диастолическое – 60-80 мм рт. ст. По данным Всемирной организации здравоохранения, артериальное давление до 140/90 мм рт. ст. является нормотоническим, выше этих величин – гипертоническим, а ниже 100-60 мм рт. ст. – гипотоническим. В процессе выполнения физических упражнений, а также после окончания тренировки, артериальное давление обычно повышается. Степень его повышения зависит от мощности выполненной физической нагрузки и уровня тренированности человека. Диастолическое давление изменяется менее выражено, чем систолическое. После длительной и очень напряженной деятельности (например, участие в марафоне) диастолическое давление (в некоторых случаях и систолическое) может быть меньше, чем до выполнения мышечной работы. Это обусловлено расширением сосудов в работающих мышцах.

Важными показателями производительности сердца являются систолический и минутный объем. Систолический объем крови (ударный объем) – это количество крови, выбрасываемой правым и левым желудочками при каждом сокращении сердца. Систолический объем в покое у тренированных – 70-80 мл, у нетренированных – 50-70 мл. Наибольший систолический объем наблюдается при ЧСС 130-180 уд/мин. При ЧСС свыше 180 уд/мин он сильно снижается. Поэтому наилучшие возможности для тренировки сердца имеют физические нагрузки в режиме 130-180 уд/мин. Минутный объем крови – количество крови, выбрасываемое сердцем за одну минуту, зависит от ЧСС и систолического объема крови. В состоянии покоя минутный объем крови (МОК) составляет в среднем 5-6 л, при легкой мышечной работе увеличивается до 10-15 л, при напряженной физической работе у спортсменов может достигать 42 л и более. Увеличение МОК при мышечной деятельности обеспечивает повышенную потребность органов и тканей в кровоснабжении.

3.2. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Изменения показателей дыхательной системы при выполнении мышечной деятельности оцениваются по частоте дыхания, жизненной емкости легких, потреблением кислорода, кислородным долгом и другими более сложными лабораторными исследованиями. Частота дыхания (смена вдоха и выдоха и дыхательной паузы) – количество дыханий в одну минуту. Определение частоты дыхания производится по спирограмме или по движению грудной клетки. Средняя частота у здоровых лиц 16-18 в минуту, у спортсменов – 8-12. При физической нагрузке частота дыхания увеличивается в среднем в 2-4 раза и составляет 40-60 дыхательных циклов в минуту. С учащением дыхания неизбежно уменьшается его глубина. Глубина дыхания – это объем воздуха спокойного вдоха и ли выдоха при одном дыхательном цикле. Глубина дыхания зависит от роста, веса, размера грудной клетки, уровня развития дыхательных мышц, функционального состояния и степени тренированности человека. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – наибольший объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. У женщин ЖЕЛ составляет в среднем 2,5-4 л, у мужчин – 3,5-5 л. Под влиянием тренировки ЖЕЛ возрастает, у хорошо тренированных спортсменов она достигает 8 л. Минутный объем дыхания (МОД) характеризует функцию внешнего дыхания, определяется произведением частоты дыхания на дыхательный объем. В покое МОД составляет 5-6 л, при напряженной физической нагрузке возрастает до 120-150 л/мин и более. При мышечной работе ткани, особенно скелетные мышцы, требуют значительно больше кислорода, чем в покое, и вырабатывают больше углекислого газа. Это приводит к увеличению МОД, как за счет учащения дыхания, так и вследствие увеличения дыхательного объема.

Максимальное потребление кислорода (МПК) является основным показателем продуктивности как дыхательной, так и сердечно-сосудистой (в целом – кардио-респираторной) систем. МПК – это наибольшее количество кислорода, которое человек способен потребить в течение одной минуты на 1 кг веса. МПК измеряется количеством миллилитров за 1 мин на 1 кг веса (мл/мин/кг). МПК является показателем аэробной способности организма, т. е. способности совершать интенсивную мышечную работу, обеспечивая энергетические расходы за счет кислорода, поглощаемого непосредственно во время рабо-

ты. Величину МПК можно определить математическим расчетом, используя специальные номограммы; можно в лабораторных условиях при работе на велоэргометре или восхождении на ступеньку. МПК зависит от возраста, состояния сердечно-сосудистой системы, массы тела. Для сохранения здоровья необходимо обладать способностью потреблять кислород как минимум на 1 кг – женщинам не менее 42 мл/мин, мужчинам – не менее 50 мл/мин. Когда в клетки тканей поступает меньше кислорода, чем нужно для полного обеспечения потребности в энергии, возникает кислородное голодание, или гипоксия.

Кислородный долг – это количество кислорода, которое требуется для окисления продуктов обмена веществ, образовавшихся при физической работе. При интенсивных физических нагрузках, как правило, наблюдается метаболический ацидоз различной степени выраженности. Его причиной является "закисление" крови, т. е. накопление в крови метаболитов обмена веществ (молочной, пировиноградной кислоты и др.). Для ликвидации этих продуктов обмена нужен кислород – создается кислородный запрос. Когда кислородный запрос выше потребления кислорода в данный момент, образуется кислородный долг. Нетренированные люди способны продолжить работу при кислородном долге 6-10 л, спортсмены могут выполнять такую нагрузку, после которой возникает кислородный долг в 16-18 л и более. Кислородный долг ликвидируется после окончания работы. Время его ликвидации зависит от длительности и интенсивности предыдущей работы (от нескольких минут до 1,5 ч).

3.3. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ, ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМЫ И МЫШЕЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Систематически выполняемые физические нагрузки повышают обмен веществ и энергии, увеличивают потребность организма в питательных веществах, стимулирующих выделение пищеварительных соков, активизируют перистальтику кишечника, повышают эффективность процессов пищеварения.

Однако при напряженной мышечной деятельности могут развиваться тормозные процессы в пищеварительных центрах, уменьшающие кровоснабжение различных отделов желудочно-кишечного тракта и

пищеварительных желез в связи с тем, что необходимо обеспечивать кровью усиленно работающие мышцы. В то же время сам процесс активного переваривания обильной пищи в течение 2-3 ч после ее приема снижает эффективность мышечной деятельности, так как органы пищеварения в этой ситуации оказываются как бы более нуждающимися в усиленном кровообращении. Кроме того, наполненный желудок приподнимает диафрагму, тем самым, затрудняя деятельность органов дыхания и кровообращения. Вот почему физиологическая закономерность требует принимать пищу за 2,5-3,5 ч до начала тренировки, и через 30-60 минут после нее.

При мышечной деятельности значительна роль органов выделения, которые выполняют функцию сохранения внутренней среды организма. Желудочно-кишечный тракт выводит остатки переваренной пищи; через легкие удаляются газообразные продукты обмена веществ; сальные железы, выделяя кожное сало, образуют защитный, смягчающий слой на поверхности тела; слезные железы обеспечивают влагу, смачивающую слизистую оболочку глазного яблока. Однако основная роль в освобождении организма от конечных продуктов обмена веществ принадлежит почкам, потовым железам и легким.

Почки поддерживают в организме необходимую концентрацию воды, солей и других веществ; выводят конечные продукты белкового обмена; вырабатывают гормон ренин, влияющий на тонус кровеносных сосудов. При больших физических нагрузках потовые железы и легкие, увеличивая активность выделительной функции, значительно помогают почкам в выводе из организма продуктов распада, образующихся при интенсивно протекающих процессах обмена веществ.

3.3. НЕРВНАЯ СИСТЕМА В УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯМИ

При управлении движениями центральная нервная система (ЦНС) осуществляет очень сложную деятельность. Для выполнения четких целенаправленных движений необходимо непрерывное поступление в ЦНС сигналов о функциональном состоянии мышц, о степени их сокращения и расслабления, о позе тела, о положении суставов и угла сгиба в них. Вся эта информация передается от рецепторов сенсорных систем и особенно от рецепторов двигательной сенсорной системы,

расположенных в мышечной ткани, сухожилиях, суставных сумках. От этих рецепторов по принципу обратной связи и по механизму рефлекса ЦНС поступает полная информация о выполнении двигательного действия и о сравнении ее с заданной программой. При многократном повторении двигательного действия импульсы от рецепторов достигают двигательных центров ЦНС, которые соответственным образом меняют свою импульсацию, идущую к мышцам, с целью совершенствования разучиваемого движения до уровня двигательного навыка.

Двигательный навык – форма двигательной деятельности, выработанная по механизму условного рефлекса в результате систематических упражнений. Процесс формирования двигательного навыка проходит три фазы: генерализации, концентрации, автоматизации.

Фаза генерализации характеризуется расширением и усилением процессов возбуждения, в результате чего в работу вовлекаются лишние группы мышц, а напряжение работающих мышц оказывается неоправданно большим. В этой фазе движения скованы, неэкономичны, неточны и плохо координированы.

Фаза концентрации характеризуется снижением процессов возбуждения благодаря дифференцированному торможению, концентрируясь в нужных зонах головного мозга. Исчезает излишняя напряженность движений, они становятся точными, экономичными, выполняются свободно, без напряжения, стабильно.

В фазе автоматизации навык уточняется и закрепляется, выполнение отдельных движений становится как бы автоматическим и не требует контроля сознания, которое может быть переключено на окружающую обстановку, поиск решений и т. п. Автоматизированный навык отличается высокой точностью и стабильностью всех составляющих его движений.

3.5. ИММУННЫЙ СТАТУС СПОРТСМЕНА ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Здоровый иммунитет, эффективная работа всей иммунной системы человека, таким образом, являются основой здоровья всего организма. При этом, качество иммунитета и работы иммунной системы во многом зависит от того образа жизни, который ведет человек. Базой же здорового иммунитета является адекватная физическая нагрузка на организм.

Адекватная физическая нагрузка способствует выработке организмом антител, мобилизует иммунную систему человека. Однако, при постоянном напряжении иммунной системы, работе ее на грани возможностей, происходят самые различные сбои работы, которые могут привести к самым серьезным последствиям. Тем самым, при формировании собственного режима дня и системы физических нагрузок не следует забывать о необходимости учета самых различных факторов – начиная от особенностей организма, до времени года и эпидемиологической обстановки.

Так, например, слишком усердные, неадекватные к настоящему состоянию организма и окружающей среды занятия физическими упражнениями, могут вызвать противоположный эффект, и вместо укрепления организма можно получить целый букет заболеваний. Так, например, необходимо помнить о том, что в простудные периоды тяжелые физические нагрузки способны лишь подорвать, а не укрепить иммунитет. В такие периоды врачи не рекомендуют проведение занятий в тренажерных залах с высокими уровнями сложностями и повышенным весом. В это время для укрепления иммунитета и его поддержания следует больше времени уделять "легким" нагрузкам.

В связи с переходом спорта высших достижений на профессиональную основу все больше появляется публикаций о влиянии предельных и околопредельных физических нагрузок на состояние иммунной системы спортсменов. До настоящего времени еще не сформировано четких представлений о нормативных показателях иммунологических реакций для представителей профессионального спорта.

Наиболее раннее отражение нарушения адаптации к физической нагрузке проявляется в изменении иммунитета. При умеренном объеме физических нагрузок показатели иммунитета повышаются. Чем больше интенсивность физических упражнений, тем ниже может быть иммунологическая реактивность. Уже при однократной мышечной нагрузке наблюдаются определенные изменения ряда иммунологических показателей: в подготовительном периоде – незначительные колебания, в соревновательном – значительные изменения. Предельно переносимые по интенсивности и объему тренировочные нагрузки приводили к резкому снижению уровней нормальных антител, иммуноглобулинов А, М, G классов, лизоцима и общего белка. Было установлено явление полного, наступающего в течение 1-2 часов с момента воздействия на человека предельно переносимых физических и психоэмоциональных нагрузок, функционального паралича иммунной системы.

Иммунодепрессия у активно тренирующихся спортсменов с высокой вероятностью отражает течение адаптационного процесса и является в каждом конкретном случае следствием срыва нормального течения спортивной адаптации.

При хроническом стрессе (длительные физические нагрузки) иммунная система реагирует дифференцированно за счет увеличения активности клеток-киллеров, тогда как функция нейтрофилов резко угнетена.

Заболеваемость у спортсменов включает в себя и аллергическую патологию, так как физические нагрузки приводят к снижению концентрации иммуноглобулина E (IgE). У профессиональных спортсменов нередко диагностируют бронхиальную астму физического напряжения, крапивницу, бронхоспазмы нагрузок, риноконъюнктивиты, экземы и альвеолиты.

В настоящее время существует оригинальная теория "Open windows", согласно которой нарушения в иммунной системе спортсменов наступают в первые 3-72 часа после интенсивных физических нагрузок. Эти нарушения зависят от начальных показателей иммунитета. После соревнований через 1-2 недели развивается иммунодефицитное состояние, клинически проявляющееся различными воспалительными заболеваниями.

Попытки установления порога сверхнагрузок у спортсмена носят противоречивый характер. Это может быть обусловлено разными индивидуальными генетическими или резервными возможностями организма спортсмена.

Глава IV

ОБЩИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ (ПРИНЦИПЫ) ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

4.1. ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ ТРЕНИРОВКИ

Систематические занятия физической культурой и спортом вызывают адаптацию организма к физическим нагрузкам. В основе такой адаптации лежат, возникающие в результате тренировки морфологические, метаболические, функциональные изменения в различных органах и тканях. Все эти изменения определяют тренировочные эффекты. Они проявляются в улучшении разнообразных функций организма, обеспечивающих осуществление данной мышечной деятельности и, как следствие, в повышении уровня физической подготовленности человека. При анализе факторов, определяющих тренировочные эффекты, выделяются следующие физиологические закономерности:

- 1) основные функциональные эффекты тренировки;
- 2) пороговые (критические) нагрузки для возникновения тренировочных эффектов;
- 3) специфичность тренировочных эффектов;
- 4) обратимость тренировочных эффектов;
- 5) тренируемость.

Основных функциональных эффектов тренировки выделяют два:

- 1) усиление максимальных функциональных возможностей всего организма в целом и его ведущих систем, обеспечивающих выполнение тренируемого упражнения;
- 2) повышение эффективности (экономичности) деятельности всего организма в целом и его органов и систем при выполнении тренируемого вида мышечной деятельности.

О первом эффекте свидетельствует рост максимальных показателей при выполнении предельных тестов или упражнений. Например, об эффекте тренировки выносливости свидетельствует повышение максимальных аэробных возможностей организма, что выражается, прежде всего, в росте максимального потребления кислорода (МПК).

О втором эффекте свидетельствует уменьшение функциональных сдвигов в деятельности различных органов и систем органов при выполнении стандартной не максимальной нагрузки. Если сравнить тренированного человека и нетренированного, то после выполнения определенного рода деятельности у них наблюдаются разные функциональные сдвиги в ЧСС, легочной вентиляции, МПК и т.д. При этом снижаются и энергетические расходы организма.

4.2. ПОРОГОВЫЕ (КРИТИЧЕСКИЕ) ТРЕНИРУЮЩИЕ НАГРУЗКИ

Не всякая даже систематическая физическая активность может рассматриваться, как тренировка, поскольку повышение функциональных возможностей отдельных органов, систем и всего организма в целом, т. е. тренировочные эффекты возникают только в том случае, если систематические функциональные тренирующие нагрузки достигают или превышают некоторую пороговую нагрузку. Такая пороговая нагрузка должна заведомо превышать обычную нагрузку, к которой организм привык. Поэтому принцип пороговых нагрузок часто обозначают, как принцип нарастающей прогрессивной сверхнагрузки.

Наиболее существенное правило при выборе пороговых нагрузок состоит в том, что они должны находиться в определенном соответствии с текущими функциональными возможностями человека. Например, одна и та же тренировочная нагрузка может быть и пороговой для малотренированного человека и ниже пороговой и потому неэффективной для высокотренированного спортсмена. Следовательно, педагогический принцип индивидуализации занятий опирается в значительной мере на принцип пороговых нагрузок. На этом же принципе по существу базируется и другой принцип – постепенности повышения нагрузок.

Основными параметрами физической нагрузки являются ее интенсивность, длительность и частота. Эти параметры причудливым образом связаны между собой. Иногда достаточно изменить один из этих

параметров, чтобы добиться тренировочных эффектов, а иногда необходимо менять все три.

Относительное значение параметров пороговых нагрузок зависит также от вида тренировки (силовой, скоростно-силовой, технической игровой, на выносливость) и характера тренировки (непрерывной циклической или интервально-повторной).

Например, пороговая частота занятий для тренировки выносливости 3-5 раз в неделю, а для скоростно-силовой тренировки 3 раза в неделю. Существует определенная зависимость частоты и длительности тренировочных нагрузок и прироста МПК. Существуют также зависимость между интенсивностью тренировки и ЧСС.

4.3. СПЕЦИФИЧНОСТЬ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ

Систематическое выполнение того или иного упражнения вызывает специфическую адаптацию организма, обеспечивающую более совершенное выполнение тренируемого упражнения. Такая адаптация проявляется в специфических тренировочных эффектах, что выражается в максимальном повышении результата в тренируемом упражнении и повышении экономичности его выполнения. Отсюда следует, что тренировочные программы должны составляться так, чтобы развивать специфические физиологические способности, необходимые для выполнения данного упражнения или данного вида физической, спортивной деятельности.

Специфичность тренировочных эффектов в значительной степени связана с принципом пороговых нагрузок. Дело в том, что тренировочные эффекты проявляются только в отношении тех органов и систем, для которых в процессе тренировки достигаются или превышаются пороговые нагрузки. Соответственно, специфичность тренировочных эффектов выражается в преимущественном или исключительном повышении уровня физических качеств, ведущих энергетических систем, а также в совершенствовании координации движений, состава и степени активности мышечных групп, участвующих в осуществлении тренируемого упражнения.

Среди огромного числа физических упражнений можно выделить упражнения сходные друг с другом по характеру функциональных зап-

росов. В этом случае использование сходных упражнений в качестве тренировочных может вызвать сходные тренировочные эффекты. Например, такое качество, как выносливость, может совершенствоваться при использовании разных тренировочных упражнений – ходьбы, бега, плавания, ходьбы на лыжах, катания на коньках и велосипеде.

Однако, чем более высокие функциональные запросы предъявляет выполнение физического упражнения, тем больше проявляются специфичность физиологических реакций и их специфическая адаптация в результате тренировки. Поэтому в занятиях физической культурой с оздоровительными целями и на начальных этапах спортивной тренировки могут широко использоваться разнообразные сходные упражнения, вызывающие общие тренировочные эффекты (общеразвивающие упражнения). По мере повышения функциональных запросов для дальнейшего роста спортивного результата все больше должен учитываться принцип специфичности тренировки. Общим правилом считается то, что на уровне спортивного мастерства наибольшие тренировочные эффекты достигаются при использовании в качестве тренировочных тех спортивных упражнений, которые являются основными для данного вида спорта.

4.4. ОБРАТИМОСТЬ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ

Свойство обратимости тренировочных эффектов проявляется в том, что тренировочные эффекты постепенно уменьшаются при снижении тренировочных нагрузок ниже тренировочного уровня или вообще исчезают при полном прекращении тренировок.

У людей систематически занимающихся физической культурой снижение работоспособности наблюдается уже через две недели. Через 3-8 месяцев уровень физической подготовленности снижается до предтренировочного. Особенно быстро уменьшаются тренировочные эффекты в первый период после прекращения тренировок или резкого снижения тренировочных нагрузок. За первые 1-3 месяца достигнутые в результате предыдущей тренировки приросты функциональных показателей деятельности кислородно-транспортной системы снижаются наполовину. У занимающихся физической культурой в течение не очень продолжительного времени большинство тренировочных

эффектов исчезает за первые два месяца детренировки. Даже у спортсменов высокого уровня короткие перерывы в тренировке (например, из-за травмы) вызывают заметное снижение работоспособности.

В отрицательных эффектах детренировки существенную роль играет не только её продолжительность, но и степень гипокинезии, то есть обездвиживания. Уже давно замечено, чем выше двигательная активность человека в период детренировки, тем медленнее и меньше снижаются тренировочные эффекты. Отсюда вытекает педагогический принцип регулярности тренировочных занятий.

4.5. ТРЕНИРУЕМОСТЬ

Тренируемость – это свойство живого организма изменять свои функциональные возможности под влиянием систематической специфической физической тренировки. Количественно степень тренируемости оценивается величиной тренировочных эффектов: чем больше тренировочные эффекты в ответ на данную тренировку, тем выше тренируемость.

Тренируемость – это, прежде всего, наследственное свойство организма. Это свойство зависит от пола, возраста, индивидуальных особенностей строения тела и других причин. В меньшей степени от наследственных факторов зависит мышечная сила. Но четко показано, что от генов зависит МПК, а ведь это важнейший показатель степени готовности спортсмена.

Еще одним важным свойством тренируемости является специфичность, которое вытекает из наследственного характера тренируемости. Сколько ни старайся сделать из спринтера стайера – это труд тщетный, так как выносливость зависит от структуры мышц, а это свойство наследственное и тренировкой не изменяемое.

Тренируемость находится в обратно пропорциональной зависимости от степени тренированности: чем выше степень тренированности, тем ниже тренируемость. Это связано с принципом пороговых нагрузок, которых все труднее достигать по мере достижения определенной степени мастерства.

По величине и скорости развития выделяют четыре варианта тренируемости, которые могут отражать как качества отдельных людей, так и этапы развития одного и того же человека.

1. Высокая быстрая тренируемость – большие тренировочные эффекты быстро нарастают. Обычно такой тип тренируемости наблюдается в начальный период тренировок, но, впрочем, зависит и от наследственных факторов, так как проявляется не у всех новичков. Как правило, за первыми успехами наступает остановка. Эта остановка свидетельствует о наступлении второго этапа или варианта тренируемости.

2. Высокая медленная тренируемость – большие тренировочные эффекты нарастают постепенно, медленно. Чаще всего наступление этого этапа свидетельствует о том, что мастерство возросло и все труднее достигать пороговых нагрузок, так как они стали значительно выше.

3. Низкая быстрая тренируемость – небольшие тренировочные эффекты нарастают быстро и проявляются уже после относительно короткого периода тренировок. Данный вариант тренируемости либо свидетельствует о недостаточном таланте, либо о недостаточной работоспособности спортсмена.

4. Низкая медленная тренируемость – небольшие тренировочные эффекты нарастают медленно в процессе систематических тренировок. Скорее всего это говорит об отсутствии наследственной предрасположенности человека к данному виду спорта. Тренеру нужно честно сказать ученику об этом. Может быть, в другом виде спорта он добьется лучших результатов.

Главный вывод состоит в том, что у каждого человека есть генетический предел тренируемости, который ограничивает его возможности достичь в данном виде спорта максимального успеха.

Глава V

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

5.1. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА

Развитие человека от момента рождения и до смерти (онтогенез) представляет непрерывный единый процесс (индивидуальное развитие). На протяжении жизни организм претерпевает ряд закономерных морфологических, биохимических и функциональных (физиологических) изменений.

Онтогенез обусловлен влиянием наследственных факторов и определяется генетической программой, которая складывается в результате взаимодействия родительских генов.

Генетическая программа индивидуального развития реализуется в определенных условиях окружающей среды. На различных этапах онтогенеза влияние генетической информации и окружающей среды неодинаково. Так, в первые годы жизни влияние среды оказывается неизмеримо сильнее, чем в более поздние годы.

Формирование органов и систем развивающегося организма происходит гетерохронно (неодновременно): одни из них развиваются раньше, другие – позднее. Так, морфологически головной мозг и спинной мозг наиболее интенсивно растут в раннем детстве и к 10-12 годам достигают окончательных размеров. Формирование же половых органов до 11-12 лет происходит относительно медленно, а в 12-14 лет – быстро.

В ходе индивидуального развития человека непрерывно совершаются два взаимосвязанных процесса: ассимиляция– (усвоение, создание) и диссимиляция (разрушение, распад). На различных этапах

развития соотношение между этими процессами изменяется. В период роста и формирования организма преобладает ассимиляция. Отмечается усиленный синтез белков, который сопровождается относительно большими, чем у взрослых, энергетическими тратами.

На различных этапах индивидуального развития человека изменяется характер нейрогуморальной регуляции функций. Например, на ранних этапах преобладают механизмы симпатической регуляции сердечно-сосудистой системы, что проявляется в значительной ЧСС в условиях относительного покоя; с возрастом усиливается влияние блуждающего нерва, что выражается, в частности, в замедлении ритма сердечных сокращений.

Огромное влияние на развитие человека оказывают движения, физические упражнения. Недостаток движения, ограничение двигательной активности (так называемая гипокинезия) отрицательно сказывается на формировании организма. Деятельность различных систем организма находится в прямой зависимости от активности скелетных мышц, особенно в детском возрасте. Двигательная активность стимулирует обмен веществ и энергии, совершенствование всех функций и систем организма и повышает его работоспособность.

Велика роль двигательной активности в подготовке к труду. Осваивая новые движения, человек обучается управлять работой мышц, сложными движениями, необходимыми в трудовой и спортивной деятельности.

Двигательная активность способствует усвоению информации, которая поступает из внешней среды, через сенсорные системы. Эта информация имеет значение не только для повышения физической и умственной работоспособности, но и для становления человека как личности.

Для более точной оценки индивидуального развития рекомендуют наряду с календарным (паспортным) возрастом учитывать так называемый биологический возраст. Это связано с тем, что для каждого организма характерны только ему присущие темпы развития. Именно поэтому сроки отдельных возрастных этапов биологического развития не всегда совпадают с календарным возрастом. Биологический возраст оценивается по комплексу показателей: физическому развитию (рост, вес и т. д.), срокам окостенения скелета ("костный возраст"), степени половой зрелости и др.

Фактором, который еще более осложняет точную характеристику истинного возраста, является процесс, получивший наименование

акселерация. Этот процесс характеризуется следующими основными особенностями: ускоренным физическим развитием, более ранними сроками полового созревания, увеличением размеров тела.

Наряду с детьми-акселератами, т. е. ускоренно развивающимися, есть дети-ретарданты, развивающиеся медленно, которые отстают в физическом и половом развитии. Поэтому нередко один и тот же календарный возраст объединяет разный в биологическом отношении контингент детей.

В процессе физического воспитания и спортивного совершенствования необходимо учитывать не только календарный, но и биологический возраст занимающихся, индивидуальные особенности их развития.

Рост и формирование организма, эффективность его взаимодействия с внешней средой во многом зависят от развития нервной системы, и главным образом ее ведущего отдела – коры больших полушарий головного мозга.

На отдельных этапах возрастного развития дети характеризуются специфическими особенностями высшей нервной деятельности.

Младший школьный возраст примечателен совершенствованием высшей нервной деятельности. В этот период возрастает сила и подвижность нервных процессов, усиливается внутреннее торможение, в результате чего взаимодействие процессов, возбуждения и торможения характеризуется большей уравновешенностью, чем у дошкольников. Установлено, что такие виды внутреннего торможения, как условное и угасание, вырабатываются значительно быстрее, чем у детей 5-7 лет. Например, условный тормоз образуется у детей 5 лет после 30 неподкреплений, а у детей 12 лет – после 4 неподкреплений.

В младшем школьном возрасте повышается способность образовывать условнорефлекторные связи. Так, у детей 10-12 лет положительные условные рефлексы как на простые, так и на сложные раздражители появляются остро и характеризуются значительной устойчивостью. Наряду с этим рефлекторные реакции у детей часто носят разлитой характер. Это результат выраженной иррадиации возбуждательного процесса. Вследствие того что сила внутреннего торможения еще недостаточна, дифференцировки вырабатываются труднее, чем у взрослых. При сильных воздействиях у детей относительно быстро развивается запредельное торможение.

В 10-12 лет устанавливается частота альфа-ритма биоэлектрической активности мозга, характерная для взрослых, т. е. 10-12 колеба-

ний в секунду. Вместе с тем электроэнцефалограмма детей характеризуется значительной вариабельностью, в разных областях мозга отмечаются заметные различия в распределении частот электрической активности.

В младшем школьном возрасте активно развивается речевая функция, усиленно формируются мышление, способность пользоваться понятиями, абстрагированными от действия, совершенствуются взаимосвязь первой и второй сигнальных систем, внутренняя речь, способность к мышлению. Словесная информация становится более конкретной и полной. Усиливаются временные связи между словами как раздражителями и двигательной функцией. Благодаря этому повышается способность к более разнообразному и глубокому словесному выражению своих движений.

Физическое воспитание и спортивное совершенствование способствуют более тонкому взаимодействию сигнальных систем и расширяют влияние речи и мышления на двигательную функцию.

Подростковый возраст совпадает с пубертатным скачком роста и физического развития. Начало этого процесса приходится у девочек на 11-12 лет, а у мальчиков – на 13-14 лет. Различают три фазы, связанные с процессом полового созревания: 1-я фаза-препубертатная, частично представленная теми изменениями, которые характерны для предшествующего периода; 2-я фаза – собственно-пубертатная, которая выражается в усиленном половом развитии и внешнем проявлении его признаков; 3-я фаза – постпубертатная, связанная с завершением полового созревания и продолжающаяся в старшем школьном возрасте.

Подростковый возраст характеризуется рядом отличительных особенностей. У подростков преобладают процессы возбуждения, заметно ухудшается дифференцировочное торможение, условнорефлекторные реакции становятся менее адекватными раздражению и носят более выраженный, "бурный" характер. Отчасти этим объясняется тот факт, что двигательные действия подростка нередко отличаются большим числом дополнительных движений, сокращением ненужных мышц, излишней закрепощенностью. У детей этого возраста могут наблюдаться временные трудности в образовании условных рефлексов и дифференцировок.

Подростка отличает резко повышенная эмоциональность поведения, сопровождающаяся подчас психической неустойчивостью – быстрым переходом от угнетения к радости и наоборот. Подобные измене-

ния носят временный характер и являются следствием нейрогормональных сдвигов, присущих данному возрастному периоду.

Как период полового созревания подростковый возраст примечателен активизацией гормональной функции половых желез. На фоне включения половых желез во взаимодействие с гипофизом и щитовидной железой изменяются нейроэндокринные и нейрогуморальные соотношения в организме, характерные для предшествующего периода детства.

Переход к юношескому возрасту связан с дальнейшим совершенствованием высшей нервной деятельности. Повышается уровень аналитико-синтетической деятельности коры большого мозга, усиливается функция обобщения, возрастает роль словесных сигналов, уменьшается латентный период на словесный раздражитель. Усиливается внутреннее торможение, нервные процессы становятся более уравновешенными. Заканчивается формирование электрической активности коры большого мозга, в возрасте 17-18 лет деятельность ее является достаточно зрелой.

Особенность обмена веществ у детей школьного возраста состоит в том, что значительная доля образующейся энергии (больше, чем у взрослых) идет на процессы роста, развития организма, т. е. на пластические процессы. Следовательно, во время спортивной деятельности расход энергии связан не только с необходимостью восполнить ее источники, но и с процессами роста, развития.

Обмен белков. У детей потребность в белках выше, чем у взрослых. Чем младше ребенок и чем интенсивнее у него процессы роста, тем потребность в белках больше. Детям 4-7 лет на 1 кг массы тела требуется 3,5-4 г белка, в 8-12 лет – 3 г, в 12-15 лет – 2-2,5 г, а взрослым – 1-1,5 г. Так как у детей синтез белков преобладает над распадом, для растущего организма характерен положительный азотистый баланс, когда количество азота, вводимого с белковой пищей, превышает количество азота, выводимого с мочой.

Важно не только количество, но и качество потребляемых белков. Полноценность белков определяется наличием в них аминокислот, необходимых для синтеза. Большое значение имеет поступление в достаточном количестве незаменимых аминокислот. Недостаток белка замедляет развитие ребенка. У детей, занимающихся спортом, особенно при значительном увеличении мышечной массы, потребность в белках повышена в 1,5-2 раза.

Обмен жиров. Жиры и жироподобные вещества играют существенную роль в процессах роста. Они важны для морфологического и фун-

кционального созревания нервной системы. Жиры необходимы для образования клеточных мембран. Потребность в жирах с возрастом изменяется. Суточная норма жиров на 1 кг веса тела составляет: в 5-6 лет – 2,5 г, в 10-11 лет – 1,5 г, в 16-18 лет – 1 г.

При избыточном потреблении жиры могут откладываться в запас. Особенно много их депонируется в организме при недостаточной двигательной активности. Избыток жиров нарушает обмен веществ, расстраивает пищеварение, отрицательно влияет на физическое развитие. У детей обмен жиров носит неустойчивый характер.

Обмен углеводов. Для детей характерна высокая интенсивность углеводного обмена. Это связано в том, что углеводы у них выполняют не только роль основных источников энергии, но и важную пластическую функцию, обеспечивая формирование оболочек клеток, а также соединительной ткани. За сутки дети должны получать с пищей: в возрасте 4-7 лет – 280-300 г, в 8-13 лет – 350-370 г, в 14-17 лет – 450-470 г.

Регуляция углеводного обмена у детей менее совершенна, чем у взрослых. Это проявляется в более медленной мобилизации углеводных ресурсов, а также в меньшей способности сохранять необходимую интенсивность углеводного обмена при работе. Так, при напряженной спортивной деятельности (бег на 500 м, кросс на 5 км) у подростков и юношей уровень сахара в крови снижается чаще, чем у взрослых. Особенно это характерно для длительных, монотонных упражнений. Эмоционально насыщенные занятия, использование разнообразных (преимущественно игровых) упражнений способствуют сохранению нормального уровня сахара в крови.

Обмен воды и солей. Вода составляет около 80% массы тела ребенка. По мере развития организма количество воды уменьшается до нормы взрослых (68-72 % массы тела). Чем младше ребенок, чем быстрее он развивается, тем выше у него потребность в воде. Так, в возрасте 6 лет суточная потребность в воде составляет 100-120 мл на 1 кг массы тела, в 14 лет – 70-85 г, в 18 лет – 40-50 г. Несмотря на то что относительное количество потребляемой воды с возрастом уменьшается, абсолютное количество увеличивается. Это связано с тем, что с возрастом растет масса тела ребенка. Поэтому общее количество потребляемой воды в сутки, например, у детей 6-10 лет составляет 1600-2000 мл, что меньше, чем у взрослых (2200-2500 мл). Для детей характерна повышенная гидролабильность, т. е. способность быстро терять и быстро депонировать воду. Это обусловлено недостаточно совершенной нервной и эндокринной регуляцией водного обмена.

Минеральные вещества имеют большое значение для формирования костной ткани, главным образом кальция и фосфор. Потребность в них увеличивается в период усиленного роста, особенно в период полового созревания подростков. У детей 6-7 лет суточная потребность в кальции составляет 0,3-0,5 г, а у старших школьников примерно 1,0 г.

Для нормального развития организма важно не только абсолютное количество минеральных веществ, но и их соотношение. Например, если в суточном рационе дошкольников должно содержаться примерно равное количество кальция и фосфора, то в более старшем возрасте фосфора должно быть вдвое больше.

Растущий организм нуждается также в натрии, калии, хлоре, железе. Однако суточная потребность детей в этих минеральных веществах в 1,5-2 раза меньше, чем у взрослых. Кроме этого, в обмене веществ у детей имеют значение такие микроэлементы, как медь, цинк, кобальт, марганец.

Обмен энергии. У детей энергетический обмен выше, чем у взрослых. Например, расход энергии на 1 кг массы и на единицу поверхности тела в условиях относительного покоя (основной обмен) в возрасте 8-10 лет 2-2,5 раза выше, чем у взрослых. Более высокая интенсивность биоэнергетики детского организма является следствием процессов роста и развития. Причем она тем выше, чем младше ребенок.

Большой расход энергии связан не только с усиленными пластическими процессами, но и с более интенсивной, чем у взрослых, работой дыхательной и сердечно-сосудистой систем, а также с большей теплоотдачей. Поверхность тела ребенка относительно велика по сравнению с массой тела, поэтому он отдает в окружающую среду больше тепла. Так, расход энергии в состоянии основного обмена на 1 м² поверхности тела у 10-летних равен 49,5 ккал, у 16-18-летних – 43 ккал.

Расход энергии во время выполнения физических упражнений также зависит от возраста. У подростков при выполнении одинаковой со взрослыми работы энергетический обмен выше. С возрастом энергозатраты при той же мышечной нагрузке понижаются. Исследование расхода энергии при ходьбе показало, что чем старше дети, тем меньше энергетические затраты на 1 м пути. При нагрузке на велоэргометре ребенок 8-9 лет затрачивает на 1 кгм работы в 1 мин 7,6 мл кислорода, а взрослый – 5,4 мл, т. е. в 1,4 раза меньше.

Таким образом, с возрастом повышается экономичность мышечной работы. На это указывает также рост механической эффективности по мере развития организма. При работе на велоэргометре в возрасте 6-9

лет она равна 12,3%, в то время как у взрослых – 15-20 %. Под влиянием спортивной тренировки энергетическая стоимость упражнений понижается. Установлено, что у юных спортсменов потребление кислорода увеличивается в меньшей мере, чем у их сверстников, не занимающихся спортом.

У детей также меньше максимальный уровень увеличения обмена при напряженной мышечной деятельности. Так, в 10-11 лет потребление кислорода по сравнению с основным обменом может увеличиваться максимально в 9-10 раз, в то время как у взрослых – в 15-20 раз. Установлена зависимость МПК от индивидуальных темпов развития организма. У подростков, опережающих своих сверстников в темпах физического развития, МПК выше, чем у отстающих.

У юных спортсменов максимальный уровень энергетического обмена выше, чем у детей, на занимающихся спортом. Так, у спортсменов 16-17 лет МПК на 50-60 % выше, чем у неспортсменов.

Объем циркулирующей крови (по отношению к весу тела) зависит от возраста: у детей до 1 года – 11%, у взрослых – 7%, на 1 кг веса тела у детей 7-12 лет – 70 мл, у взрослых – 50-65 мл.

Возрастные изменения характерны и для форменных элементов крови. У ребенка первого года жизни количество эритроцитов составляет 6-6,5 млн/мм³. С возрастом оно снижается до 4-5 млн/мм³.

Сниженное по сравнению со взрослыми содержание гемоглобина у детей определяет несколько меньшую кислородную емкость крови.

В крови детей первых дней жизни содержится большое количество лейкоцитов (10 000-15 000 в 1 мм³). В последующие годы содержание лейкоцитов понижается и к 8-10 годам доходит до уровня взрослых. Заметные возрастные изменения происходят и в лейкоцитарной формуле. С возрастом увеличивается процент нейтрофилов и понижается количество моноцитов и лимфоцитов. В результате относительно невысокого содержания нейтрофилов у детей дошкольного возраста понижена фагоцитарная функция крови.

Мышечная деятельность сопровождается существенными изменениями в системе крови. Для подростков и юношей характерны более значительные, чем для взрослых, изменения ряда показателей крови после мышечной работы (повышение содержания лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, свертывания крови) и более длительный период их восстановления. Кроме того, у подростков 12-14 лет отмечена разнонаправленность сдвигов отдельных показателей крови, что связано с перестройкой в этот период нейроэндокринной регуляции функций.

В различные возрастные периоды сердечно-сосудистая система характеризуется отличительными особенностями, обусловленными главным образом специфическими изменениями обмена веществ и энергии на разных этапах онтогенеза.

Сердце. Для мышцы сердца детей характерен высокий уровень расхода энергии, что определяет значительное напряжение окислительных процессов в миокарде. Это находит отражение в большом потреблении кислорода мышцей.

В процессе роста и развития ребенка увеличивается масса сердца. У мальчиков 9-10 лет она составляет 111,1 г, что в 2 раза меньше, чем у взрослых (244,4 г). Наряду с этим изменяется соотношение массы отделов сердца, перестраивается его гистологическая структура. Так, в наибольшей мере увеличение массы сердца происходит за счет левого желудочка. Систематическая тренировка вызывает увеличение массы сердечной мышцы. У юных пловцов, лыжников, велосипедистов, бегунов на средние дистанции размеры сердца увеличиваются больше, чем у других спортсменов.

Частота сердечных сокращений. С возрастом ЧСС понижается: у новорожденных она составляет в покое 135-140 уд/мин, в 7 лет – 85-90 уд/мин, в 14-15 лет приближается к данным взрослых и составляет 70-80 уд/мин.

Для детей характерен неустойчивый ритм сердечной деятельности. Он подвержен значительным колебаниям под влиянием внутренних и внешних раздражителей, например под влиянием температуры окружающей среды (повышение температуры способствует увеличению ЧСС, понижение – уменьшению).

Спортивная тренировка оказывает существенное влияние на ЧСС. У юных спортсменов, особенно тренирующихся в упражнениях на выносливость, в условиях относительного покоя, как и у взрослых, проявляется брадикардия. Однако выражена она меньше.

Существенные возрастные различия ЧСС наблюдаются при мышечной деятельности. При одинаковой аэробной нагрузке ЧСС с возрастом уменьшается. Одна и та же работа осуществляется более экономно благодаря меньшей интенсификации сердечной деятельности. Например, мальчики 12-14 лет при ЧСС 130 уд/мин могут выполнить работу, не превышающую 70 ватт, а 18-летние – 122 ватт.

Восстановление ЧСС после физических упражнений у лиц разного возраста также зависит от величины нагрузки. После непродолжительных упражнений максимальной мощности у детей 11-14 лет восстанов-

ление ЧСС происходит быстрее, чем у взрослых. После напряженных и продолжительных упражнений период восстановления ЧСС с возрастом укорачивается. Это связано с повышением работоспособности.

Систолический объем крови и сердечный выброс с возрастом повышаются. В 7 лет систолический объем крови составляет 23 мл, в 13-16 лет – 50-60 мл. Прирост его определяет увеличение сердечного выброса. В покое в возрасте 6-9 лет сердечный выброс равен 2,6 л/мин, в 10-12 лет – 3,2 л/мин, в 13-16 лет – 3,8 л/мин. Однако при расчете на 1 кг массы тела наблюдается иная картина: чем старше возраст, тем меньше величина сердечного выброса. Таким образом, для детей характерна более напряженная деятельность сердца.

При мышечной работе систолический объем и сердечный выброс у детей увеличиваются меньше, чем у взрослых. По мере роста и развития детей максимально возможный систолический объем становится больше. Так, в 8-9 лет он достигает 70 мл, в 14-15 лет – 100-120 мл, у взрослых – 110-130 мл. У детей 8-9 лет при напряженной мышечной деятельности сердечный выброс может достигать максимально 13-16 л/мин, у подростков 14-15 лет – 20-24 л/мин. Следовательно, в возрасте 8-9 лет по сравнению с покоем сердечный выброс увеличивается в 4 раза, в 14-15 лет – в 5-6 раз, у взрослых – в 6-7 раз.

Таким образом, с возрастом потенциальные возможности сердца повышаются. Существенная особенность адаптации детского сердца состоит в том, что прирост сердечного выброса происходит преимущественно за счет увеличения ЧСС при относительно невысоком повышении систолического объема крови.

Особенности кровообращения у детей как в покое, так и при мышечной работе тесно связаны с обменом веществ. Более высокая интенсивность энергетического обмена, относительно большее потребление кислорода (на 1 кг массы тела) предъявляют к сердцу детей значительные требования. Поэтому сердце у ребенка или подростка как в условиях покоя, так и при мышечной деятельности работает несколько напряженнее, чем у взрослых.

Сосудистая система и артериальное давление. По мере развития детей увеличивается просвет кровеносных сосудов. В результате повышается объем циркулирующей крови и создаются условия для лучшего кровоснабжения тканей, работающих органов кислородом и удаления продуктов распада.

Наряду с расширением просвета сосудов образуются новые кровеносные сосуды. Это особенно характерно для детей, активно занимающихся физической культурой и спортом. Формирование новых сосу-

дов и их коллатералей в результате регулярной мышечной деятельности приводит к усилению периферического кровообращения.

С возрастом повышается АД. Так, в 11 лет систолическое давление в покое равно 95, а в 15 лет – 109 мм рт. ст.; минимальное АД в 11-13 лет равно 83, а в 15-16 лет – 88 мм.рт. ст.

У подростков и юношей 13-16 лет иногда отмечается временное повышение систолического давления до 130-140 мм рт. ст. (юношеская гипертония). Это связывают с тем, что развитие сердца и кровеносных сосудов происходит нередко несинхронно. Так, в период полового созревания рост сердца может опережать рост кровеносных сосудов. В результате сердцу приходится преодолевать большое сопротивление со стороны относительно узких кровеносных сосудов. Это следует учитывать при занятиях спортом: тщательно дозировать и индивидуализировать физические нагрузки.

У детей систолическое давление во время физических упражнений увеличивается значительно меньше, чем у взрослых. Так, у 11-12-летних школьников при выполнении упражнений максимальной мощности систолическое давление увеличивается в среднем на 32 мм рт. ст., а у подростков и юношей 15-16 и 18-20 лет соответственно на 45 и 50 мм рт. ст.

Возрастные изменения сердечно-сосудистой системы отражают особенности регуляции кровообращения растущего организма. В первые годы жизни заметно преобладают симпатические влияния. По мере развития организма это преобладание становится менее выраженным на фоне усиления влияния блуждающего нерва.

В результате организуется такое взаимодействие симпатических и парасимпатических влияний, которое обеспечивает эффективную деятельность сердечно-сосудистой системы как в покое, так и (особенно) при напряженных физических упражнениях.

У юных спортсменов различные эмоции быстрее и сильнее отражаются на сердечно-сосудистой системе, чем у взрослых. Продолжительные отрицательные эмоции могут нарушить регуляцию сердечно-сосудистой системы и, естественно, неблагоприятно отразиться на спортивных достижениях.

С ростом и развитием организма увеличивается объем легких. Особенно интенсивный рост легких отмечается между 12 и 16 годами. Вес обоих легких в 9-10 лет равен 395 г, а у взрослых почти 1000 г. Рост легких происходит в основном не за счет увеличения числа, а за счет объема альвеол.

Возрастные изменения легочных объемов и емкостей. С возрастом изменяется общая емкость легких, которую составляют остаточный объем и ЖЕЛ, причем остаточный объем увеличивается меньше, чем ЖЕЛ. Общая емкость легких в 10 лет составляет 2,2-3,1 л, т. е. половину величины взрослых. У юных спортсменов отмечено более значительное увеличение с возрастом общей емкости легких – как в абсолютных, так и в относительных величинах. Особенно выражены эти изменения между 14 и 16 годами. У спортсменов 15-16 лет общая емкость легких такая же, как у взрослых нетренированных людей.

С ростом и развитием увеличиваются ЖЕЛ и ее составляющие (дыхательный объем, резервные объемы вдоха и выдоха), а также изменяются соотношения между ними.

У юных спортсменов (легкоатлетов, велосипедистов, гребцов) ЖЕЛ выше, чем у не занимающихся спортом. Наибольшей ЖЕЛ, нередко превышающей 5 л, обладают юные пловцы, велосипедисты. Повышение ЖЕЛ и резервного объема вдоха обуславливает более значительную вентиляцию легких и удовлетворение кислородного запроса. Юные спортсмены отличаются от своих нетренированных сверстников лучшим соотношением легочных объемов. У тренированных подростков и юношей снижается доля остаточного объема в функциональной остаточной емкости, увеличивается запас кислорода в альвеолах легких.

По мере развития организма изменяется режим дыхания: длительность дыхательного цикла, временное соотношение между вдохом и выдохом, глубина и частота дыхания. Для детей младшего возраста характерны частый, недостаточно устойчивый ритм дыхания, небольшая глубина, примерно одинаковое соотношение по времени вдоха и выдоха, короткая дыхательная пауза. Частота дыхания у детей 7-8 лет составляет 20-25 дыхательных движений в минуту. С возрастом она снижается до 12-16 дыханий в минуту, ритм дыхания становится более стабильным. Фаза вдоха укорачивается, а выдох и дыхательная пауза удлиняются. Одновременно увеличиваются дыхательный объем и скорость воздушного потока на вдохе. У детей 7-8 лет дыхательный объем колеблется в пределах от 163 до 285 мл, у взрослых он увеличивается в 2-3 раза. Юные спортсмены отличаются от своих сверстников-неспорсменов меньшей глубиной дыхания в условиях относительного покоя.

Несмотря на абсолютно меньший минутный объем дыхания, относительная его величина у детей выше, чем у взрослых. С возрастом относительная величина легочной вентиляции уменьшается. Так, ми-

нутный объем дыхания у 14-летних подростков на 1 кг массы тела и на 1 м² поверхности тела составляет соответственно 125 и 3700 мл, а у взрослых лишь 80 и 2500 мл.

Аналогичная возрастная зависимость проявляется и в отношении потребления кислорода. Абсолютная величина этого показателя у детей ниже, а относительная выше, чем у взрослых. Например, относительное потребление кислорода в покое составляет в возрасте 10 лет 6,24 мл/кг*мин, а в 20 лет – 4,45 мл/кг*мин. Под влиянием спортивной тренировки (например, в гребле) в течение одного-двух лет потребление кислорода в покое у юных спортсменов заметно снижается, и уже в 14 лет может достигать уровня, характерного для нетренированных людей 20-30 лет.

Дыхательную функцию характеризует также максимальная вентиляция легких. С возрастом она увеличивается. При этом возрастает резерв дыхания, т. е. разница между минутным объемом дыхания в покое и максимальной вентиляцией легких. У юных спортсменов максимальная вентиляция легких и резерв дыхания больше, чем у неспортсменов. Причем разница находится в прямой зависимости от стажа занятий спортом.

Режим дыхания у детей менее эффективный, чем у взрослых. Например, у ребенка 1 л кислорода извлекается из 29-30 л воздуха, вентилирующего легкие, у подростков – из 32-34 л, у взрослых – из 24-25 л. За один дыхательный цикл подросток потребляет 14 мл кислорода, в то время как взрослый 21 мл. Таким образом, дети потребляют относительно больше кислорода за счет более напряженной деятельности дыхательного аппарата.

По мере развития организма изменяется способность адаптироваться к недостатку кислорода. Дети и подростки менее, чем взрослые, способны задерживать дыхание и работать в условиях недостатка кислорода. У них быстрее, чем у взрослых, снижается насыщение крови кислородом, а дыхание после задержки возобновляется при еще высоком содержании кислорода в крови. Следовательно, дети и подростки уступают взрослым в способности преодолевать недостаток кислорода. Это связывают с тем, что они обладают меньшей, чем взрослые, способностью затормаживать дыхательные движения, а также преодолевать гипоксические и гиперкапнические сдвиги в крови.

Юные спортсмены характеризуются более совершенной адаптацией к этим сдвигам, чем их сверстники-неспортсмены. Так, у спортсменов 12 и 15-16 лет при задержке дыхания насыщение крови кислоро-

дом снижается в среднем соответственно на 4,8 и 8,9 %, а у спортсменов лишь на 3,3 и 6,8 %, т. е. юные спортсмены могут преодолевать более значительные гипоксические сдвиги.

Дыхание при работе. У детей одинаковая со взрослыми мышечная нагрузка сопровождается большим усилением внешнего дыхания, потребления кислорода. Влияние спортивной тренировки проявляется в снижении легочной вентиляции и потребления кислорода при стандартной нагрузке. Тренированные дети выполняют физическую нагрузку при меньшем усилении дыхания по сравнению с нетренированными.

Дети характеризуются меньшими возможностями усиления внешнего дыхания и потребления кислорода при работе. Например, у детей 8-9 лет минутный объем дыхания при напряженной работе может увеличиваться по сравнению с данными покоя в 10-12 раз (до 50-70 л/мин), а у взрослых – в 15-18 раз (до 100-150 л/мин), у спортсменов еще больше – в 20-25 раз (до 180-220 л/мин).

Легочная вентиляция у детей увеличивается преимущественно за счет учащения дыхания, а не увеличения его глубины. Это объясняет тот факт, что за один дыхательный цикл дети 8-9 лет потребляют в 3,5 раза меньше кислорода, чем нетренированные взрослые, и в 6 раз меньше, чем спортсмены высокого класса.

Меньшая способность детей снабжать организм кислородом при работе определяется также меньшей кислородной емкостью крови. Общее содержание гемоглобина в крови в расчете на 1 кг массы тела составляет, у детей 7-11 лет 7,5 г, а у взрослых – 10,4 г. Другая причина меньшего усиления потребления кислорода у детей при выполнении физических упражнений заключается в возрастных особенностях сердечно-сосудистой системы: обеспечение организма кислородом осуществляется за счет более напряженной и менее эффективной деятельности сердца. Например, даже в условиях относительного покоя потреблению 1 л кислорода у подростков соответствует сердечный выброс 21-22 л, а у взрослых-15-16 л.

Для детей характерна меньшая АВР-О₂ (разница между содержанием кислорода в артериальной крови и венозной крови) при мышечной работе. Нагрузка, сопровождающаяся МПК, вызывает увеличение АВР-О₂ у детей до 8 об.%, у нетренированных взрослых – до 14-15 об. %. Это указывает на то, что с возрастом повышается использование кислорода из артериальной крови. Например, у детей 8-11 лет в условиях МПК из артериальной крови используется лишь около 50% кис-

лорода, в то время как у взрослых 70%, а у спортсменов высокого класса 90%.

5.2. РЕГУЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА УРОКАХ ФИЗКУЛЬТУРЫ И ПРИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ

Большое значение имеет организация самостоятельной работы учащихся. Учителю физкультуры следует строить свою работу таким образом, чтобы к моменту окончания школы каждый выпускник мог самостоятельно наметить себе задачу для самостоятельных занятий, выбрать необходимые средства для решения поставленных задач, методы работы, умел грамотно и правильно выполнять физические упражнения, оценивать физическую нагрузку и т.д.

Для оценки физической нагрузки обычно используют показатель частоты сердечных сокращений. Этот показатель характеризует интенсивность нагрузки на уроках физической культуры и занятиях дополнительного образования (в секциях и кружках). Учителю физической культуры надо иметь в виду, что величина ЧСС достигает информативных показателей, только когда выполнение упражнений длится более 3-5 мин. За это время происходит интенсификация деятельности сердечно-сосудистой системы. Именно поэтому при кратковременной работе, например при беге на короткие дистанции, выполнении ациклических упражнений (прыжков в высоту, в длину и т.д.), значения ЧСС могут быть небольшими.

Предельные значения ЧСС как у школьников разного возраста, не занимающихся спортом, так и у юных спортсменов могут превышать 200 уд./мин. при выполнении высокоинтенсивной и значительной по объему работы. Однако в большинстве случаев величина ЧСС при этом колеблется в пределах 160-200 уд./мин.

Наибольшую физическую нагрузку на уроках физкультуры учащиеся получают во время занятий циклическими видами спорта (лыжные гонки, плавание и т.п.), наименьшую – на уроках гимнастики и во время спортивных игр. Так, на уроках лыжной подготовки у учащихся 4-х, 6-х, 8-х и 10-х классов ЧСС составляет 130-140 уд./мин., на уроках гимнастики – 116-123 уд./мин., во время спортивных игр (волейбол, баскетбол) – 122-126 уд./мин. соответственно. На уроках легкой атлетики

ЧСС у учащихся выше, чем на уроках гимнастики и во время спортивных игр. Это связано с тем, что в этих видах спорта процесс обучения, а также переходы к снарядам и "станциям" занимают больше времени.

Большую помощь учителю при определении величины нагрузки и уровня переносимости ее школьниками на уроках физической культуры может оказать так называемая физиологическая кривая. Для построения такой кривой надо подсчитать пульс до начала занятия, несколько раз во время занятия и по окончании урока.

Замедленное восстановление или снижение пульса может свидетельствовать о чрезмерной физической нагрузке на уроке или неправильном ее планировании.

Чтобы оценить воздействие и влияние физической нагрузки на организм школьника, можно пользоваться следующей ее классификацией.

1. Зона низкой интенсивности. Упражнения в этой зоне выполняются с малой интенсивностью и скоростью, ЧСС не превышает 100-120 уд./мин.

2. Зона умеренной интенсивности. Это примерно 50% от максимальной нагрузки. При работе в этой зоне деятельность всех органов и мышц происходит за счет использования кислорода, величина ЧСС достигает 130-160 уд./мин. Предельное время работы в этой зоне составляет для детей младшего школьного возраста – 15-16 мин., среднего школьного возраста – 20-30 мин., старшего школьного возраста – 30-60 мин. Учителю физической культуры надо учитывать эти данные при планировании нагрузки на уроках, дополнительных занятиях и при организации самостоятельных занятий по физической культуре. В старших классах для развития выносливости надо включать в урок бег продолжительностью от 10 до 15 мин., на уроках во втором полугодии время работы в этой зоне возрастает до 20-30 мин. (кроссы, лыжная подготовка и т.п.).

3. Зона большой интенсивности. Это около 70% от максимальной нагрузки. Упражнения в этой зоне интенсивности вызывают наибольшее напряжение организма. Время работы в этой зоне не должно превышать 4-7 мин. у младших школьников и 10 мин. – у старших.

Учителю физической культуры надо учитывать, что при выполнении нагрузок в этой зоне работоспособность у девочек-подростков 13-14 лет несколько ниже, чем у девочек 11-12 лет, что обусловлено перестройкой в организме. Тем не менее не стоит забывать, что регулярное выполнение циклических упражнений при ЧСС 150-180 уд./мин. наи-

лучшим образом способствует развитию аэробно-анаэробных возможностей организма. В этой связи возрастает роль занятий лыжной подготовкой, которые при прохождении части дистанции в высоком темпе (при ЧСС 150-170 уд./мин.) обеспечивают хороший тренировочный эффект.

4. Зона субмаксимальной, или высокой, интенсивности. Это примерно 80% от максимальной нагрузки. Предельная продолжительность выполнения циклических нагрузок в этой зоне составляет у младших школьников порядка 50 сек. (бег на 30 м, ускорения по 20 м, бег на 15-20 м), а у старших школьников – 1 мин.

Хорошим нагрузочным упражнением являются прыжки со скакалкой в максимальном темпе. В процессе тренировки длительность выполнения этого упражнения не должна превышать: у младших школьников – 10 сек., у учащихся 11-12 лет – 15 сек., у старших школьников – 20-25 сек. Упражнения со скакалкой на определенное количество прыжков за 1 мин. требуют очень хорошей подготовки. Время отдыха между упражнениями должно быть примерно таким же, как и время работы.

Для развития силы в этой зоне используется 2-3 упражнения с количеством повторений 4-10 раз в зависимости от отягощения и подготовленности учащихся.

На занятиях по силовой подготовке для юношей 10-11-х классов целесообразно использовать упражнения с гирей весом 16 кг в режиме 3-4 подхода по 6-12 повторений с интервалом отдыха 1-1,5 мин. в темпе 15 движений за 1 мин. Не следует забывать и про статические упражнения.

5. Зона максимальной интенсивности (100%). Предельное время выполнения циклических нагрузок составляет порядка 10 сек. Эта работа осуществляется организмом только за счет анаэробных источников энергии.

Физическая нагрузка – это величина воздействия физических упражнений, способствующих повышению функциональных возможностей организма на организм занимающихся, которая должна регулироваться по объему и интенсивности.

Интенсивность и объем выполняемой нагрузки зависят от возраста и подготовленности занимающихся. Очень малая нагрузка в первой зоне не способствует повышению результатов и развитию физических качеств. Слишком большая нагрузка может привести к снижению результатов, перенапряжению и ухудшению здоровья. От правильного

планирования нагрузки при индивидуальных занятиях зависит состояние здоровья школьника.

Под хорошим здоровьем понимают такое состояние организма, при котором все его органы работают эффективно, стойко переносят неблагоприятные условия среды обитания. Под влиянием физических упражнений повышаются в первую очередь возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Сердце начинает работать с большей силой.

Под планированием подразумевается построение рациональной последовательности и создание оптимальных условий для выполнения физических упражнений. Планирование также позволяет рассчитать будущие результаты.

Оптимальным вариантом можно считать выполнение относительно высоких физических нагрузок (ЧСС – 180-200 уд./мин.) на 8-10-й, 15-й, 25-й и 35-й минутах от начала урока (продолжительностью 2 мин.). Данные нагрузки рекомендуется чередовать с умеренными (ЧСС – 140-150 уд./мин.). Не следует высокие нагрузки применять до 10-й минуты и после 37-й минуты урока.

Пульсовой режим при выполнении физических упражнений должен быть таким, чтобы обеспечить физическую нагрузку для развития определенных физических качеств. Длительный бег, кроссы при ЧСС 160-180 уд./мин., фронтальный и поточный методы организации выполнения упражнений повышают уровень физической подготовленности учащихся.

Определенное значение при планировании и контроле физической нагрузки имеет плотность занятия физическими упражнениями. Наиболее высокая моторная плотность может быть при самостоятельной работе над развитием физических качеств. Различают общую и двигательную (моторную) плотность занятий. Общая плотность является обобщенным показателем рационального (педагогически оправданного) использования времени урока. Она может достигать 100%. Двигательная (моторная) плотность определяется отношением времени, затраченного на выполнение двигательных упражнений, к общему времени урока. Моторная плотность может достигать 70-80% общего времени.

Вспомогательные двигательные действия (например, установка и уборка снарядов) могут быть эффективно использованы для решения образовательных и воспитательных задач урока – обучения прикладным способам переноски тяжестей, воспитанию умения работать в груп-

пе и т.п. Таким образом, увеличивается моторная плотность занятия, дающая определенную нагрузку. Для этого можно использовать время отдыха и ожидания очереди к снаряду, заполняя его подготовительными и подводящими упражнениями.

На самостоятельных занятиях по физической культуре интенсивные упражнения (при ЧСС 150-170 уд./мин.) должны составлять не менее 30% времени. Такое соотношение интенсивности заданий обеспечивает высокую функциональную подготовленность занимающихся. Надо стараться, чтобы средняя ЧСС на этих занятиях не превышала 140-160 уд./мин.

При планировании индивидуальных физических нагрузок важно помнить о соблюдении принципов постепенности и последовательности нагрузок. Правильно спланировать физическую нагрузку на индивидуальных занятиях можно только в том случае, если занимающийся будет своевременно получать информацию об утомлении. Самым верным признаком утомления являются показатели пульса. ЧСС для каждого человека индивидуальна. Условно принято считать нормальной нагрузку, вызывающую повышение пульса до 120-160 уд./мин.

Хорошим показателем тренированности является ЧСС в состоянии покоя. Пульс в состоянии покоя, равный 48-60 уд./мин., оценивается как отличный; 60-74 уд./мин. – как хороший; 74-89 уд./мин. – как удовлетворительный; более 90 уд./мин. – как неудовлетворительный.

Во врачебно-педагогической практике принято определять состояние занимающихся по восстановлению их пульса, частоте и глубине дыхания. Кроме того, можно рекомендовать ортостатическую пробу, которая заключается в измерении пульса сначала в положении лежа за 1 мин., а затем в положении стоя. Если разница ЧСС между измерениями составляет более 20 уд./мин., то это можно расценивать как ухудшение состояния организма: возможно, двигательная нагрузка во время занятий была слишком высокой.

Однако измерение пульса в состоянии покоя не всегда может показать отклонения в деятельности сердечно-сосудистой системы. Чтобы определить их, используют функциональные пробы, которые имеют различные нагрузки (например, 20 приседаний за 30 сек., трехминутный бег на месте и др.).

Глава VI

ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

6.1. ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ВОПРОСАМ СПОРТИВНОГО ОТБОРА

Среди мероприятий по физическому воспитанию населения весьма важная роль принадлежит процессам спортивного отбора и спортивной ориентации. Эти процессы имеют принципиальное различие. В процессе спортивной ориентации изучаются врожденные особенности человека и подбираются адекватные для него физические упражнения или вид спорта. В ходе спортивного отбора определяются модельные характеристики соревновательной деятельности ведущих спортсменов и специфические для данного вида спорта спортивно-важные качества, а затем производится поиск и подбор людей с соответствующими врожденными и развившимися в процессе жизнедеятельности морфофункциональными особенностями.

Наряду с педагогическими, психологическими и социологическими методами изучения индивидуальных особенностей человека при этом используются генетические и морфофункциональные методы, которые позволяют описать не только врожденные особенности, т. е. задатки человека, но и развитые в течение жизни комплексы его индивидуальных особенностей, определяющих его способности. Получаемые характеристики должны быть различными на разных этапах подготовки спортсмена, так как спортивный отбор представляет собой многоступенчатый процесс с изменяющимися требованиями к организму человека в ходе многолетней тренировки. При этом необходимо учитывать не только исходные показатели, но и многие другие параметры:

- динамику индивидуальных реакций организма спортсмена на предъ-являемые нагрузки,
- возрастные периоды наибольшей эффективности тренирующих воз-действий для развития разных физических качеств,
- индивидуальный тип адаптации к физическим упражнениям опре-деленной направленности,
- скорость и мощность мобилизации функциональных резервов данно-го организма,
- выраженность и темпы проявления срочной и долговременной адаптации ко всему комплексу спортивной деятельности.

Неадекватный выбор спортивной специализации или стиля сорев-новательной деятельности, как показывают современные исследова-ния, резко замедляет рост спортивного мастерства и ограничивает уро-вень спортивных достижений, а также является фактором риска для здоровья спортсмена.

За последние годы все больше и больше выявляется значение на-следственных влияний на многие показатели строения и функций орга-низма человека, а также на степень развития разных его физических качеств. Их учет в организации тренировочного процесса и спортив-ном отборе становится все более насущным.

Наследственность заключается в способности живых организмов пе-редавать свои признаки следующим поколениям. В противополож-ность этому, изменчивость связана со способностью изменения наслед-ственных задатков и их проявлений в процессе развития организмов.

Совокупность всех наследственных задатков называется генотипом, а совокупность всех признаков организма – фенотипом. Фенотип зави-сит от возможности врожденных задатков проявиться в определенных условиях жизни. Таким образом, основные черты организма опреде-ляются как унас-ледованными свойствами, так и влияниями различ-ных факторов среды (питания, климато-географических и экологичес-ких условий, социальной среды, особенностей воспитания и пр.). Иными словами, фенотип есть генотип плюс средовые влияния.

Изучение наследственности у человека характеризуется определен-ными ограничениями генетического анализа.

У человека невозможно проведение направленного скрещивания, экспериментального получения мутаций, обеспечение строгого конт-роля за окружающими условиями среды на протяжении роста и раз-вития организма. Использование статистического подхода затрудня-ют малочисленность потомства, длительный период полового созре-вания, отсутствие сведений об отдаленных предках и их морффунк-

циональных особенностях. Огромное разнообразие наследственных признаков у человека и большое количество групп сцепления генов также являются препятствием для точного анализа генетических влияний.

К основным методам генетики человека относят следующие методы:

- генеалогический (родословных), в котором составляются и анализируются родословные для изучаемого человека, которого называют в данном случае пробандом;
- цитологический (изучение особенностей хромосом, ДНК);
- популяционный (анализ наследственности в изолированных группах населения) и
- близнецовый, основанный на сравнении различных признаков у близнецов.

Одним из простых количественных показателей наследственности является коэффициент Хольцингера (Н), который определяет генетическую долю в общем развитии организма. При $H = 1.0$ изучаемый показатель полностью зависит от генотипа, при $H > 0.7$ доля генетических влияний очень высока (70% и более) и лишь небольшая часть приходится на средовые влияния. Чем меньше этот коэффициент, тем больше средовые влияния на признаки.

6.2. НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ВЛИЯНИЯ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ФИЗИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ЧЕЛОВЕКА

Изучение степени наследуемости различных морфофункциональных показателей организма человека показало, что генетические влияния на них чрезвычайно многообразны. Они отличаются по срокам обнаружения, степени воздействия, стабильности проявления. Чем больше выражены наследственные влияния на признаки организма, тем больший их учет должен быть при отборе.

Наибольшая наследственная обусловленность выявлена для морфологических показателей организма человека, меньшая – для физиологических параметров и наименьшая – для психологических признаков.

Среди морфологических признаков наиболее значительны влияния наследственности на продольные размеры тела, меньшие – на

объемные размеры, еще меньшие – на состав тела. Величина коэффициента наследуемости наиболее высока для костной ткани, меньше для мышечной и наименьшая – для жировой ткани. Для подкожной клетчатки женского организма она особенно мала.

Для функциональных показателей выявлена значительная генетическая обусловленность многих физиологических параметров, среди которых большая часть метаболических характеристик организма, аэробные и анаэробные возможности, процент быстрых и медленных волокон в мышцах, объем и размеры сердца, характеристики ЭКГ, систолический и минутный объем крови в покое, частота сердцебиений при физических нагрузках, артериальное давление, жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и жизненный показатель (ЖЕЛ/кг), частота и глубина дыхания, минутный объем дыхания, длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе, парциальное давление O₂ и CO₂ в альвеолярном воздухе и крови, содержание холестерина в крови, скорость оседания эритроцитов, группы крови АВО, иммунный статус, гормональный профиль и некоторые другие.

Многие психологические, психофизиологические, нейродинамические, сенсомоторные показатели, характеристики сенсорных систем также находятся под выраженным генетическим контролем; большая часть показателей электрической активности коры больших полушарий (ЭЭГ), скорость переработки информации, пропускная способность мозга, коэффициент интеллектуальности, пороги чувствительности сенсорных систем, цветоразличение и его дефекты (дальтонизм), нормальная и дальнозоркая рефракция, критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ), типологические свойства нервной системы, черты темперамента, доминантность полушарий, моторная и сенсорная функциональная асимметрия и др.

Большая часть поведенческих актов контролируется целым комплексом генов. Чем сложнее поведенческая деятельность человека, тем менее выражено влияние генотипа и больше роль окружающей среды. Для более простых двигательных навыков наследуемость выше, чем для более сложных.

По мере обогащения человека жизненным опытом и знаниями относительная роль генотипа в его жизнедеятельности снижается.

Обнаружены некоторые различия в наследовании признаков по полу. У мужчин в большей мере наследуются проявления леворукости, дальтонизма, показатели объема и размеров сердца, артериального давления и ЭКГ, содержание липидов и холестерина в крови,

характер отпечатков пальцев, особенности полового развития, способность решения цифровых и пространственных задач, ориентация в новых ситуациях. У женщин в большей степени запрограммированы генетически рост и вес тела, развитие и сроки начала моторной речи, проявления симметрии в функциях больших полушарий.

Наследственные влияния на различные физические качества неоднотипны. Они проявляются в различной степени генетической зависимости и обнаруживаются на различных этапах онтогенеза. В наибольшей степени генетическому контролю подвержены быстрые движения, требующие, в первую очередь, особых скоростных свойств нервной системы – высокой лабильности (скорости протекания возбуждения) и подвижности нервных процессов (смены возбуждения на торможение и наоборот), а также развития анаэробных возможностей организма и наличия быстрых волокон в скелетных мышцах.

Для различных элементарных проявлений качества быстроты – времени простых и сложных двигательных реакций, максимального темпа движений, скорости одиночных двигательных актов (ударов, прыжков, метаний) получены высокие показатели наследуемости. С помощью близнецового и генеалогического методов подтверждена высокая зависимость от врожденных свойств ($H = 0.70 - 0.90$) показателей скоростного бега на короткие дистанции, теппинг-теста, прыжков в длину с места и других скоростных и скоростно-силовых упражнений. Высокая генетическая обусловленность получена также для качества гибкости.

В меньшей степени генетические влияния выражены для показателей абсолютной мышечной силы. Так, например, коэффициенты наследуемости для динамометрических показателей силы правой руки $H \cong 0.61$, левой руки $H \cong 0.59$, становой силы $H \cong 0.64$, в то время как для показателей времени простой двигательной реакции $H \cong 0.84$, сложной двигательной реакции $H \cong 0.80$.

В наименьшей степени наследуемость обнаруживается для показателей выносливости к длительной циклической работе и качеству ловкости (координационных возможностей и способности формировать новые двигательные акты в необычных условиях).

Другими словами, наиболее тренируемыми физическими качествами являются ловкость и общая выносливость, а наименее тренируемыми – быстрота и гибкость. Среднее положение занимает качество силы. Это подтверждается данными Н. В. Зимкина (1970) и др. о степени прироста различных физических качеств в процессе многолетней спортивной тренировки: показатели качества быстроты (в спринтерс-

ком беге, плавании на 25м и 50м) увеличиваются в 1.5-2 раза, качества силы при работе локальных мышечных групп – в 3.5-3.7 раза, при глобальной работе – на 75-150%, качества выносливости – в десятки раз.

Проявления генетических влияний зависят от возраста. Они больше выражены в молодом возрасте (16-24 г.) по сравнению с более пожилыми людьми. Влияния генотипа также зависят от мощности работы – они нарастают с увеличением мощности работы.

Наследственные влияния на морфофункциональные особенности и физические качества человека зависят от периодов онтогенеза. Различают критические и сенситивные периоды.

Критические периоды характеризуются повышенной активностью отдельных генов и их комплексов, контролирующих развитие каких-либо признаков организма. В эти периоды происходит значительная перестройка регуляторных процессов, качественный и количественный скачок в развитии отдельных органов и функциональных систем, результатом чего является возможность адаптации к новому уровню существования организма и его взаимодействия со средой. Такая перестройка увеличивает число степеней свободы организма, открывает новые горизонты поведения человека, т. е. по существу является "опережающим отражением действительности".

Сенситивные периоды – это периоды снижения генетического контроля и повышенной чувствительности отдельных признаков организма к средовым влияниям, в том числе педагогическим и тренерским.

Критические и сенситивные периоды совпадают лишь частично. Если критические периоды создают морфофункциональную основу существования организма в новых условиях жизнедеятельности (например, в переходный период у подростка), то сенситивные периоды реализуют эти возможности, обеспечивая адекватное функционирование систем организма соответственно новым требованиям окружающей среды.

Для тренеров и педагогов, работающих в области физического воспитания и спорта, знание сенситивных периодов чрезвычайно важно, так как один и тот же объем физической нагрузки, количество тренировочных занятий, подходов к снарядам и т. п. лишь в сенситивный период обеспечивают наибольший тренировочный эффект, который в другие возрастные периоды не может быть достигнут. К тому же учет сенситивных периодов необходим при проведении спортивного отбора для правильной оценки состояния организма и особенностей физических качеств спортсмена.

Сенситивные периоды для различных качеств проявляются гетерохронно, т. е. в разное время. Хотя имеются индивидуальные варианты сроков их наступления, все же можно, в среднем, выделить общие закономерности. Так, сенситивный период проявления различных показателей качества быстроты приходится на возраст 11-14 лет и к 15-летнему возрасту достигается его максимальный уровень. Близкая к этому картина наблюдается в онтогенезе и для проявления качеств ловкости и гибкости.

Несколько позже отмечается сенситивный период качества силы. После сравнительно небольших темпов ежегодных приростов силы в дошкольном и младшем школьном возрасте наступает некоторое их замедление в возрасте 11-13 лет. Затем наступает сенситивный период развития мышечной силы в 14-17 лет, когда особенно значителен прирост силы в процессе спортивной тренировки. К возрасту 18-20 лет у юношей (на 1-2 года раньше у девушек) достигается максимальное проявление силы основных мышечных групп. Сенситивный период выносливости приходится примерно на 15-20 лет, после чего наблюдается максимальное ее проявление и рекордные достижения на стайерских дистанциях в беге, плавании, гребле, лыжных гонках и других видах спорта, требующих выносливости.

6.3. УЧЕТ ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В СПОРТИВНОМ ОТБОРЕ

Знание степени наследственных влияний на морфофункциональные особенности человека и его физические качества позволяет в ходе спортивного отбора опираться на те показатели, которые в наибольшей степени находятся под генетическим контролем, т.е. являются наиболее прогностичными и мало изменяемыми в ходе тренировки.

В практике спорта известна роль семейной наследственности. В 50% случаев дети выдающихся спортсменов имеют выраженные спортивные способности, многие братья и сестры показывают высокие результаты в спорте. Если оба родителя – выдающиеся спортсмены, то высокие результаты у их детей могут быть в 70% случаев.

Выраженную внутрисемейную наследуемость имеют показатели скорости выполнения теппинг-теста. Если оба родителя по теппинг-те-

сту попадали в группу "быстрых", то среди детей таких родителей значительно больше было "быстрых" (56%), чем "медленных" (лишь 4%). Если оба родителя оказывались "медленными", то среди детей преобладали "медленные" (71%), а остальные были "средними" (29%).

Оказалось, что внутрисемейное сходство зависит от характера упражнений, особенностей популяции, порядка рождения ребенка в семье.

Более высокие внутрисемейные взаимосвязи присущи скоростным циклическим и скоростно-силовым упражнениям. Изучение архивов в английских закрытых колледжах, где по традиции обучались дети избранных семейств, показало определенное сходство двигательных возможностей детей и родителей в 12-летнем возрасте. Достоверная корреляция была установлена для некоторых морфологических признаков и скоростно-силовых упражнений: длина тела ($r = 0.50$), бег на 50 ярдов ($r = 0.48$), прыжки в длину с места ($r = 0.78$). Однако, корреляция отсутствовала для сложно-координационных движений, таких как метание теннисного мяча, гимнастические упражнения.

Изучению подвергались многие семейные особенности различных функций организма.

Исследования сдвигов легочной вентиляции в ответ на недостаток кислорода (гипоксию) и избыток углекислого газа (гиперкапнию) у взрослых бегунов-стайеров показали, что дыхательные реакции находящихся в хорошей спортивной форме бегунов на длинные дистанции и их не занимающихся спортом родственников были практически одинаковы. При этом они достоверно отличались от более высоких сдвигов легочной вентиляции у контрольной группы лиц, не занимающихся спортом.

Некоторые противоречивые данные внутрисемейного исследования морфологических признаков генетики объясняют влияниями популяционных особенностей. Так, например, имеются различия в характере внутрисемейных генетических влияний на длину тела в разных популяциях: в американской популяции самая высокая взаимосвязь выявлена в парах мать – дочь, затем ее снижение в парах мать – сын, отец – сын, отец – дочь; в африканской популяции снижение корреляции отмечено в другом порядке: от пары отец – сын к парам мать – сын, мать – дочь, отец – дочь.

О внутрисемейных взаимосвязях в отношении умственной работоспособности (по показателю коэффициента интеллектуальности) сообщал Г. Айзенк (1989). По скорости осуществления умственных опера-

ций и решения интеллектуальных проблем показатели усыновленных детей соответствовали умственным способностям их биологических родителей, но не приемных родителей. Эти факты свидетельствовали о наследственной природе данных способностей.

В результате анализа браков двоюродных сестер и братьев установлено снижение умственных способностей у их детей, что демонстрирует отрицательный генетический эффект в семьях близких родственников.

Генетически зависимыми являются многие морфофункциональные признаки, определяющие спортивные способности человека и передающиеся по наследству от родителей (длина тела и конечностей, размеры и объемы сердца и легких, умственная работоспособность, восприятие пространства, способность различать цвета, звуки, слова и многое другое).

Специальный анализ наследования спортивных способностей человека был проведен Л. П. Сергиенко (1993) в 163 семьях спортсменов высокого класса (15 мастеров спорта, 120 мастеров спорта международного класса, 28 заслуженных мастеров спорта – победителей и призеров Олимпийских игр, чемпионатов мира, Европы и СССР).

Оказалось, что чаще всего (66,26%) высокие достижения отмечались в смежных поколениях: дети – родители. При этом не было "пропусков" поколений (как в случае рецессивного типа наследования). Отсюда было сделано предположение о доминантном типе наследования.

Было установлено, что у родителей, братьев и сестер выдающихся спортсменов двигательная активность значительно превышала уровень, характерный для людей обычной популяции. Физическим трудом или спортом занимались 48,7% родителей, в большей мере отцы (29,71%), чем матери (18,99%); более активными были братья (79,41%), чем сестры (42,05%).

У спортсменов-мужчин не было ни одного случая, когда бы мать занималась спортом, а отец не занимался. У выдающихся спортсменов было гораздо больше родственников мужского пола, чем женского, и родственники-мужчины имели более высокую спортивную квалификацию, чем родственницы-женщины.

Таким образом, у мужчин-спортсменов двигательные способности передавались несомненно по мужской линии.

У женщин-спортсменок, в отличие от этого, спортивные способности передавались преимущественно по женской линии.

Выдающиеся спортсмены были преимущественно младшими детьми и рождались, как правило, в семьях с двумя (44,79%) или тремя (21,47%) детьми.

Имеется особая закономерность семейного сходства в выборе спортивной специализации: наибольшее сходство выявлено в выборе занятий борьбой (85,71%), тяжелой атлетикой (61,11%) и фехтованием (55,0%); наименьшее сходство в предпочтении баскетбола и бокса (29,4%), акробатики (28,57%) и волейбола (22,22%).

Выбор адекватного вида спорта, отвечающего интересам и наличным возможностям человека, еще не гарантирует его высоких спортивных достижений. Значительную роль в росте спортивного мастерства играет так называемая тренируемость или спортивная обучаемость спортсмена, т. е. его способность повышать функциональные и специальные спортивные возможности под влиянием систематической тренировки.

Тренируемость спортсмена обеспечивается в совокупности двумя параметрами:

- степень прироста различных признаков организма в процессе многолетней спортивной подготовки и
- скоростью этих сдвигов в организме.

Величина изменчивости отдельных функциональных показателей и физических качеств человека зависит от врожденной нормы реакции, т. е. способности генов, контролирующей эти признаки, реагировать на изменение условий индивидуального развития и факторов внешней среды.

Для одних показателей характерна узкая норма реакции; они, в среднем, незначительно изменяются даже при заметных колебаниях внешних условий, в том числе при длительной тренировке (длина тела, гомеостатические свойства крови, состав мышечных волокон в скелетных мышцах, типологические особенности нервной системы и др.). Другим показателям присуща широкая норма реакции, допускающая значительные изменения в фенотипе (масса тела, количество митохондрий в мышце, показатели внешнего дыхания, многие характеристики кровообращения и др.).

В процессе спортивного отбора необходимо обращать внимание на малоизменяемые показатели, которые имеют наибольшую прогностичность, так как тренировочный процесс их мало затрагивает. Именно эти показатели будут лимитировать спортивные достижения в процессе тренировки.

На протяжении многих лет систематических занятий спортом или профессиональной деятельностью практически не изменяются амплитудно-частотные характеристики электрической активности мозга – электроэнцефалограммы (ЭЭГ), отражающие генетические особенности человека. Это природные свойства индивида с узкой нормой реакции, которые и следует учитывать уже при начальном отборе. Так, например, при отборе спортсменов ситуационных видов спорта, для которых требуется высокое развитие качества быстроты, предпочтительны индивиды с высокой частотой альфа-ритма ЭЭГ. Исследования ЭЭГ высококвалифицированных баскетболистов показали наличие у них высокой частоты этого ритма покоя 11-12 колеб./с., в то время как у лыжников – гонщиков она составляла всего 9-10 колеб./с. В противоположность этому, под влиянием спортивной тренировки существенно изменяются пространственно-временные отношения корковых потенциалов. В коре больших полушарий возникают специфические системы взаимосвязанной активности, отражающие особенности формируемых 'двигательных навыков в избранном виде спорта (Сологуб Е. Б., 1973, 1981, и др.). Эти особенности отражают уровень функциональной подготовленности спортсменов и их следует учитывать на более высоких этапах отбора.

Важным прогностическим признаком является композиция (состав) волокон скелетных мышц. В ходе многолетних занятий спортом у человека отсутствует изменение характерного для него числа медленных и быстрых мышечных волокон, что позволяет отнести этот показатель к числу учитываемых при начальном отборе. Исследования композиции мышечных волокон четырехглавой мышцы бедра показали, что, в среднем, у людей встречаемость медленных (окислительных) волокон I типа составляет 50-60 % от числа всех волокон в данной мышце. Так, например, при длительной тренировке в академической гребле присутствие отдельным индивидам соотношения волокон не изменяются. У гребцов низкой квалификации (I юношеского разряда и I взрослого разряда) количество медленных волокон в 4-главой мышце бедра составляет 44-82 % и у спортсменов высокой квалификации (кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта) – оно находится в тех же пределах: 47-73 % (Афанасьев Ю.И., Кузнецов С.Л., 1991). Вместе с тем имеются субпопуляции (небольшие группы населения) со значительным преобладанием медленных или быстрых волокон. Среди первых следует искать будущих стайеров, а среди вторых – спринтеров.

Аналогично этому, в отношении аэробных возможностей имеются отдельные индивиды с широкой нормой реакции и с узкой нормой

реакции по одному и тому же показателю – величине МПК. Прирост этого показателя у них в процессе тренировки сильно отличается от среднепопуляционных значений – обычно у большинства людей прирост МПК составляет, в среднем, около 30% от исходного уровня. Однако, близнецовые исследования канадских ученых (Bouchard С, 1988, и др.) выявили генетическую зависимость тренируемости при выполнении одинаковой аэробной работы на велоэргометре. У одних индивидов повышение величины МПК достигало за 15-недельный тренировочный цикл 60% и более, таких насчитывалось примерно 5-10 %, а у других прирост за тот же период оказался менее 5%, их было всего 4% от наблюдавшихся лиц. Эти индивидуальные особенности являются врожденными.

В процессе многоступенчатого отбора можно выделять группы спортсменов с гипокинетическим типом реагирования на физические нагрузки (их примерно насчитывают около 21%) и с гиперкинетическим типом реагирования (26%), которые показывают более высокий тренировочный эффект по сравнению с гипокинетической группой (Альварес С., 1993).

Примерно такое же количество высокотренируемых спортсменов обнаружено среди представителей ситуационных видов спорта, обладающих наиболее мощными и высокомобилизуемыми аэробными и анаэробными возможностями: среди волейболисток – 10%, баскетболисток – 18%, футболистов – 33% (Кудашева Л. Р., 1997).

Исследования тактического мышления у высококвалифицированных баскетболистов позволили по степени увеличения способности к переработке информации при решении тактических задач выделить 3 группы спортсменов (Сологуб Е, Б., Бедрина З. Ю., 1990):

– баскетболисты с высокой способностью к обучению (30% от всех наблюдавшихся спортсменов), которые показали за 12 тренировочных занятий прирост пропускной способности мозга (С) на 1.8 бит/с (при среднем исходном уровне пропускной способности во время игровой деятельности С = 2 бит/с);

– баскетболисты со средним уровнем обучаемости (44% спортсменов), прирост С = 1.5 бит/с;

– баскетболисты с низким уровнем обучаемости (26%), прирост С = 1.2 бит/с.

Определены информативные психофизиологические показатели для отбора спортсменов-баскетболистов с высокой обучаемостью решению тактических задач. Они характеризуются низкой тревожнос-

тью (по шкале самооценки Спилбергера – Ханина), высокой критичностью в оценке самочувствия и настроения (по тесту САН) и высокой избирательностью и концентрацией внимания.

Из всех полученных данных можно заключить, что наряду с основной массой лиц, обладающих средними показателями прироста морфофункциональных показателей и спортивных достижений, имеются группы лиц (примерно 10-30 %) с высоким или с низким уровнем прироста этих показателей при тренировке. Поиск высокотренируемых лиц представляет главную задачу при спортивном отборе, для чего необходима разработка информативных физиологических, морфологических, психофизиологических и психологических параметров для каждого избранного вида спорта.

В школе дифференциальной психологии Теплова-Небылицина было выдвинуто представление о свойстве динамичности или обучаемости как первичном свойстве нервной системы – одном из важнейших врожденных свойств, наряду с силой, подвижностью и лабильностью нервных процессов (Небылицын В. Д., 1963-1972). Обучаемость понималась как скорость образования условных рефлексов,

Развитие учения П. К. Анохина о функциональной системе изменило и представление об обучаемости. По определению В. М. Русалова (1989), динамичность или обучаемость – это быстрота формирования новой функциональной системы в организме. В адаптологии возникло представление о формировании в процессе спортивной тренировки функциональной системы адаптации спортсмена к нагрузкам и о роли скорости адаптации (Солодков А. С., 1988).

При этом степень перестройки функций ограничивается генетически определенной нормой реакции каждого человека, т. е. пределами изменчивости различных признаков организма, а скорость – специальными (темпоральными) генами, контролирующими изменение признаков во времени (Джедда Л., 1971).

У каждого индивида активность этих генов имеет собственную хронологию, т. е. систему отсчета времени. Она определяет индивидуальную скорость роста и развития организма, время и продолжительность считывания генетической информации в клеточных ядрах и синтеза в клетках необходимых белков, моменты включения и выключения активности отдельных генов, моменты наступления критических и чувствительных периодов развития отдельных признаков, длительность их протекания, темпы функциональной активности различных систем организма, скорость обучения человека и другие временные парамет-

ры жизнедеятельности. Например, переходный период у одних подростков протекает на протяжении 5-6 лет, а у других за 1.5-2 года. Исследования на близнецах показали генетическую природу обучаемости: при использовании специальных тестов (соединять пары цветных фигур за 30 с): у однойцевых близнецов скорость освоения оказалась одинаковой, а у двухцевых близнецов имелись достоверно большие различия (Vogel F., Motulsky A., 1990).

Следовательно, высокотренируемые и низкотренируемые спортсмены различаются не только по величине сдвига работоспособности, физических качеств и функциональных показателей, но и по скорости изменений всех этих показателей, а соответственно, и по времени достижения высоких спортивных результатов. Величина и скорость развития тренировочных эффектов являются независимыми переменными. По выраженности этих факторов выделяют 4 варианта тренируемости (Коц Я. М., 1986):

- высокая быстрая тренируемость;
- высокая медленная тренируемость;
- низкая быстрая тренируемость;
- низкая медленная тренируемость.

Наличие таких индивидуальных физиолого-генетических особенностей обуславливает необходимость многоступенчатого отбора в процессе многолетней спортивной тренировки.

Дифференциация спортсменов по физиолого-генетическим особенностям создает основу для различного педагогического подхода к их обучению (использование преимущественно методов показа, прочувствования движений для атакующих спортсменов и методов рассказа, объяснений, самоотчетов – для контратакующих), правильного подбора упражнений, выбора адекватного стиля, создания алгоритмов прогнозирования и моделирования успешности соревновательной деятельности.

6.4. КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА И ИХ РОЛЬ В СПОРТИВНОЙ ПРАКТИКЕ

Конституция – это комплекс морфофункциональных особенностей организма, сложившийся на основе наследственных и приобретенных

свойств. Конституционные свойства имеют существенное значение для развития заболевания, варианта клинического течения возникшего заболевания, а также для профилактики данного заболевания.

С понятием конституция тесно связано понятие о предрасположенности к различным заболеваниям. Также необходимо знать, что развитие различных заболеваний при конституционной предрасположенности зависит от взаимодействия самого организма (совокупность внутренних причин заболеваний) и внешней среды (совокупности внешних факторов).

В медицине общепринятой считается классификация типов конституции по М. В. Черноруцкому (1949), согласно которой различают 3 конституционных типа:

- нормостенический;
- астенический;
- гиперстенический.

М. В. Черноруцкий изучил особенности обмена веществ и состояние некоторых внутренних органов у выделенных им конституционных типов.

Астенический тип характеризуются значительным преобладанием продольных размеров тела над поперечными – это высокие, стройные, худощавые со слабо развитой мускулатурой и подкожной жировой клетчаткой, острым эпигастральным углом, низким стоянием диафрагмы, вертикальным положением сердца, повышенной функцией щитовидной железы.

Астеническая грудная клетка у лиц астенического типа телосложения удлинённая, узкая (уменьшены переднезадний и боковой размеры), плоская. Надключичные и подключичные ямки отчетливо выражены. Эпигастральный угол меньше 90. Ребра в боковых отделах приобретают более вертикальное направление, десятое ребро не прикреплены к реберной дуге, межреберные промежутки расширены, лопатки крыловидно отстают от грудной клетки, мышцы плечевого пояса развиты слабо, плечи опущены, грудной отдел больше брюшного. Подкожная жировая клетчатка развита слабо, мускулатура также развита слабо. Суставы – подвижны, отмечается гипермобильность суставов.

Особенности обмена веществ у астенического типа: преобладание процессов диссимиляции над процессами ассимиляцией, склонность к повышению основного обмена и алкалозу.

Гиперстенический тип характеризуется относительным преобладанием поперечных размеров тела – это широкоплечие, коренастые с

относительно короткими конечностями, округлым лицом, короткой шеей и грудной клеткой, тупым эпигастральным углом, горизонтальным положением сердца, пониженной функцией щитовидной железы.

Гиперстеническая грудная клетка у лиц гиперстенического типа телосложения имеет форму цилиндра. Переднезадний размер ее приближается к боковому, надключичные ямки отсутствуют. Эпигастральный угол больше 90° , направление ребер в боковых отделах грудной клетки приближается к горизонтальному, межреберные промежутки уменьшены, лопатки плотно прилегают к грудной клетке, грудной отдел меньше брюшного.

Особенности обмена веществ у гиперстенического типа: преобладание процессов ассимиляции над процессами диссимиляции, склонность к понижению основного обмена и ацидозу.

Нормостенический тип отличается пропорциональностью телосложения и занимают промежуточное положение между астеническим и гиперстеническим типами.

Нормостеническая (коническая) грудная клетка у лиц нормостенического типа телосложения по форме напоминает усеченный конус, основание которого образовано хорошо развитыми мышцами плечевого пояса и направлено вверх. Переднезадний (грудино-позвоночный размер) меньше бокового (поперечного), надключичные ямки выражены незначительно. Эпигастральный угол приближается к 90° . Ребра в боковых отделах имеют умеренно косое направление, лопатки плотно прилегают к грудной клетке и располагаются на одном уровне, грудной отдел туловища по своей высоте примерно равен брюшному отделу.

Особенности обмена веществ у нормостенического типа: равновесие процессов ассимиляции и диссимиляции, показатели обмена веществ и физиологических процессов близки к норме.

Существует взаимосвязь между типом конституции и склонностью к определенным заболеваниям.

Астенический тип конституции предрасполагает к неврозам, артериальной гипотонии, к тяжелому течению туберкулеза легких, к птозу (опущению) органов брюшной полости, язвенной болезни, патологической аменорее, анемии.

Гиперстенический тип конституции предрасполагает к заболеваниям сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца), атеросклерозу, ожирению, сахарному диабету.

Нормостенический тип конституции предрасполагает к заболеваниям верхних дыхательных путей и заболеваниям опорно-двигательного аппарата.

Изучение особенностей телосложения спортсменов является одной из основных задач спортивной антропологии. На морфологические особенности тела спортсменов указывали ещё древние греки. Они знали, какая форма тела больше подходит для занятий тем или иным видом спорта, и даже отмечали особенности строения тела спортсменов, которые могли рассчитывать на победу в олимпийских играх. Однако научное обоснование морфологических особенностей спортсменов относится к первой половине XX в., когда появилась спортивная медицина, в недрах которой и возникла спортивная антропология.

Особого внимания заслуживают исследования В. Кольрауша (1927). Он выделил три основных морфологических типа спортсменов: лептозомный тип – спортсмены со стройной фигурой (бегуны, прыгуны, лыжники); эуризомный тип – спортсмены с широким массивным телосложением (метатели, тяжелоатлеты, борцы); мезозомный тип – спортсмены со средним (промежуточным) строением тела (пловцы, боксёры, представители спортивных игр).

Для каждого типа определена соответствующая характеристика. Так, бегуны на средние и длинные дистанции имеют небольшие поперечные размеры тела, длинные ноги (особенно бёдра), умеренно развитую и эластичную мускулатуру, большую подвижность в тазобедренном суставе. У марафонцев невысокий рост. Лыжники близки к бегунам и несколько приближаются к многоборцам. Упрыгунов длинные ноги (бедро), эластичные мышцы, небольшой вес. Уметателей невысокий рост, сильно развитая мускулатура, большая ширина плеч и таза, большой грудной периметр. Борцы имеют большой вес, хорошо развитую грудную клетку, сильно выраженные мышцы спины и верхних конечностей. У тяжелоатлетов хорошо развитая мускулатура, широкий таз, мало эластичные мышцы. У гимнастов эластичные мышцы, широкие плечи, большой грудной периметр, небольшие вес и рост. Многоборцы имеют высокий рост, большой вес. У них, как правило, хорошо развиты такие качества, как быстрота, сила, выносливость. У футболистов преимущественно развиты мышцы ног при относительно меньшем развитии мышц верхних конечностей. У гребцов равномерно развиты мышцы туловища и верхних конечностей, а у велосипедистов – мышцы бедра. Боксёры и пловцы подобны многоборцам.

Как известно, разные виды спорта предъявляют к организму спортсмена требования различного характера. Наиболее совершенному

выполнению разнообразных высококоординированных двигательных актов способствуют совершенно разные морфологические особенности. Поэтому идеальные типологические черты легкоатлета не будут идеальными для тяжелоатлета, борца, пловца и др.

Произвести конституциональную диагностику спортсменов довольно трудно, так как конституциональный габитус у многих спортсменов часто выходит за пределы тех форм, которые предусматривают схемы, предназначенные не для спортсменов. Необходимо также отметить, что типы значительного числа спортсменов оказываются неопределёнными. Так, например, бывают случаи, когда плоская грудная клетка сочетается с сильной мускулатурой или округлым выпуклым животом, сутулая спина – с сильной мускулатурой и т.д.

Наиболее характерными конституциональными типами для спортсменов можно считать следующие: у баскетболистов – грудной (25%) и грудно-мускульный (20%); у гимнастов – мускульный (51%) и грудно-мускульный (14%); у борцов лёгкого веса – мускульный (26%), грудно-мускульный (22%) и мускульно-грудной (18%); у борцов среднего веса – мускульный (31%) и мускульно-брюшной (27%); у борцов тяжёлого веса – мускульный (44%), мускульно-брюшной (31%) и брюшно-мускульный (19%); у тяжелоатлетов тяжёлого веса – брюшной (32%), брюшно-мускульный (26%) и мускульно-брюшной (23%).

Для легкоатлетов и пловцов наиболее характерен мускульный тип конституции (по В.В. Бунаку) б среди спринтеров – 84,4%, пловцов – 75%, метателей – 61,3%. Грудно-мускульный тип в основном свойственен бегунам на длинные и средние дистанции (соответственно 42,4 и 22,5%). Сравнительно редко он встречается среди бегунов на короткие дистанции (17,4%). Мускульно-брюшной тип конституции отмечается только у метателей (35,3%) и пловцов (10,5%). Среди них же есть спортсмены с брюшно-мускульным типом конституции (3,2 и 1,3%).

Большое значение для характеристики телосложения спортсменов имеет количественная оценка изучаемых признаков. Такой оценкой может являться состав тела человека, под которым понимается количественное соотношение метаболически активных и малоактивных тканей. К метаболически активным тканям относят мышцы, кости, внутренние органы, нервную систему, а к малоактивным – подкожные и внутренние жировые отложения.

Изучение состава тела спортсменов позволяет более полно характеризовать и оценивать режим их деятельности а также динамику восстановительных процессов, особенно в тех видах спорта, где есть

весовые категории. Знание изменений состава тела, характеризующих направленность и интенсивность окислительно-восстановительных процессов, может способствовать обоснованию подбора соответствующих физических упражнений, доступных для лиц различных возрастно-половых групп.

У спортсменов наблюдаются иные показатели. Так, относительная мышечная масса у борцов всех весовых категорий почти одинакова и составляет 48% веса тела, жировая ткань увеличивается от наилегчайшего веса (8,8%) к тяжёлому (15,15%). При этом у квалифицированных спортсменов её меньше, чем у менее подготовленных. Костный компонент у спортсменов весовых категорий до 52 кг варьирует незначительно (15,98%), у спортсменов же тяжёлых весовых категорий он уменьшается до 12,4%. У борцов наилегчайшего веса костный компонент больше, чем у борцов тяжёлых весовых категорий.

В некоторых видах спорта мышечную массу можно рассматривать как фактор, неблагоприятно влияющий на результативность спортсмена. Например, чрезмерное развитие мышечной массы в области пояса верхних конечностей затрудняет достижение высоких показателей прыгунам, бегунам. У копьеметателей, толкателей ядра, а также у борцов, боксёров и тяжелоатлетов тяжёлых весовых категорий увеличение мышечной массы, наоборот, повышает силовые возможности.

Анализ состава тела тяжелоатлетов показывает, что с повышением спортивного мастерства количество жирового компонента у них уменьшается, а количество мышечной массы увеличивается. Так, если у спортсменов I разряда в полутяжёлой весовой категории жировой компонент составляет 16,5%, то у мастеров спорта – 13,6%, а мышечная масса (соответственно) 47,1 и 49,1%. Интересно, что результативность в жиме связана в большей степени с мышечной массой верхних конечностей, а в толчке и рывке – с мышечной массой нижних конечностей. В табл. 11 для сравнения приводятся данные состава веса тела тяжелоатлетов по весовым категориям.

Относительное содержание жирового компонента у лыжников составляет 7,24%, у пловцов – 10,5%, у футболистов – 9,7%, а у лиц, не занимающихся спортом, – 17,4%; относительное количество активной массы тела лыжников составляет 92,7%, у пловцов – 89,4%, у футболистов – 90,3%, у неспортсменов – 82,6%. В табл. 12 сопоставлены относительные показатели основных компонентов веса тела гимнастов, баскетболистов и волейболистов. Согласно приведённым данным, компоненты состава тела у этих спортсменов выражены неодинаково.

Неодинакова у спортсменов различных специализаций и локализация мускулатуры (например, у гимнастов наиболее развиты мышцы верхних конечностей, особенно мышцы плеча, у волейболистов – мышцы предплечья). В пределах каждой спортивной специализации можно определить основные требования к развитию отдельных специфических для данного вида спорта групп мышц.

Форма грудной клетки у спортсменов, занимающихся разными видами спорта, также неодинакова, что обусловлено различным развитием мышц, фиксирующихся на грудной клетке.

Передняя брюшная стенка, характеризующая форму живота, у гимнастов, баскетболистов и волейболистов прямая, мускулистая.

Конституциональные особенности человека создают определённые предпосылки к выполнению физических упражнений и поэтому должны учитываться при спортивной ориентации и отборе детей для занятий в секциях, при индивидуализации спортивной тренировки. Однако при этом следует допускать известную коррекцию конституциональных типов человека в процессе его индивидуального развития. Это особенно повышает роль физической культуры и спорта в жизни детей, так как именно в детском возрасте закладываются основы гармоничного развития личности.

Каждый человек обладает сугубо индивидуальным, неповторимым сочетанием психологических особенностей. К ним прежде всего относятся особенности протекания психических процессов, темперамент, характер, совокупность преобладающих чувств и мотивов деятельности. Все эти так называемые личностные качества в значительной мере могут определять выбор спортивной специализации.

Главенствующее, во многом определяющее значение для психического склада личности в целом имеют типологические особенности нервной системы. Приспособление организма человека к различного рода воздействиям внешней среды всецело обеспечивается нервной системой. Понятно, что различные виды спорта предъявляют неодинаковые требования к нервной системе.

Основными показателями нервной системы являются следующие ее свойства: сила, подвижность, динамичность и уравновешенность.

Сила нервной системы характеризуется способностью выдерживать длительное или очень сильное возбуждение, не переходя в запретное торможение, и проявляется в пределе работоспособности. Сила нервной системы определяется, таким образом, ее функциональной выносливостью, а также способностью концентрации процесса

возбуждения (например, способность сопротивляться действию раздражителей, посторонних для основной деятельности; способность не отвлекаться при выполнении какой-либо работы).

Подвижность нервных процессов выражается в способности нервной системы к переходу из возбужденного состояния в тормозное и наоборот. Данное свойство может характеризоваться, таким образом, способностью переключаться с выполнения одного двигательного действия на выполнение другого.

Динамичность нервных процессов – это свойство нервной системы, определяющее ее способность к формированию реакций, адекватных условиям опыта, способность к научению в широком смысле этого слова, динамичность прежде всего может характеризоваться способностью к овладению осваиваемым материалом и имеет особое значение для педагогики вообще и физического воспитания, спорта в частности.

Уравновешенность (баланс) нервных процессов выражается в том, насколько уравновешены у человека процессы возбуждения и торможения. В свете современных взглядов уравновешенность считается вторичным по отношению к названным выше свойством нервной системы. Рассмотренные свойства и определяют, таким образом, тип нервной системы.

Исходя из представления И. П. Павлова, получившего на сегодняшний день общее признание, на основании сочетания показателей силы, подвижности и уравновешенности выделяются четыре основных типа нервной системы:

- 1) сильный неуравновешенный (с преобладанием силы процесса возбуждения);
- 2) сильный уравновешенный подвижный;
- 3) сильный уравновешенный инертный;
- 4) слабый.

Эти типы нервной системы лежат в основе соответственно четырех традиционных типов темпераментов: холерического, сангвинического, флегматического и меланхолического.

Считается, что типологические особенности нервной системы у человека являются врожденными и мало поддаются изменениям в процессе жизни. В то же время именно тип нервной системы обуславливает протекание всех психических процессов – ощущения, восприятия, внимания, мышления, речи, чувств, воли, – имеющих чрезвычайно важное значение во всех сферах жизнедеятельности человека, в том числе и спортивной.

Свойства нервной системы оказывают непосредственное влияние и на ряд факторов, определяющих успешность спортивной деятельности. Так, говоря о физических качествах, следует отметить, что для эффективной скоростной работы необходимыми условиями являются высокая подвижность нервных процессов и преобладание возбуждения над торможением. Для проявления выносливости наиболее выгодны уравновешенность, меньшая подвижность нервной системы при высоком уровне ее силы. Ловкость, особенно проявляющаяся в видах спорта с быстрой сменой ситуаций (спортивные игры, бокс, борьба и др.), немыслима без высокой степени подвижности нервных процессов.

Для овладения техникой двигательных действий первостепенное значение имеет динамичность нервных процессов. При этом следует иметь в виду, что степень сложности техники, ее роль в различных видах спорта неодинаковы. Неодинаковы и требования к тем психическим процессам, которые обуславливают успешность овладения техникой. Наибольшее значение динамичность нервных процессов имеет в тех видах спорта, в которых техника имеет самостоятельное значение (спортивная гимнастика, художественная гимнастика, акробатика, прыжки в воду, фигурное катание на коньках и т.п.). Здесь особые требования предъявляются к таким психическим процессам, как ощущение, память, мышление. С учетом того, что одно двигательное действие сменяется другим, первостепенное значение в этих видах (как, впрочем, и в спортивных играх, боксе, борьбе) имеет и подвижность нервных процессов, в то время как в овладении техникой и ее совершенствовании в циклических видах спорта роль подвижности не столь велика.

Проведя диагностику типологических особенностей ребёнка (свойств его нервной системы), можно давать рекомендации по направлению его в конкретный вид спорта.

В видах спорта, где быстрое действие является одним из главных факторов, определяющих успех спортивной деятельности, спортсмены в большинстве случаев имеют слабую нервную систему, подвижность нервных процессов, преобладание возбуждения или уравновешенность по "внешнему" балансу. Такое сочетание выявлено у легкоатлетов, рапиристов, акробатов, спринтеров-велосипедистов, у игроков в настольный теннис.

В видах спорта, требующих выносливости и устойчивости к монотонии, у большинства спортсменов имеются такие типологические осо-

бенности: слабая или средняя сила нервной системы, инертность нервных процессов, уравновешенность или преобладание торможения по "внешнему" балансу.

В технически сложных видах спорта (спортивная гимнастика, лёгкоатлетические прыжки и метания, барьерный бег, прыжки на лыжах) преобладают спортсмены с уравновешенностью нервных процессов по "внешнему" балансу и инертностью нервных процессов, т.е. особенностями, обеспечивающими точность движений и хорошую двигательную память.

В видах спорта, требующих проявления скоростной выносливости (например, бег на 400 м.), большинство спортсменов имеют сильную нервную систему, среднюю подвижность нервных процессов, преобладание возбуждения по "внутреннему" балансу, т.е. типологию, способствующую проявлению терпеливости к утомлению.

В игровых видах спорта дифференциация спортсменов по типологическим особенностям проявления свойств нервной системы выражена хуже. Общим является преобладание подвижности нервных процессов. Можно сказать, что в спортивных играх хорошо себя чувствуют спортсмены с любой типологией, всё зависит от того, на какое амплуа они попадают. Например, нападающие в футболе будут иметь типологический комплекс, присущий спринтерам. Полузащитники обладают типологией, связанной с проявлением выносливости, особенно скоростной.

В заключение необходимо отметить, что не бывает плохих или хороших типологических особенностей. Всё зависит от того, насколько своевременно определяются эти особенности у спортсмена, чтобы помочь ему выбрать наиболее подходящий вид спортивной деятельности.

Литература

1. Аверьянов В. С. Физиологическое нормирование в трудовой деятельности. – Л., 1988. – 223 с.
2. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Проблемы адаптации и учение о здоровье: учеб. пособие. – М.: РУДН, 2006. – 284 с.
3. Агаджанян Н. А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 312 с.
4. Амосов Н. М., Бендет Я. А. Физическая активность и сердце. – Киев: Здоровье, 1989. – 318 с.
5. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975. – 182 с.
6. Аулик И. В. Как определить тренированность спортсмена. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 215 с.
7. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и в спорте. – М.: Медицина, 1979. – 280 с.
8. Барановский, А.Ю., Назаренко Л.И. Основы питания россиян : Справочник. – СПб. : Питер, 2007. – 528 с.
9. Батуев А.С. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: учебник / А. С. Батуев. – СПб. : Питер, 2005. – 317 с.
10. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. – М.: Советский спорт, 2005. – 312 с.
11. Вайнбум Я. С. Дозирование физических нагрузок школьников. – М.: Просвещение, 1991. – 190 с.
12. Верхошанский Ю. В. Влияние силовых нагрузок на организм в процессе его возрастного развития. – М., 1989. – 235 с.
13. Волков В.М., Семкин, А.А. Резервы спортсмена: метод пособие. – Мн.: ИПП Госэкономплана РБ, 1993. – 92 с.
14. Городничев Р.М. Физиологические основы координационных способностей спортсменов: учебное пособие – Великие Луки: ВФ МО-ГИФК, 1991. – 28 с.
15. Городниченко Э. А. Физиология статических напряжений: учебное пособие. – Смоленск: СГИФК, 1987. – 71 с.

16. Городниченко Э.А. Особенности кровообращения при статической мышечной деятельности: Лекция для студентов институтов физической культуры. – Смоленск: СГИФК, 1994 – 28 с.
17. Готовцев П.И., Дубровский В.И. Самоконтроль при занятиях физической культурой. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – 175 с.
18. Готовцев П.И., Дубровский В.И. Спортсменам о восстановлении. – М.: Физкультура и спорт, 1981. – 152 с.
19. Држевецкая Н.А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной системы. – М.: Высшая школа, 1983. – 272с.
20. Држевецкая Н.А. Эндокринная система растущего организма. – М.: Высшая школа, 1987.
21. Дроздова Т.М. Физиология питания: учебник / Т.М. Дроздова, П.Е. Влощинский, В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 352с.
22. Дубровский В.И. Спортивная медицина. – М.: Владос, 1998. – 408 с.
23. Дубровский В.И. Спортивная физиология. – М.: Владос, 2005. – 605 с.
24. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. – М.: Высшая школа, 1995. – 462 с.
25. Жук О. Л. Основы педагогики / О.Л. Жук, И.И. Казимирская, А.И. Жук, Е.А. Коновальчик. – Мн., 2003. – 54 с.
26. Карпман В.И., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.: Физкультура и спорт, 1998. – 408 с.
27. Келина Н.Ю. Физиология человека: конспект лекций / Н.Ю. Келина, Н. В. Безручко. – Пенза, 2005. – 144 с.
28. Котляр Б.И. Физиология центральной нервной системы / Б.И. Котляр, В.В. Шульговский. – М.: Медицина, 1979. – 360 с.
29. Коц Я.М. Спортивная физиология. – М.: Физкультура и спорт, 1986.
30. Коц Я.М. Физиология мышечной деятельности. – М.: Физкультура и спорт, 1982.
31. Кучкин С.Н. Практикум по физиологии: методические рекомендации. – Волгоград: ВГИФК, 1992. – 47 с.
32. Ланда Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности: учебное пособие. – М.: Советский спорт, 2004. – 185 с.
33. Логинов А.В. Физиология с основами анатомии человека / А.В. Логинов. – М.: Медицина, 1983.

34. Лях В.И. Координационные способности школьников. – Минск: Польша, 1989,– 158 с.
35. Матвеев Л.П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов. – Киев: Олимпийская литература, 1999. – 540 с.
36. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина. 1988. – 256 с.
37. Мильнер Е.Г. Медико-биологические основы массовой физической культуры. – Смоленск: Смоленский ГИФК, 1990. – 79 с.
38. Монах Р., Глессон М., Гринхафф П. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 480 с
39. Нормальная физиология: учебник для студентов ун-тов / под ред. А.В. Коробкова. – М.: Высш. Школа, 1980. – 560 с.
40. Орлов Р.С., Ноздрачев А.Д. Нормальная физиология. – М.: ГЭО-РАТ-Медиа, 2005. – 296 с.
41. Основы физиологии человека: учебник : в 2 т. / под ред. Б.И. Ткаченко. – СПб.: Межд. Фонд истории наук, 1994.
42. Основы физиологии человека: метод. указания к практическим работам / сост. Л. М. Хурнова. – Пенза, 2003. – 12 с.
43. Основы физиологии человека: Учебник для высших учебных заведений / под ред. Б.И.Ткаченко. – СПб.: Международный фонд истории науки, 1994., Т.2. – 412 с.
44. Павлоцкая Л.Ф. Физиология питания. – М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.
45. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 584 с.
46. Практикум по физиологии спорта: учебное пособие / Синайский М.М., Соколова Е.И., Лактионова Т.И. – Малаховка: МОГИФК, 1994. – 53 с.
47. Прокофьева В.Н. Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по физиологии физического воспитания и спорта: учебно-методическое пособие для вузов / В.Н.Прокофьева. – М.: Советский спорт, 2005. – 164 с.
48. Сейфулина Г.В., Морозова Т.П. Возрастная анатомия, физиология и гигиена (профессиональная переподготовка): учебное пособие. – Ставрополь, 2017. – 135 с.
49. Семкин А.А. Физиологическая характеристика различных по структуре движения видов спорта (механизмы адаптации): научное издание / А.А. Семкин – Минск: Польша, 1992.– 190 с.

50. Сердюков О. Э. Практикум по физиологии физического воспитания и спорта. – Белгород, 1998. – 55 с.
51. Смирнов В. М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. – М.: 2000. – 380 с.
52. Смирнов В. М., Дубровский В. И. Физиология физического воспитания и спорта. – М.: Владос, 2002. – 480 с.
53. Смирнов Н. К. Здоровьесберегающие образовательные технологии и психология здоровья в школе. – М.: АРКТИ, 2006. – 320 с.
54. Смирнов, В. М. Физиология физического воспитания и спорта: учебник для студентов средних и высших учебных заведений / В. М. Смирнов, В. И. Дубровский. – М.: Владос – Пресс, 2002. – 608 с.
55. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная.– М.: Тера-спорт, Олимпия Пресс, 2005.– 528 с.
56. Солодков, А.С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам: Лекция / ГДОИФК им. П.Ф.Лесгафта. – Л., 1988. – 38 с.
57. Спортивная физиология / Под ред. Я.М.Кода. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 240 с.
58. Спортивная физиология: учебник для ин-тов физ. культуры/ под общей редакцией Я.М. Коца – М.: Физкультура и спорт, 1986.– 240 с., ил.
59. Теория и методика физической культуры. / Под ред. проф. Ю. Ф. Курамшина. – 2 изд., испр. – М.: Советский спорт, 2004. – 463 с.
60. Тинькова Е.Л., Сейфулина Г.В. Медико-биологические основы дефектологии: учебное пособие. – Ставрополь, 2018. – 160 с.
61. Тристан, В.Г. Двигательная активность, временная регуляция жизнедеятельности и уровень здоровья человека. – Омск: СибГАФК, 1994. – 144 с.
62. Тристан, В.Г. Роль биоритмов в занятиях физической культурой и спортом: Учебное пособие. – Омск: ОГИФК, 1989. – 64 с.
63. Уилмор, Д.Х., Костилл, Д.Л. Физиология спорта: – Киев: Олимпийская литература, 2001.
64. Фарфель, В. С. Физиология спорта / В. С. Фарфель. – 1966. – 384с.
65. Физиологическое тестирование спортсмена высшего класса. / Под ред. Дж. Дункана, Мак-Дугала, Горварда Э. Уэнгера, Горварда Дж. Грана. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 350с.
66. Физиология высшей нервной деятельности: хрестоматия. – М.: 1999. – 336 с.

67. Физиология мышечной деятельности / под ред. Я. М. Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
68. Физиология человека / под ред. В. М. Смирнова. – М. : 2001.
69. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – М. : Медицина, 1985. – 544 с.
70. Физиология человека / под общ. ред. В. И. Тхоревского. – М.: Физкультура, образование, наука, 2001. – 492 с.
71. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М.: Физкультура и спорт, 1975. – 380 с.
72. Физиология человека: В 3 т. / пер. с англ.; под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М., 1996. – 280 с.
73. Физиология человека: учеб. (курс лекций) / под ред. Н.А. Агаджаняна, В.И. Циркина. – СПб.: СОТИС, 1998. – 516 с.
74. Физиология человека: учебник для вузов физ. культуры и факультетов физ. воспитания педагогических вузов / под общ. ред. В.И. Тхоревского. – М.: Физкультура, образование и наука, 2001. – 492 с.
75. Физическая культура студента / под ред. В. И. Ильинича. – М.: Гардарики, 2005. – 447 с.
76. Филин В. П. Основы юношеского спорта / В.П. Филин, Н.А. Фомин. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 127 с.
77. Фомин Н.А., Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 385 с.
78. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта. – М.: Академия", 2002. – 479 с.

Словарь терминов

Адаптация – процесс приспособления организма к меняющимся условиям среды.

Адаптированность – способность выполнять физическую работу с меньшими энергетическими затратами организма.

Адекватный раздражитель (приравненный) – раздражитель, запускающий специфические для каждого анализатора физико-химические процессы рецепторной зоны, которые преобразуют соответствующий вид энергии внешнего воздействия в паттерны (рисунки) электрической активности. Адекватным раздражителем для фоторецепторов является свет, для мышц – нервный импульс.

Афферентные нейроны – (чувствительные или центроостремительные) передают информацию от рецепторов в ЦНС.

Афферентация – поток нервных импульсов, поступающих от экстеро- и интерорецепторов в структуры центральной нервной системы.

Артериальное давление – давление крови на стенки артерий, изменяется в зависимости от цикла сокращения сердца. Оно зависит от силы сокращения сердца, притока крови в артериальную систему, состояния стенок сосудов, вязкости крови и многих других факторов. Различают артериальное давление систолическое (максимальное), диастолическое (минимальное) и пульсовое.

Боевая готовность – наилучший психологический настрой и функциональная подготовленность организма к работе, обеспечивающий оптимальный уровень физиологических сдвигов, превышение концентрации норадреналина над адреналином, оптимальное усиление ЧСС и глубины дыхания, укорочение времени двигательных реакций.

"Большое сердце" – увеличение объема сердца при спортивной деятельности, способствующее увеличению сердечного выброса и замедлению ЧСС в покое.

Быстрота – это способность совершать движения в максимальный для данных условий отрезок времени.

Брадикардия спортивная – урежение сердечных сокращений.

Велоэргометр – техническое устройство для тренировки или тестирования людей, занимающихся физической культурой и спортом.

Возбуждение – реакция некоторых тканей организма (нервной, мышечной) на раздражение путем изменения физико-химических свойств мембраны и цитоплазмы клеток. В широком смысле – изменение параметров организма в ответ на раздражение в сторону увеличения двигательной активности, учащения сердечных сокращений и т.д.; усиление психической и двигательной активности.

Вегетативная нервная система – часть нервной системы, иннервирующая и регулирующая деятельность внутренних органов, кожу, гладкую мускулатуру, железы внутренней секреции, мозг. В ней различают парасимпатическую и симпатическую нервную систему. Эти отделы имеют различия в структуре, в медиаторах (симпатическая – адреналин, парасимпатическая – холиноподобные вещества), в некоторых функциях выступают в качестве антагонистов. Функцией парасимпатического отдела считают обеспечение процессов, стабилизирующих внутреннюю среду организма (тонические реакции). При изменениях условий функционирования включается симпатический отдел (физические реакции).

Вентиляция легких – процесс обновления газового состава альвеолярного воздуха, обеспечивающий поступление кислорода и выделение избыточного углекислого газа из организма. Интенсивность вентиляции легких (ВЛ) определяется величиной вдоха и частотой дыхательных движений. Наиболее информативным показателем ВЛ служит минутный объем воздуха, оцениваемый по объему выдыхаемого за определенный отрезок времени воздуха.

Восстановление – процесс, происходящий в организме человека после прекращения работы и заключающийся в постепенном переходе физиологических функций к исходному состоянию.

Врабатываемость – свойство отдельных функциональных систем и организма в целом повышать уровни функционирования в начале работы в соответствии с ее характером и интенсивностью.

Врабатывание – постепенный переход физиологических функций в начале работы на новый функциональный уровень, необходимый для успешного выполнения заданных рабочих действий.

"Второе дыхание" – состояние, наступающее после острого утомления, проявившегося в начальном периоде интенсивной мышечной работы и характеризующееся улучшением самочувствия и повышением работоспособности.

Выносливость – способность человека длительно выполнять специализированную работу в заданном режиме без снижения эффективности ее работы.

Гарвардский степ-тест (ГСТ) – двигательный тест для определения адаптации организма к субмаксимальной нагрузке.

Гемоглобин – "дыхательный шарик" крови, содержащийся в эритроцитах. Г. способен связывать кислород и углекислый газ, обеспечивает внутреннюю фазу дыхания – газообмен. Г. присоединивший кислород – оксигемоглобин, окрашивает артериальную кровь в алый цвет. Г. с углекислым газом – восстановленный гемоглобин (карбогемоглобин), окрашивает венозную кровь в темно-красный цвет.

Гетерохронность восстановления обеспечивает одновременное протекание различных восстановительных процессов, обеспечивает оптимальную деятельность целостного организма.

Гипертонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку характеризуется значительным увеличением ЧСС и АДС. АДД может повыситься. Время восстановления замедлено.

Гипотонический (астенический) тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку отличается выраженной

тахикардией при крайне незначительном повышении АДС и замедленным восстановлением.

Гипертрофия спортивная – увеличение размеров органа, связанное с ростом его специфической ткани, что, как правило, сопровождается повышением функциональных возможностей организма.

Гибкость – способность совершать движения в суставах с большой амплитудой.

Гипоксия – пониженное содержание кислорода в тканях или крови (гипоксемия).

Гипотония спортивная – снижение артериального давления в покое.

Гликонеогенез – процесс синтеза глюкозы из лактата, других промежуточных продуктов – пировата, глицерина, безазотного остатка аминокислот.

Гомеостаз (греч. *haima* – относящийся к крови + *stasis* – застой) – сложная система приспособительных механизмов, обеспечивающая текучесть крови в сосудах и свертывание ее при нарушении их целостности.

Гуморальная регуляция – регуляция жизнедеятельности органов и систем, осуществляемая биологически активными веществами, растворенными в жидких средах организма.

Гормон – биологически активное вещество, выделяемое в кровь железами внутренней секреции.

Долговременная адаптация к физическим нагрузкам образуется постепенно на фоне многократной реализации срочной адаптации. В результате адаптированный организм может выполнить недостижимую ранее интенсивную физическую нагрузку.

Диастолическое артериальное давление (ДАД) – давление в крупных артериальных сосудах во время диастолы сердца. Величина ДАД зависит от состояния тонуса стенок артериальных сосудов, определяющих общее периферическое сопротивление сосудов, и мало зависит от изменений ударного объема крови (УОК).

Дистонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку сопровождается "феноменом бесконечного тона" (снижение АД до нуля), значительным увеличением АДС.

Доминанта – господствующий очаг возбуждения в ЦНС, определяющий текущую деятельность организма (А.А. Ухтомский, 1923).

Кислородный долг – разность между потребностью кислорода и его потреблением составляет энергию, получаемую в результате анаэробного распада.

Лабильность – скорость протекания процесса возбуждения в нервной и мышечной ткани.

Ловкость – способность создавать новые двигательные акты и двигательные навыки, быстро переключаться с одного движения на другое при изменении ситуации.

Максимальное потребление кислорода (МПК) – показатель мышечной деятельности организма в аэробных (кислородных) условиях, т. е. максимальное количество кислорода, которое может быть доставлено ткани за одну минуту при интенсивной работе.

Минутный объем крови (МОК, минутный объем сердца, сердечный выброс) – количество крови, перекачиваемое сердцем за минуту, является основным показателем мощности совершаемой сердцем работы. Вычисляется как произведение ударного объема крови (УОК) на частоту сердечных сокращений (ЧСС). При физических нагрузках одновременно растут ЧСС и УОК (в некоторых случаях может отмечаться достаточно независимые изменения этих показателей), что ведет к значительному возрастанию МОК.

Минутный объем легких (МОЛ) – объем воздуха, проходящий через легкие в течение 1 минуты. Рассчитывается умножением частоты дыхательных движений (ЧДД) на дыхательный объем (ДО). У мужчин МОЛ равен в среднем 7000 мл, у женщин – 6000 мл, при нагрузке увеличивается в 3 – 5 раз.

Метаболиты – вещества, образующиеся в организме в результате различных биохимических реакций в процессе обмена веществ.

"Мертвая точка" – наступает в результате дискоординации вегетативных и двигательных функций, нарастает кислородный долг, содержание лактата в крови, наблюдается нарушение сердечного ритма, уменьшается ЖЕЛ, падает работоспособность.

Номограмма – график геометрических величин, применяемый при различных расчетах.

Нормотонический тип реакции – сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку характеризуется адекватным увеличением ЧСС и пульсового давления и оптимальным временем восстановления.

Нервный центр – совокупность нервных клеток, необходимых для осуществления какой-либо функции.

Обмен веществ (метаболизм) (от греч. metabole – изменение, превращение) – совокупность химических и физических превращений, происходящих в организме и обеспечивающих его жизнедеятельность во взаимосвязи с внешней средой. Состоит из процессов ассимиляции и диссимиляции.

Обратная связь (биофидбек) – воздействие результатов функционирования какой-либо системы на дальнейший характер деятельности этой системы.

Отрицательная обратная связь – выходной сигнал уменьшает входной, активация какой-либо функции подавляет механизмы регуляции, усиливающие эту функцию. Является основой гомеостатического регулирования.

Оптимум – минимальная физиологическая стоимость проявлений жизнедеятельности. Оптимальное физиологическое состояние возникает, когда функциональное состояние организма позволяет обеспечить необходимое качество деятельности (жизнедеятельности) с достаточным функциональным резервом регуляторных и исполнительных систем организма без ущерба для организма.

ПАНО – порог анаэробного обмена.

Поза – закрепление частей тела в определенном положении, обеспечивая поддержание заданного угла или необходимого напряжения мышц.

Предстартовая апатия – недостаточный уровень возбудимости ЦНС, невысокие изменения в состоянии скелетных мышц и вегетативных функций, подавленность и неуверенность в своих силах.

Предстартовая лихорадка – повышенная возбудимость мозга, нарушение межмышечной координации, излишние энергозатраты, избыточные кардиореспираторные реакции.

Пульс – толчкообразные колебания стенок кровеносных сосудов, сердца и прилегающих к ним тканей, вызываемые сокращением сердца. Различают артериальный, венозный и сердечный толчок. Обычно пульс определяется кончиками пальцев руки (пальпаторно) на запястье человека (лучевая артерия). Оцениваются: частота, ритм, накопление, напряженность, высота. Ритм и частота пульса в широком смысле слова аналогичны ритму и частоте сердечных сокращений.

Пульсовое артериальное давление (ПАД) – является разницей между систолическим артериальным давлением (САД) и диастолическим артериальным давлением (ДАД) и зависит от величины систолического выброса – ударного объема крови (УОК). При физических нагрузках величина ПАД обычно возрастает, так как САД увеличивается в большей степени, чем ДАД. Величина ПАД должна возрастать до определенного предела вместе с нагрузкой. У здорового человека ПАД равняется 40-55 мм рт.ст.

Перетренированность – это патологическое состояние организма спортсмена, вызванное прогрессирующим развитием переутомления вследствие недостаточного отдыха между тренировочными нагрузками.

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

Реабилитация (от лат. *rehabilitatio* – восстановление) – лечебно-восстановительные мероприятия. Медицинская реабилитация – комплекс мероприятий по восстановлению утраченных или ослабленных функций организма в результате повреждений, заболеваний или функциональных расстройств; спортивная реабилитация – восстановление организма после тренировочных (соревновательных) нагрузок (перегрузок).

Резистентность – устойчивость организма к воздействию различных повреждающих факторов среды, реализуемая на основе общебиологического принципа гомеостаза.

Рецепторы – конечные специализированные образования, которые предназначены для восприятия энергии раздражителя и трансформации ее в специфическую активность нервной клетки.

Рефлекс – ответная реакция организма на внешнее раздражение, осуществляемая с участием нервной системы. Все рефлексы на условные и безусловные, которые в свою очередь различаются по характеру афферентных сигнальных раздражителей, по локализации реагирующих (эфферентных) систем, по локализации центрального управляющего звена и т.д. Реализуется с помощью "рефлекторной дуги": рецептор, афферентная и эфферентная части; дуга замыкается системой обратной связи. Упрощенные представления о рефлекторной дуге (И.П.Павлов и его школа) "эволюционировали" в функциональную систему (П.К.Анохина).

Рефлекс безусловный – реакция организма на адекватное раздражение рецепторов (не требующая для возникновения и проявления особых условий – безусловная).

Рефлекс условный – временная связь, вырабатываемая путем сочетания условного и безусловного раздражителей. У.р. осуществляется высшими отделами мозга и основывается на временных связях, образующихся между определенными нервными структурами в индивидуальном опыте животного и человека.

Сила мышечная – способность человека преодолевать внешнее сопротивление с помощью мышечных усилий.

Стресс (англ. stress) – состояние напряжения, возникающее у человека под влиянием сильных воздействий. Стресс – это общая неспецифическая нейрогормональная реакция организма на любое предъявляемое ему требование. При любом воздействии различных экстремальных факторов, как физических (жара, холод, травма и др.), так и психических (конфликт, радость, опасность и др.), в организме возникают однотипные биохимические изменения, направленные на преодоление действия этих факторов путем адаптации организма к предъявляемым требованиям.

- Срочная адаптация** к физическим нагрузкам проявляется выраженной реакцией организма в виде активизации множества физиологических функций. Цена адаптации может быть чрезвычайно высокая.
- Ступенчатый тип реакции** сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку характеризуется повышением АДС в восстановительном периоде.
- Суперкомпенсация** – восстановление энергетики и работоспособности, превышающие исходные значения.
- Тест** – неспецифическое упражнение, выполнение которого тесно связано с основным упражнением или двигательным навыком.
- Тетанус** – длительное сокращение мышцы, возникающее в ответ на ритмическое раздражение. Различают два вида тетануса: гладкий и зубчатый.
- Тонус** – постоянное незначительное напряжение мышц, не сопровождающееся признаком утомления.
- Тренировка** – совокупность упражнений, направленных на выработку защитно-приспособительных реакций организма, его адаптацию к условиям тренировки.
- Тренированность** – способность человека адаптироваться к условиям тренировки, повышая уровень функционального состояния.
- Утомление** – сложный психофизиологический процесс временного снижения работоспособности, вызванный расстройством координационной функции ЦНС в результате работы.
- Функциональная система** – наследственно-закрепленная, регулируемая система органов и тканей (кровообращения, дыхания, пищеварения и т. д.), которые функционируют в организме во взаимодействии друг с другом. Функциональная система организма формируется в процессе жизнедеятельности с учетом интегральных нейрогуморальных механизмов регуляции.
- Функциональное состояние** – интегральный комплекс качеств и свойств организма, которые прямо или косвенно определяют деятельность человека; системный ответ организма, обеспечи-

вающий адекватность требованиям его деятельности или неадекватность (когда организм работает на высоком уровне функционального напряжения).

Цена адаптации (физиологическая) проявляется: в прямом изнашивании функциональной системы, на которую при адаптации падает главная нагрузка и в явлениях отрицательной перекрестной адаптации, т.е. в нарушениях у адаптированных людей к определенной физической нагрузке других функциональных систем и адаптационных реакций.

Эмоции (чувства) – своеобразные переживания человека в своих отношениях к чему-нибудь или кому-нибудь.

Содержание

Введение -----	3
Глава I. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФИЗИОЛОГИИ. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА	
1.1. Основные физиологические категории-----	5
1.2. Нервные и гуморальные механизмы регуляции функций-----	7
1.3. Физиология возбудимых тканей-----	8
1.4. Нервно-мышечный аппарат-----	9
1.5. Механизм мышечного сокращения-----	11
1.6. Морфо-функциональные особенности гладких мышц-----	13
Глава II. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗЕРВЫ ОРГАНИЗМА	
2.1. Адаптация организма, стадии адаптационного процесса-----	19
2.2. Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам-----	23
2.3. Виды адаптации к физическим нагрузкам-----	28
2.4. Функциональная система адаптации-----	31
2.5. Физиологические резервы организма-----	34
2.6. Физическая работоспособность спортсмена-----	35
2.7. Физиологические основы утомления и восстановления спортсменов-----	38
Глава III. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ	
3.1. Кровеносная система и физические нагрузки-----	41
3.2. Дыхательная система и физические нагрузки-----	44
3.3. Пищеварительная, выделительная системы и физическая деятельность-----	45
3.4. Нервная система в управлении движениями-----	46
3.5. Иммунный статус спортсмена при физических нагрузках-----	47

<i>Глава IV.</i>	ОБЩИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ (ПРИНЦИПЫ) ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ	
4.1.	Основные функциональные эффекты тренировки-----	50
4.2.	Пороговые (критические) тренирующие нагрузки-----	51
4.3.	Специфичность тренировочных эффектов-----	52
4.4.	Обратимость тренировочных эффектов-----	53
4.5.	Тренируемость-----	54
<i>Глава V.</i>	ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ	
5.1.	Индивидуальное развитие организма-----	56
5.2.	Регулирование физической нагрузки на уроках физкультуры и при самостоятельных занятиях физическими упражнениями-----	70
<i>Глава VI.</i>	ФИЗИОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПОРТИВНОГО ОТБОРА	
6.1.	Физиолого-генетический подход к вопросам спортивного отбора-----	75
6.2.	Наследственные влияния на морфо-функциональные особенности и физические качества человека-----	77
6.3.	Учет физиолого-генетических особенностей человека в спортивном отборе-----	81
6.4.	Конституциональные особенности организма и их роль в спортивной практике-----	88
	Литература -----	98
	Словарь терминов -----	103

Учебное издание

ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА

ТИНЬКОВА Елена Львовна,

*доктор биологических наук, доцент, зав. кафедрой
Психофизиологии и безопасности жизнедеятельности,
Ставропольский государственный педагогический институт*

СЕЙФУЛИНА Галина Владимировна,

*кандидат биологических наук, доцент кафедры
Психофизиологии и безопасности жизнедеятельности,
Ставропольский государственный педагогический институт*

в авторской редакции

Главный редактор **А.Д. Григорьева**
Дизайн обложки **М.А. Мирошниченко**
Техническое редактирование и верстка **П.В. Арсентьева**

Сдано в набор 06.11.2019. Подписано в печать 18.11.2019. Формат 60 x 84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Calibri. Уч.-изд. л. 7,18. Печ. л. 11,02. Тираж 50 экз. Заказ № 514.
Издательство «Ставролит», тел.: **8(962) 452-84-02**,
e-mail: info@stavrolit.ru, сайт: stavrolit.ru