

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Уральский государственный университет путей сообщения  
Кафедра «Физическое воспитание»

**Е. В. Самарина**

# **ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА**

Курс лекций  
для студентов специальности  
080200.62 – «Менеджмент организации»  
(специализация Б3.В.ОД.13 – «Менеджмент в спорте»)  
квалификации бакалавр  
очной формы обучения

Екатеринбург  
Издательство УрГУПС  
2014

ББК 75.0я73

С17

**Самарина, Е. В.**

С17      **Физиология спорта : курс лекций / Е. В. Самарина. — Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2014. — 79, [1] с.**

Курс лекций по дисциплине «Физиология спорта» предназначен для учебной работы студентов очного отделения специальности 080200.62 — «Менеджмент организации» специализации «Менеджмент в спорте» в аудитории, а также для самостоятельной работы при подготовке к семинарским занятиям и зачету по данной дисциплине.

Курс лекций также может быть использован преподавателями кафедр по физической культуре и спорту.

ББК 75.0я73

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета университета*

*Автор:* Е. В. Самарина, ст. преподаватель кафедры «Физическое воспитание», УрГУПС

*Рецензенты:* А. В. Евсеев — завкафедрой «Физическое воспитание», канд. пед. наук, доцент, УрГУПС

А. С. Розенфельд — профессор кафедры «Теория физической культуры и спорта», д-р пед. наук, РГППУ

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 1. Общая спортивная физиология.....</b>	<b>7</b>
Лекция 1. Введение в физиологию спорта. Адаптация к физическим нагрузкам.....	7
Лекция 2. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности .....	16
<b>Раздел 2. Частная спортивная физиология .....</b>	<b>25</b>
Лекция 1. Физиологические основы классификации и характеристика физических упражнений .....	25
Лекция 2. Физиологические основы формирования и развития двигательных навыков .....	31
Лекция 3. Физиологические механизмы и закономерности развития физических качеств .....	35
Лекция 4. Физиологические основы развития тренированности.....	44
Лекция 5. Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды.....	49
Лекция 6. Физиологические основы спортивной тренировки женщин ....	55
Лекция 7. Физиолого-генетические особенности спортивного отбора .....	60
Лекция 8. Физиологические основы оздоровительной физической культуры.....	67
Библиографический список .....	78

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

Физиология спорта является как учебной, так и научной дисциплиной. 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.

Ее изучение осуществляется во всех высших и средних физкультурных учебных заведениях, на факультетах физического воспитания педагогических вузов, а также на отдельных кафедрах государственных университетов и медицинских вузов. В преподавании предмета, практической деятельности тренеров, физиологов и спортивных врачей используются материалы, полученные при выполнении научно-исследовательских работ, которые проводятся в соответствующих НИИ, лабораториях и на кафедрах.

### *Цель дисциплины:*

Основной целью изучения дисциплины является овладение знаниями об изменениях физиологических функций организма в процессе занятий физической культурой и спортом, о влиянии двигательной активности на функциональные возможности и состояние здоровья детей, подростков, лиц зрелого и пожилого возраста.

### *Задачи дисциплины:*

- формирование у студентов научных представлений о физиологических механизмах и закономерностях изменения функций организма под влиянием занятий физической культурой и спортом;
- изучение физиологических состояний, возникающих в процессе выполнения физических упражнений различной направленности, интенсивности и продолжительности;
- изучение физиологических механизмов развития физических качеств и формирования двигательных навыков;
- ознакомление с данными современных научных исследований о закономерностях формирования долговременной адаптации к мышечной деятельности с учетом возрастных и половых особенностей человека, о влиянии различных факторов окружающей среды на физическую работоспособность;

- овладение методами оценки физической работоспособности при занятиях физической культурой и спортом;
- изучение физиологических показателей организма, характеризующих состояние тренированности в покое, при выполнении дозированной и предельной физической нагрузки;
- привитие умений и навыков осуществления контроля и самоконтроля функционального состояния занимающихся физической культурой и спортом.

## Место дисциплины в структуре ООП ВПО

1. Учебная дисциплина отнесена к циклу профессиональных дисциплин.

2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: БЗ.В.ОД.9 «Организация учебно-тренировочного процесса».

### **Знать:**

- принципы рациональной организации учебного процесса;
- обеспечение охраны жизни и здоровья во время образовательного процесса.

### **Уметь:**

- осуществлять контроль за результатами обучения и воспитания;
- организовать самостоятельную работу.

### **Владеть:**

- навыками разработки программ для проведения самостоятельных занятий;
- методами диагностики полученных результатов.

## Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Перечень компетенций учебной дисциплины, соответствующий реализуемой ООП по направлению подготовки (специальности):

1. Знание и понимание законов развития природы, общества и мышления и умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности (ОК-2).

2. Умение владеть культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-5).

3. Владеть способностью эффективно организовать групповую работу на основе знаний процессов групповой динамики и принципов формирования команды (ПК-5).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- особенности протекания физиологических процессов при различных видах спортивной деятельности;
- физиологические основы развития тренированности и двигательных качеств;
- закономерности развития процессов утомления и восстановления организма;
- механизмы влияния двигательной активности на повышение неспецифической устойчивости организма к неблагоприятным факторам внешней среды;
- физиологические закономерности жизнедеятельности организма, особенно в процессе его мышечной деятельности, в условиях напряженных спортивных нагрузок.

**Уметь:**

- давать оценку физической работоспособности;
- определять артериальное давление;
- проводить спирометрию, динамометрию, расчет основного обмена;
- оценивать двигательные особенности;
- диагностировать уровень тренированности;
- исследовать умственную и физическую работоспособность.

**Владеть:**

- навыками работы с медицинским и техническим оборудованием;
- сбором, обработкой и анализом информации по оценке уровня физического здоровья и физической подготовленности;
- построением внутренней информационной системы организации для сбора информации с целью принятия решений, планирования деятельности и контроля;
- созданием и ведением баз данных по различным показателям в соответствии с возрастными и функциональными особенностями;
- подготовкой отчетов по результатам информационно-аналитической деятельности.

---

## РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

---

### Лекция 1. Введение в физиологию спорта. Адаптация к физическим нагрузкам

Спортивная физиология включает в себя два относительно самостоятельных и вместе с тем связанных между собой раздела. Содержанием первого — *общей спортивной физиологии* — являются физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам и резервные возможности организма, функциональные изменения и состояния организма при спортивной деятельности, а также физическая работоспособность спортсмена и физиологические основы утомления и восстановления в спорте. Второй раздел — *частная спортивная физиология* — включает в себя физиологическую классификацию физических упражнений, механизмы и закономерности формирования и развития двигательных качеств и навыков, спортивную работоспособность в особых условиях внешней среды, физиологические особенности тренировки женщин и детей разного возраста, физиологические основы массовых форм оздоровительной физической культуры.

**Цель:** ознакомиться с сущностью и задачами физиологии спорта, этапами ее становления и методами исследования; закономерностями процесса адаптации организма к физическим нагрузкам.

**Ключевые понятия и термины:** общая и частная спортивная физиология, адаптация, генетическая и фенотипическая адаптация, срочная и долговременная адаптация, физиологическая цена адаптации, физиологические резервы организма.

Вопросы для рассмотрения:

1. Физиология спорта как прикладная научная дисциплина. История становления спортивной физиологии.
2. Адаптация к физическим нагрузкам, этапы, виды.
3. Физиологический механизм срочной и долговременной адаптации.
4. Физиологические резервы адаптации.

**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.

Физиология спорта по своему месту в системе подготовки специалистов по физической культуре и спорту связана с тремя группами учебных и научных дисциплин. Первую группу составляют фундаментальные науки, на которых базируется физиология спорта, она и использует их теоретические достижения, методики исследования и сведения о факторах среды, с которыми взаимодействует организм спортсмена в процессе тренировочной и соревновательной деятельности. К числу таких дисциплин следует отнести биологию, физиологию человека и животных, химию и физику.

Во вторую группу входят учебные и научные дисциплины, взаимодействующие с физиологией спорта таким образом, что они взаимно обогащают или дополняют друг друга. В этом плане физиология спорта тесно связана с анатомией, биохимией, биомеханикой, гигиеной и психологией.

И наконец, третью группу дисциплин, с которыми связана физиология спорта, составляют те из них, которые используют ее научные достижения и методики исследования в своих целях. К ним относятся теория и методика физической культуры, педагогика, спортивно-педагогические дисциплины, спортивная медицина, лечебная физкультура.

Физиология спорта включает в себя две относительно самостоятельные и вместе с тем связанные между собой части. Содержанием первой — *общей спортивной физиологии* — являются физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам и резервные возможности организма, функциональные изменения и состояния организма при спортивной деятельности, а также физическая работоспособность спортсмена и физиологические основы утомления и восстановления в спорте. Вторая часть — *частная спортивная физиология* — включает в себя физиологическую классификацию физических упражнений, механизмы и закономерности формирования и развития двигательных качеств и навыков, спортивную работоспособность в особых условиях внешней среды, физиологические особенности тренировки женщин и детей разного возраста, физиологические основы массовых форм оздоровительной физической культуры.

Одной из важных задач физиологии спорта является научное обоснование, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих достижение высоких спортивных результатов и сохранение здоровья спортсменов. Следовательно, физиология спорта — наука прикладная и в основном профилактическая.



Отличительной методической особенностью физиологии спорта является то, что ее материалы могут быть получены только на человеке, где применение ряда классических методов физиологии невозможно. Важно также подчеркнуть, что основной задачей физиологии спорта является сравнительное изучение функционального состояния организма человека, т. е. исследование проводится до, во время и после двигательной активности, что в натурных условиях весьма затруднительно. Поэтому разработаны специальные нагрузочные тесты, позволяющие дозировать физическую активность и регистрировать соответствующие изменения функций организма в различные периоды деятельности человека. С этой целью используются велоэргометр, бегущая дорожка (тредбан), ступеньки разной высоты, а также различные приборы, позволяющие регистрировать функции сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и центральной нервной системы на расстоянии, передавая соответствующие показатели по телеметрическим каналам.

Физиология спорта занимает важное место в теории физической культуры, составляя фундамент знаний, необходимых тренеру и преподавателю для достижения высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов. Поэтому тренер и педагог должны хорошо знать об изменениях физиологических процессов, происходящих в организме спортсмена во время тренировочной и соревновательной деятельности с тем, чтобы научно обоснованно строить и совершенствовать эту работу, уметь аргументировать свои распоряжения и рекомендации, избегать переутомления и перенапряжения и не причинить вреда здоровью тренирующихся. Они также должны понимать суть изменений, возникающих в организме спортсмена в реабилитационном периоде, чтобы активно и грамотно влиять на них, ускоряя восстановительные реакции.

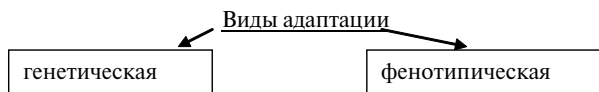
Таким образом, из изложенного следует, что *спортивная физиология* как учебная и научная дисциплина решает две основные проблемы. Одна из них состоит в физиологическом обосновании закономерностей укрепления здоровья человека с помощью физических упражнений и повышения устойчивости его организма к действию различных неблагоприятных факторов внешней среды (температура, давление, радиация, загрязненность воздуха и воды, инфекции и т. д.), а также в сохранении и восстановлении работоспособности, препятствиях развитию раннего утомления и коррекции психоэмоциональных перегрузок в процессе профессиональной деятельности человека. Эти задачи спортивной физиологии решаются в рамках массовых форм физической культуры.

Исходя из всего сказанного, становится очевидным, что физиологические особенности функций организма следует изучать и оценивать раздельно как в отношении массовой физической культуры и физической подготовки специальных контингентов (военнослужащие, пожарные, геологи, студенты, школьники и некоторые другие категории), так и в отношении различных видов спорта, особенно спорта высших достижений.

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. Не случайно проблема адаптации человека является одним из основных разделов обширной Международной биологической программы.

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 определяет состояние здоровья и тренированность спортсмена. 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. Несоответствие во времени между этими процессами может приводить к возникновению функциональных расстройств, которые проявляются различными патологическими нарушениями.

**Адаптация** — это совокупность физиологических реакций организма, лежащих в основе приспособления организма к физическим нагрузкам или изменяющимся условиям окружающей среды и направленных на сохранение его гомеостаза.



Основу генетической адаптации составляют врожденные механизмы, которые являются видовыми. К ним относятся механизмы приспособления: к 1) гипоксии (нехватке  $O_2$ ); 2) изменениям температуры окружающей среды; влажности воздуха; атмосферного дав-

ления; 3) сильным эмоциям; 4) солнечной радиации. Данные механизмы приспособления мы получили от предшествующих поколений.

Основу фенотипической адаптации составляют приобретенные механизмы, полученные каждым в процессе повседневной жизни (онтогенеза). Физическая культура и спорт способствуют развитию фенотипической адаптации.

Механизмы адаптации разделяются на неспецифические и специфические. К первым относится: усиление обмена веществ, увеличение температуры тела, усиление энергических затрат, активация центральной нервной системы, желез внутренней секреции (особенно кортико-стероидной функции надпочечников), усиление кислородотранспортной системы, функции желудочно-кишечного тракта, почек и т. д.

Специфические механизмы связаны со спецификой выполняемых нагрузок. Механизмы этой адаптации обусловлены особенностями физических упражнений (видов спорта), развивающими различные физические качества. К специфическим адаптивным изменениям относятся: утолщение костей и их бугристостей, гипертрофия мышц, тоногенная дилатация сердца (увеличение камер сердца), улучшение терморегуляции, повышение устойчивости к молочной кислоте, улучшение регуляции тонуса сосудов, брадикардии (при тренировке аэробикой), увеличение тонуса периферической нервной системы в состоянии покоя, сглаживание феномена Лингарда, после статических усилий (уменьшение усиливающей легочная вентиляция после статических усилий), лучшая вестибулярная устойчивость, расширение поля зрения.

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. Адаптация к мышечной деятельности представляет собой системный ответ организма, направленный на достижение состояния тренированности и минимизацию физиологической цены.

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. В значительной мере цена адаптации зависит от вида физических нагрузок, к которым происходит приспособление. Наиболее рациональный путь к предупреждению адаптационных нарушений состоит в правильно построенном режиме тренировок, отдыха и питания, закаливании, повышении устойчивости к стрессовым воздействиям и гармоничном физическом и психическом развитии личности спортсмена.

Выделяют два этапа адаптации — срочный и долговременный. Срочная — это немедленная реакция на однократное воздействие физической нагрузки. Основная нагрузка ложится на регуляторные механизмы нейрогуморальной системы. Осуществляется максимальная мобилизация физиологических резервов, но они тратятся неэкономно. Минутный объем дыхания за счет ЧД, а не глубины, минутный объем кровообращения преимущественно за счет увеличения частоты сердечных сокращений. Деятельность мышц рассогласована с увеличением функции внутренних органов.

При систематических занятиях физической культурой и спортом развивается долговременная адаптация. Она формируется в период восстановления после нагрузок и 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 (Солодков А. С., 1998). По сути дела, 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. Очевидно, вначале включаются обычные физиологические реакции и лишь затем — реакции напряжения механизмов адаптации, требующие значительных энергетических затрат с использованием резервных возможностей организма, что приводит в конечном итоге к формиро-

ванию специальной функциональной системы адаптации, обеспечивающей конкретную деятельность человека (Солодков А. С., 1998).

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*. В целом она ответственна 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.

*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.

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, отчего зависит приток кислорода, питательных веществ и удаление метаболитов. Увеличение силы, скорости и точности движений в процессе долговременной адаптации достигается двумя основными процессами: формированием в центральной нервной системе функциональной системы управления движениями и морфофункциональными изменениями в мышцах.

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.

К морфофункциональным перестройкам, которые характерны для такой адаптации, относятся: гипертрофия мышц, увеличение ЖЕЛ, увеличение капиллярной сети поперечно-полосатой мускулатуры и сердца, увеличение тонуса парасимпатической нервной системы, улучшение регуляции сердечной деятельности, быстрое включение жиров в энергообеспечение (у тренирующихся через 15–20 минут, у нетренирующихся через 30 минут, 1 час), увеличение устойчивости миокарда к повышенной концентрации молочной кислоты. Все эти изменения значительно повышают физиологические резервы организма, увеличивающим устойчивость организма в стрессовых условиях. Чем шире резервы, тем выше уровень адаптации.

1. Энергетические резервы (креатинфосфат, гликоген, жиры, белки, скорость их утилизации и ресинтеза).

2. Пластические резервы (структурная гипертрофия мышц, сердца, надпочечников, изменения костной системы).

3. Функциональные резервы (увеличение СОК, МОК, ГД, ЖЕЛ).

4. Иммунологические резервы (увеличение иммунных белков, антител к вилочковой железе).

5. Психические резервы (совершенствование нервно-гуморальной регуляции, скорости обработки информации, время работы нервных центров без развития заторможенности, волевые качества, двигательная память, контроль эмоций).

*Все резервные возможности организма разделены на две группы: социальные резервы (психологические и спортивно-технические) и биологические резервы (структурные, биохимические и физиологические).* Морфофункциональной основой физиологических резервов являются органы, системы организма и механизмы их регуляции, обеспечивающие переработку информации, поддержание гомеостаза и координацию двигательных и вегетативных актов.

Физиологические резервы, по мнению автора, включают 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. 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*.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Раскройте предмет исследования, цель и задачи физиологии спорта как науки.
2. Охарактеризуйте этапы становления и развития физиологии спорта.
3. Укажите специфические механизмы фенотипической адаптации.
4. Укажите преимущества долговременной адаптации.
5. Раскрыть три звена (афферентное, центральное регуляторное, эфферентное) функциональной системы адаптации.
6. Физиологические резервы: виды, их значение для спортсмена.

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 8; 10; 20.

## Лекция 2. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности

В ходе систематической тренировки в организме спортсмена возникает ряд различных функциональных состояний, тесно взаимосвязанных друг с другом, где каждое предыдущее влияет на протекание последующего. До начала работы у спортсмена возникает предстартовое и собственно стартовое состояние, к которым присоединяется влияние разминки; от качества разминки и характера предстартового состояния зависит скорость и эффективность вработывания в начале работы, а также наличие или отсутствие мертвой точки. Эти процессы определяют, в свою очередь, степень выраженности и длительность устойчивого состояния, а от него зависит скорость наступления и глубина развития утомления, что далее обуславливает особенности процессов восстановления. В зависимости от успешности протекания восстановительных процессов у спортсмена перед началом следующего тренировочного занятия или соревнования проявятся те или иные формы предстартовых реакций, что опять-таки будет определять последующую двигательную деятельность.

*Цель:* изучение функциональных изменений в организме, возникающих в спортивной деятельности.

*Ключевые понятия и термины:* Эмоции, предстартовое и стартовое состояния, разминка, вработывание, «мертвая точка», «второе дыхание», устойчивое состояние, физическая работоспособность, утомление, восстановление.

### Вопросы для рассмотрения

1. Эмоции и их роль в спортивной деятельности.
2. Предстартовое состояние: формы проявления и их физиологические механизмы, регуляция.
3. Основной (рабочий) период.
4. Работоспособность и утомление.
5. Восстановительный период.

Спортивная деятельность и в первую очередь выступления на соревнованиях, вызывают в организме спортсмена двоякого рода влияния: физическое напряжение, связанное с осуществлением нагрузочной мышечной работы; эмоционально-психическое напряжение, вызываемое экстремальными раздражителями (стрессорами).



К последним относятся 3 фактора:

- большой объем информации, поступающий к спортсмену, который создает информационную перегрузку (особенно, в игровых видах спорта, единоборствах, скоростном спуске на лыжах с гор и т. п.);
- необходимость перерабатывать информацию в условиях дефицита времени;
- высокий уровень мотивации — социальной значимости принимаемых спортсменом решений.

При осуществлении этих процессов огромна роль эмоций.

Эмоции представляют собой личностное отношение человека к окружающей среде и себе, которое определяется его потребностями и мотивами. Их значение в поведении заключается в оценочном влиянии на деятельность специфических систем организма (сенсорных и моторных). Эмоции обеспечивают избирательное поведение человека в ситуации со многими выборами, подкрепляя определенные пути решения задач и способы действий.

В спорте они постоянно сопровождают спортсменов, которые испытывают «мышечную радость», «спортивную злость», «горечь поражения» и «радость победы». Эмоции ярко проявляются в предстартовом состоянии, а также во время спортивной борьбы, являются важным компонентом в процессе тактического мышления.

В спортивной деятельности можно выделить три основных периода: предстартовый, основной (рабочий) и восстановительный.

**Предстартовые состояния** возникают задолго до выступления, за несколько дней и недель до ответственных стартов. Возникает мысленная настройка на соревнование, повышенная мотивация, растет двигательная активность во время сна, повышается обмен веществ, увеличивается мышечная сила, в крови повышается содержание гормонов, эритроцитов и гемоглобина.

Предстартовое состояние характеризуется функциональными изменениями, предшествующими началу работы (выполнению физических упражнений). Различают раннее предстартовое состояние и собственно стартовое состояние. По своей природе предстартовое состояние — это условно-рефлекторные реакции, готовящие организм к предстоящей работе, ускоряющие процессы вработывания. Данные изменения связаны с активацией лимбической и симпатoadреналовой систем, повышением в крови катехоламинов (адреналина и норадреналина), глюкозы крови. Кислородтранспортная система приходит в динамику в результате второсигнальных раздражителей, эмоциональных реакций.

Различают предстартовые изменения двух видов: **неспецифические** (при любой работе) и **специфические** (связанные со специфической предстоящих упражнений).

К числу неспецифических изменений относят 3 формы предстартовых состояний: боевую готовность, предстартовую лихорадку и предстартовую апатию.

Специфические предстартовые реакции отражают особенности предстоящей работы. Например, функциональные изменения в организме выше перед бегом на короткие дистанции по сравнению с предстоящим бегом на длинные дистанции; они больше перед соревнованиями по сравнению с обычной тренировкой.

В зависимости от поставленной задачи и изменений физиологических функций, эмоционального статуса предстартовое состояние проявляется в трех видах: предстартовой готовности (умеренное эмоциональное возбуждение), лихорадке (возбуждение) и апатии (угнетение).

Занятиям физической культурой и спортом должна предшествовать разминка (общая или специальная), т. е. физические упражнения, вводные к тренировкам и соревнованиям, оптимизирующие функциональное состояние организма: усиливающие возбудимость сенсорных, моторных и вегетативных нервных центров; деятельность желез внутренней секреции; всех звеньев кислородтранспортной системы, обеспечивающих повышение температуры тела, снижение вязкости мышц, повышению скорости их сокращения, усиление диссоциации оксигемоглобина. В отличие от общей разминки, сопровождающейся вышеперечисленными эффектами, специальная разминка по своему характеру ближе к предстоящей спортивной деятельности.

В рабочем периоде различают быстрые изменения функционального состояния организма, определяемые как состояние вработывания и следующий за ним относительно устойчивый период, характеризующийся медленными изменениями основных физиологических функций (устойчивое состояние).

**Вработывание** — это начальный период работы, связанный с настройкой нервной и эндокринной систем, достижением требуемого уровня вегетативных функций, формированием стереотипа движений. Особенности вработывания являются замедленность и неодновременность (гетерохронизм) «включения» систем и органов в работу, прямая зависимость между интенсивностью работы и скоростью изменения физиологических функций в условиях кислородного дефицита.

Периоды покоя и работы характеризуются относительно устойчивым состоянием функций организма, с отлаженной их регуляцией. Между ними имеются два переходных периода — вработывания (от покоя к работе) и восстановления (от работы к покою).

Период вработывания отсчитывают от начала работы до появления устойчивого состояния. Во время вработывания осуществляются 2 процесса:

- переход организма на рабочий уровень;
- сонастройка различных функций.

Вработывание различных функций отличается гетерохронностью, т. е. разновременностью, и увеличением вариативности их показателей.

Сначала и очень быстро вработываются двигательные функции, а затем более инертные вегетативные.

При интенсивной работе для начального периода вработывания характерно состояние «мертвой точки» (тошнота, одышка, головокружение, ощущение пульсации сосудов головного мозга, боли в мышцах), которое сменяется при наличии волевых усилий появлением чувства облегчения, «второго дыхания».

После вработывания при выполнении упражнений большой, умеренной и частично субмаксимальной мощности в организме спортсмена возникает устойчивое состояние, которое продолжается от момента завершения вработывания до начала утомления.

При длительной циклической работе относительно постоянной мощности (в зонах большой и умеренной мощности, частично субмаксимальной мощности) в организме спортсмена возникает устойчивое состояние, которое продолжается от момента завершения вработывания до начала утомления.

Выделяют два вида устойчивого состояния: ложное, устойчивое состояние (при работе большой и субмаксимальной мощности), когда спортсмен достигает уровня максимального потребления кислорода, но это потребление не покрывает высокого кислородного запроса и образуется значительный кислородный долг; истинное устойчивое состояние возникает при работе умеренной мощности, когда потребление кислорода соответствует кислородному запросу и кислородный долг почти не образуется. При выполнении анаэробных упражнений максимальной мощности рабочий период нельзя выделить, упражнения выполняются в состоянии вработывания. От особенностей рабочего периода зависит скорость и глубина наступления утомления и процессов восстановления, которые будут нами рассмотрены на последующих занятиях.

В процессе спортивной деятельности возникает **утомление**, функциональное состояние организма, вызванное физической или

умственной нагрузкой, проявляющееся в снижении работоспособности, невозможности выполнять дальнейшую работу на требуемом уровне интенсивности, что ведет к чувству усталости и полному отказу от работы. Главным признаком утомления является снижение работоспособности, которое характеризуется изменением функций организма и субъективными симптомами, чувством усталости (общая слабость, вялость в мышцах, тяжесть в голове, недомогание, боли в конечностях, мышцах и т. д.). Утомление рассматривается как нормальное физиологическое состояние организма в процессе труда, препятствующее истощению организма.

Главными причинами утомления являются физическая или умственная нагрузка, а также дополнительные факторы, к которым можно отнести факторы внешней среды (температуру, влажность, атмосферное давление, скорость движения воздуха, солнечную радиацию и т. п.); несоблюдение санитарно-гигиенических факторов, нарушающих процесс труда и отдыха, суточных биоритмов человека, социальные и другие факторы.

Симптомы утомления разделяются на субъективные (чувство усталости) и объективные — изменение функций организма, которые могут носить различный характер. В начале утомления клинικο-физиологические и психофизиологические показатели носят неустойчивый характер, но находятся в пределах существующих нормативов, а затем наблюдается однонаправленное их изменение со значительным снижением функций органов и систем организма и профессиональной деятельности. Изменения происходят в первую очередь в тех органах и системах, которые осуществляют и обеспечивают спортивную деятельность (нервно-мышечный аппарат; кислородтранспортная система дыхания, кровообращения; кровь). Вместе с тем ведущее значение в развитии явлений утомления имеет центральная нервная система, обеспечивающая интеграцию систем организма.

Утомление является нормальной физиологической реакцией организма на работу. С одной стороны, оно служит очень важным для работающего человека фактором, так как препятствует крайнему истощению организма, переходу его в патологическое состояние, *являясь сигналом к необходимости прекратить работу и перейти к отдыху*. Наряду с этим, утомление играет существенную роль, способствуя тренировке функций организма, их совершенствованию и развитию. С другой стороны, утомление ведет к снижению работоспособности спортсменов, к неэкономичному расходованию энергии и уменьшению функциональных резервов организма. Эта сторона утомления является невыгодной, нарушающей длительное выполнение спортивных нагрузок.

Утомлению предшествует предутомление, под которым подразумевают существенное снижение функциональной активности со стороны некоторых органов и систем организма, но компенсированное за счет других функций, вследствие чего общая работоспособность существенно не меняется. Данную стадию утомления называют компенсированной, за которой следует стадия декомпенсированного утомления.

При длительной физической или умственной нагрузке, при нарушении режима труда и отдыха проявления усталости суммируются, переходя в хроническое утомление, состояние, пограничное с патологическим состоянием, когда очередной трудовой цикл характеризуется устойчивыми симптомами усталости, для ликвидации которых требуется дополнительных отдых.

При его отсутствии развивается **переутомление** – патологическое состояние организма, характеризующееся постоянным ощущением усталости, вялостью, нарушением сна и аппетита, болями в области сердца и другими симптомами, для ликвидации которых дополнительного отдыха недостаточно, а требуется специальное лечение. Основным проявлением переутомления является снижение спортивных достижений, снижение автоматизма, координированности движений, появление грубых ошибок при выполнении специальных физических упражнений.

После прекращения упражнений происходят обратные изменения в деятельности тех функциональных систем, которые обеспечивали выполнение данного упражнения. Вся совокупность изменений (физиологических, биохимических и структурных), обеспечивающих переход организма от рабочего состояния к уровню покоя, объединяется понятием восстановления.

**Восстановление** обеспечивает возврат организма к исходному гомеостатическому уровню. Время, необходимое для восстановления после нагрузки, называется периодом восстановления, во время которого происходит смещение обмена веществ от катаболических процессов к процессам анаболизма.

Восстановительный период имеет определенные закономерности: 1) неравномерность восстановления; гетерохронность восстановления – неодновременность протекания восстановительных процессов; фазность восстановления; избирательность восстановительных процессов.

Факт неравномерного восстановления проявляется в динамике показателей сердечно-сосудистой системы, органов дыхания,

нервно-мышечного аппарата, картины периферической крови, обмена веществ. Чем мощнее работа, тем больше функциональные сдвиги и выше скорость восстановительных процессов (правило Энгельгарда); чем меньше предстоящая продолжительность упражнения, тем короче период восстановления (спринт — минуты, марафон — 2—3 дня).

До полового созревания при адекватных нагрузках восстановление идет быстрее, чем у взрослых, во время полового созревания затруднено, зависит от воздействия факторов окружающей среды.

В основе гетерохронности восстановленных процессов лежит разновременность восстановления после физических нагрузок фосфагенов, показателей кровообращения (пульс, артериальное давление, ударный и минутный объем крови, скорость кровотока), внешнего дыхания, глюкозы и гликогена, периферической крови (водно-солевого баланса, ферментов, гормонов, обмена веществ).

В восстановительном периоде можно выделить ряд фаз, выражающихся в изменении уровня работоспособности. Различный характер деятельности человека оказывает избирательное влияние на отдельные функции организма, на разные стороны энергетического обмена. Избирательность восстановительных процессов подчиняется этим же закономерностям. Скорость восстановления зависит от уровня тренированности, чистоты техники исполнения физических упражнений.

**Ликвидация кислородного долга.** Повышенное потребление кислорода сверх уровня покоя называют кислородным долгом.

Ликвидация кислородного долга включает вначале интенсивную скорость потребления кислорода, а позднее сниженную, связанные с двумя компонентами: быстрый — алактатный, сопровождающийся восстановлением фосфогенов (креатининфосфата, АТФ), кислорода крови, насыщением кислородом миоглобина мышц (от 2—3-х до 5 минут), и медленный — лактатный, обусловленный ликвидацией молочной кислоты (длится от 0,5 до 1,5—2 часов). Для восстановления после длительной напряженной работы требуется несколько часов или даже суток. В это время нормализуется большинство физиологических и биохимических показателей организма: удаляются продукты обмена веществ (устранение молочной кислоты и восстановление рН, синтез глюкозы и гликогена из молочной кислоты, удаление с потом, мочой из организма молочной кислоты и других продуктов метаболизма: мочевины, мочевая кислота, аммиак); восполнение энергетических ресурсов, затраченных при физической нагрузке; восстановление тонуса высшей нервной системы, процесс перехода возбуждения от сим-

патической нервной системы к парасимпатической нервной системе (восстановительный период); снижение активности кислородтранспортной системы, сердечно-сосудистой системы, дыхания, состава крови; нормализация температуры тела, частоты дыхания, легочной вентиляции, жизненной емкости легких, частоты сердечных сокращений (ЧСС); нормализация водно-солевого баланса.

Таким образом, завершение восстановительного периода характеризуется не одним показателем или функцией, а целой гаммой параметров, при этом белковые системы восстанавливаются наиболее медленно.

Возврат физической работоспособности к исходному уровню сопровождается расширением физиологических резервов спортсменов. В восстановительном периоде выделяют следующие фазы.

**Фаза быстрого восстановления.** Характерно для кратковременных нагрузок, длится 5 минут, включая восстановление фосфагенов, быструю нормализацию кислородтранспортной системы. При марафонском беге роль фосфагенов незначительна. Быстрая фаза связана с ликвидацией кислородного долга (1–2 часа). Длительность фазы до 2–3 суток.

В фазу медленного, отставленного восстановления устранение кислородного долга замедляется и продолжается от 0,5 до 6–12 часов. Происходит восстановление углеводов, жиров, возврат к исходному уровню водно-электролитного баланса.

В фазу сверхвосстановления (суперкомпенсации) за счет функциональных и структурных перестроек организма, осуществляющихся в восстановительном периоде, расширяются функциональные резервы организма.

Генез сверхвосстановления (суперкомпенсации) обусловлен высокой сохраняющейся активностью ферментативных систем организма после мышечной работы, ведущих к ускоренному образованию АТФ и других биохимических и функциональных показателей. Длительность фазы суперкомпенсации зависит от продолжительности работы и глубины произошедших изменений. Удержание данной фазы во многом зависит от анаболических гормонов.

Таким образом, сверхвосстановление является одной из важнейших физиологических основ тренировки, которое, расширяя функциональные резервы организма, обеспечивает совершенствование физических качеств. По мере роста тренированности фаза суперкомпенсации уменьшается.

Далее наступает фаза позднего восстановления.

Физиологические мероприятия по ускорению процессов восстановления включают в себя контроль за состоянием функций организ-

ма, динамикой работоспособности и утомления в период тренировки и соревнований, а также мобилизацию и использование функциональных резервов организма для ускорения восстановления. Методы и средства ускорения эффективности восстановления включают две группы мероприятий. К первой относятся естественные методы (активный отдых), увеличивающие лабильность нервных процессов, снижение тонуса мышц и повышающие работоспособность. Ко второй группе мероприятий относятся разнообразные методы: воздействие на биологически активные точки; вдыхание кислородной смеси; гипоксемическая тренировка (тренировка к гипоксии); использование биостимуляторов (витамины, травы, адаптогены); использование пищевых веществ повышенной биологической ценности; фармакологические средства (рибоксин, растительные стимуляторы, оротат калия); сбалансированное питание; восстановление минерального баланса; средства, стимулирующие физиологические центры; блокаторы; гормоны; психологические методы; хорошая экипировка, одежда; эритропоэтин в условиях высокогорья и другие средства.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Назовите влияния эмоций на организм спортсмена.
2. Укажите гуморальные механизмы обеспечения предстартовых реакций.
3. Назовите причины возникновения «мертвой точки».
4. Укажите отличительные особенности истинного и кажущегося устойчивого состояния.
5. Назовите физиологические резервы физической работоспособности спортсмена.
6. В чем заключается роль кислорода в процессе энергообеспечения?
7. Назовите адаптационные реакции со стороны сердечно-сосудистой системы, вызываемые тренировками.
8. В чем проявляется утомление?
9. Какие мероприятия обеспечивают наиболее оптимальное протекание восстановительных процессов?
10. Как изменяется физическая работоспособность во время восстановительного периода?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 3; 4; 7; 20.



---

## РАЗДЕЛ 2. ЧАСТНАЯ СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

---

### Лекция 1. Физиологические основы классификации и характеристика физических упражнений

К разделу частной спортивной физиологии, как уже указывалось выше, относятся физиологическая классификация физических упражнений, характеристика двигательных качеств и навыков и особенности функционального состояния и работоспособности лиц разного возраста и пола в особых условиях внешней среды. Важной физиологической особенностью этого раздела является также рассмотрение механизмов и закономерностей функционирования организма при специфической профессиональной деятельности спортсменов с учетом их тренированности и генетической обусловленности.

*Цель:* изучение физиологической классификации и характеристики физических упражнений.

*Ключевые понятия и термины:* физические упражнения, критерии классификации физических упражнений, позы, циклические движения, зоны относительной мощности, ациклические движения, нестандартные движения.

#### Вопросы для рассмотрения

1. Критерии классификации физических упражнений.
2. Физиологическая характеристика циклических физических упражнений.
3. Физиологическая характеристика ациклических физических упражнений.
4. Физиологическая характеристика ситуационных физических упражнений.

**Физические упражнения** — это двигательная деятельность, с помощью которой решаются задачи физического воспитания — образовательная, воспитательная и оздоровительная.

Физические упражнения чрезвычайно многообразны. Для их классификации невозможно применить один-единственный крите-

рий. Этим объясняется наличие различных систем физиологической классификации по разным критериям, положенным в их основу.

В связи с многообразием физических упражнений, различными их формами и физиологическими механизмами в основу классификации положены разные критерии. Среди них различают следующие основные критерии.

1. Энергетические критерии — классифицирующие упражнения по преобладающим источникам энергии (аэробные и анаэробные), по уровню энерготрат (единичным — ккал в 1 с) и суммарные (на всю выполненную работу).

2. Биомеханические — выделяющие по структуре движений упражнения: циклические, ациклические и смешанные.

3. Критерии ведущего физического качества — упражнения силовые, скоростные, скоростно-силовые, координационные или сложнотехнические и упражнения на выносливость.

4. Критерии предельного времени работы — подразделяющие упражнения по зонам относительной мощности.

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

### **Схема физиологической классификации упражнений в спорте (по В. С. Фарфелю, 1970, 1975)**

Позы: лежание, сидение, стояние, с опорой на руки

*Движения*

1. Стереотипные (стандартные) движения:

- качественного значения (с оценкой в баллах);
- количественного значения (с оценкой в килограммах, метрах, секундах);
- циклические по зонам мощности: максимальной, субмаксимальной, большой, умеренной;
- ациклические: собственно-силовые, скоростно-силовые, прицельные.

2. Ситуационные (нестандартные) движения: спортивные игры, единоборства, кроссы.

Все спортивные упражнения разделены первоначально на позы и движения.

Основные позы, которые сопровождают спортивную деятельность, — это лежание (плавание, стрельба), сидение (гребля, авто-,

велo- и мотоспорт, конный спорт и др.), стояние (тяжелая атлетика, борьба, бокс, фехтование и др.), с опорой на руки (висы, стойки, упоры). Работая в условиях неподвижной позы, человек выполняет статическую работу. При этом его мышцы работают в изометрическом режиме и их механическая работа равна нулю, так как отсутствует перемещение тела или его частей. Однако с физиологической точки зрения человек испытывает определенную нагрузку, тратит на нее энергию, устает, и его работа может оцениваться по длительности ее выполнения. В спорте, как правило, статическая работа связана с большим напряжением мышц.

Рассмотрим, какие же функциональные изменения возникают в организме при поддержании той или иной позы. Так, в центральной нервной системе (в первую очередь в моторной области коры) при такой работе создается мощный очаг возбуждения — рабочая доминанта, которая оказывает тормозящее влияние на другие нервные центры, в частности на центры дыхания и сердечной деятельности. Так как при этом, в отличие от динамической работы, активность нервных центров должна поддерживаться непрерывно, без интервалов отдыха, то статические напряжения весьма утомительны и не могут поддерживаться длительное время. Специфические системы взаимосвязанной активности нервных центров проявляются в коре больших полушарий у спортсменов (по данным ЭЭГ) лишь при достаточных статических усилиях (например, у штангистов при подъеме штанги весом не менее 70–80 % от максимальной произвольной силы), одновременно в мышцах в реакцию вовлекаются наименее возбудимые и мощные быстрые двигательные единицы. Этим объясняется необходимость включения в тренировочные занятия максимальных и околомаксимальных нагрузок.

В двигательном аппарате при статической работе наблюдается непрерывная активность мышц, что делает ее более утомительной, чем динамическая работа с той же нагрузкой.

В настоящее время обнаружено, что артериальное давление в мышцах при статической работе может достигать 400–500 мм рт. ст., так как это необходимо для преодоления периферического сопротивления кровотоку. Однако даже прекращение кровотока заметно не снижает работу мышц, так как в них имеются запасы кислорода и анаэробных источников энергии, а сама работа кратковременна.

Изменения вегетативных функций демонстрируют так называемый феномен статических усилий (или феномен Линдгарта-Верещагина): в момент выполнения работы уменьшаются ЖЕЛ, глубина и минутный объем дыхания, падает ЧСС и потребление

кислорода, а после окончания работы наблюдается резкое повышение этих показателей. Этот эффект больше выражен у новичков, но по мере адаптации спортсменов к статической работе он проявляется гораздо меньше.

При статической работе содержание кислорода в альвеолах легких зависит от принятой позы: из-за ухудшения легочного кровотока и неравномерности вентиляции различных долей легких оно составляет в позе стояния — 14,9 %, сидения — 14,4 %, лежа — 14,1 %.

При значительных усилиях наблюдается явление натуживания, которое представляет собой выдох при закрытой голосовой щели, в результате чего туловище получает хорошую механическую опору, а сила скелетных мышц увеличивается.

Напряжение скелетных мышц при позно-тонических реакциях и статических усилиях оказывает в результате повышенной проприоцептивной импульсации регулирующее влияние на вегетативные процессы — моторно-висцеральные рефлексy.

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

*Циклические упражнения* по предельному времени работы разделены по зонам относительной мощности — максимальной мощности (продолжающиеся до 10–30 с), субмаксимальной (от 30–40 с до 3–5 мин), большой (от 5–6 мин до 20–30 мин) и умеренной мощности (от 30–40 мин до нескольких часов). При этом учитывалось, что физическая нагрузка не равна физиологической нагрузке на организм человека, а основной величиной, характеризующей физиологическую нагрузку, является предельное время выполнения работы. Анализ спортивных рекордов на различных дистанциях у бегунов, конькобежцев, пловцов и др. позволил построить логарифмическую зависимость между логарифмом интенсивности энергозатрат (несоответственно скорости прохождения дистанций) и логарифмом предельного времени работы. На графике этой зависимости выделились

4 различных участка: 1) с наивысшей скоростью (около  $10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) — зона максимальной мощности; 2) со скоростью, близкой к максимальной (с резким падением скорости в диапазоне от  $10$  до  $7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ), — зона субмаксимальной мощности; 3) с более медленным падением скорости ( $7\text{--}6 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) и 4) зона с новым резким падением скорости (до  $5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  и менее) — зона умеренной мощности.

В *стандартных ациклических упражнениях* сочетается динамическая и статическая работа анаэробного (прыжки, метания) или анаэробно-аэробного характера (например, вольные упражнения в гимнастике, произвольная программа в фигурном катании и др.), которые по длительности выполнения соответствуют зонам максимальной и субмаксимальной мощности. Суммарные энерготраты здесь невысоки из-за краткости выполнения, кислородный запрос на работу и кислородный долг. Значительных требований к вегетативным системам организма не предъявляется. Выполнение упражнений требует хорошей координации, пространственной и временной точности движений, развитого чувства времени, концентрации внимания, значительной абсолютной и относительной силы.

Ведущими системами являются ЦНС, сенсорные системы, двигательный аппарат.

*Нестандартные упражнения* характеризуются ациклической или смешанной (циклической и ациклической) структурой движений, преобладанием динамической скоростно-силовой работы (в борьбе существенны и статические напряжения), высокой эмоциональностью.

В отношении ЦНС предъявляются высокие требования к «творческой» функции мозга из-за отсутствия стандартных программ двигательной деятельности. Особое значение имеют процессы восприятия и переработки информации в крайне ограниченные интервалы времени, что требует повышенного уровня пропускной способности мозга. Спортсмену необходима не только оценка текущей ситуации, но и предвосхищение возможных ее будущих изменений, т. е. развитая способность к экстраполяции. При выполнении ударных действий и бросков (мяча, шайбы) основная рабочая фаза движений занимает десятки и сотые доли секунды. Это исключает внесение сенсорных коррекций в текущий двигательный акт и, следовательно, всё движение должно быть заранее и очень точно запрограммировано. При этом сама программа действия и имеющиеся двигательные навыки спортсмена должны постоянно варьировать в зависимости от изменений условий их выполнения (исключение могут составлять только штрафные броски и удары). Все эти условия ситуационной

деятельности требуют высокой возбудимости и лабильности нервных центров, силы и подвижности нервных процессов.

Роль сенсорных систем исключительно велика, особенно зрительной и слуховой, а также вестибулярной. Так, в ситуационной деятельности имеют значение как центральное зрение (при бросках мяча в кольцо, нанесении ударов в боксе, фехтовании и т. п.), так и периферическое (для ориентировки на поле, ринге). Для четкого восприятия действий игроков, соперников и летящего мяча, шайбы, особенно при больших скоростях (мяча в теннисе, шайбы в хоккее — до  $200 \text{ км} \cdot \text{час}^{-1}$  и более) и малых размерах (настольный теннис), спортсмену необходимы хорошая острота и глубина зрения, идеальный мышечный баланс глаз, а в командных играх — большие размеры поля зрения. Для ориентации в пространстве и во времени важное значение имеет слуховая сенсорная система. Резкие изменения направления и формы движений, повороты, падения, броски вызывают сильное раздражение вестибулярной сенсорной системы. Требуется высокая вестибулярная устойчивость, чтобы не происходили при этом нарушения координации движений и негативные вегетативные реакции. В двигательной сенсорной системе, занятия ситуационными видами спорта вызывают повышение чувствительности в тех суставах, которые имеют основное значение в данном виде спорта (например, у баскетболистов — в лучезапястном суставе, у футболистов — в голеностопном).

Занятия ситуационными упражнениями развивают в двигательном аппарате высокую возбудимость и лабильность скелетных мышц, хорошую синхронизацию скоростных возможностей разных мышечных групп. Развитие силы и скоростно-силовых способностей помогает осуществлению точных и резких бросков и ударов. Требуется также хорошая гибкость (например, в борьбе) и выносливость.

Энерготраты в ситуационных упражнениях сравнительно ниже, чем в циклических. В связи с большими различиями в размерах площадок, числе участников, темпе движений соотношение аэробных и анаэробных процессов энергообразования заметно различается: в волейболе, например, преобладают аэробные нагрузки, в футболе — аэробно-анаэробные, в хоккее с шайбой — анаэробные. Переменная мощность физических нагрузок позволяет во многом удовлетворять кислородный запрос уже во время работы и снижает величину кислородного долга.

Основной характеристикой вегетативных функций в ситуационных движениях является не достигнутый во время нагрузки рабочий уровень, а степень его соответствия мощности работы в данный мо-

мент. ЧСС, постоянно изменяясь, колеблется в основном в диапазоне от 130 до 180–190 уд · мин<sup>-1</sup>; частота дыхания — от 40 до 60 вдохов в минуту. Величины ударного и минутного объема крови, глубины и минутного объема дыхания, МПК при работе скромнее, чем у спортсменов в циклических видах спорта. В связи с большими потерями воды, а также рабочими энерготратами, вес тела спортсмена, особенно после соревновательных нагрузок, снижается на 1–3 кг.

Ведущими системами являются ЦНС, сенсорные системы, двигательный аппарат.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Какие критерии лежат в основе классификации физических упражнений?
2. Раскрыть основные позы, сопровождающие спортивную деятельность.
3. Дайте характеристику функциональным сдвигам, имеющим место при поддержании различных поз и статических нагрузок.
4. Как изменяются механизмы энергообеспечения при выполнении циклических упражнений?
5. К каким функциональным системам в первую очередь и почему предъявляются особые требования при нестандартных движениях?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 2; 6; 9; 20.

## Лекция 2. Физиологические основы формирования и развития двигательных навыков

*Цель:* изучение физиологических механизмов формирования и развития двигательных навыков.

*Ключевые понятия и термины:* двигательные умения, двигательные навыки, теория функциональных систем П. К. Анохина, афферентный синтез, принятие решения, программа действия, акцептор результата действия, оценка достигнутого результата.

## Вопросы для рассмотрения

Системная организация двигательных навыков: афферентный синтез, принятие решения, программа действия (эфферентный синтез) и формирующийся параллельно акцептор результата действия, формирование результата, оценка достигнутого результата.

2. Роль наследственности, условно-рефлекторных механизмов в формировании двигательных умений и навыков.

3. Физиологические закономерности и стадии формирования двигательных навыков.

В основе всех рассмотренных нами физических упражнений лежат двигательные умения и навыки, которые, кроме того, составляют и основу технического мастерства спортсмена, существенно влияющие на спортивный результат. Двигательные умения — способность на моторном уровне справляться с новыми задачами поведения. Спортсмену необходимо умение мгновенно оценивать возникшую ситуацию, быстро и эффективно перерабатывать поступающую информацию, выбирать в условиях дефицита времени адекватную реакцию и формировать наиболее результативные действия. Эти способности в наибольшей мере проявляются в спортивных играх и единоборствах, которые относят к ситуационным видам спорта. В тех же случаях, когда отрабатываются одни и те же движения, которые в неизменном порядке повторяются на тренировках и во время соревнований (особенно в стандартных или стереотипных видах спорта), умения спортсменов закрепляются в виде специальных навыков.

Двигательные навыки — это освоенные и упроченные действия, которые могут осуществляться без участия сознания (автоматически) и обеспечивают оптимальное решение двигательной задачи.

Основные методы исследования двигательных навыков можно разделить на 2 группы: 1) *Дописывающие внешнюю структуру движений* и 2) *внутреннюю их структуру*. К первым относятся методы кино-, фото-, видео-, телесъемки движений, тензометрия, динамометрия, гониометрия, циклография и пр. Ко вторым — электрофизиологические методы: электроэнцефалография, электромиография, электрокардиограмма и пр. Комплексная оценка целостной структуры навыков осуществляется при одновременной регистрации биомеханических и физиологических показателей.

Любые навыки — бытовые, профессиональные, спортивные — не являются врожденными движениями. Они приобретены в ходе



индивидуального развития. Возникая в результате подражания, условных рефлексов или по речевой инструкции, двигательные акты осуществляются специальной функциональной системой нервных центров (Анохин П. К., 1975).

Функциональная система представляет собой не анатомическое образование, а совокупность нейронов разных нервных центров и разнообразных периферических органов, объединенных в единое целое тем полезным для организма результатом, который она создает. Деятельность этой системы включает следующие процессы: 1) афферентный синтез, в который входят доминирующая мотивация, память (использование информации об уже имеющемся арсенале движений и изученных тактических комбинациях), обстановочная афферентация и пусковой стимул; 2) принятие решения; 3) формирование моторной программы действия и акцептора (образа) результата действия; выполнение программы и оценка достигнутого результата (внесение сенсорных коррекций в программу, если результат не достигнут).

Становление двигательного акта как навыка проходит через несколько стадий (фаз) — стадию генерализации (иррадиации) возбуждения, стадию концентрации возбуждения, стадию стабилизации и автоматизации движений.

Первая стадия характеризуется широким распространением возбуждения по различным зонам мозга (генерализацией), продолжительным напряжением скелетных мышц, вовлеченных в сокращение, отсутствием интервалов их расслабления, плохой координацией движений, значительными энергетическими затратами, выраженностью вегетативных реакций.

На второй стадии формирования двигательного навыка в коре головного мозга создается «мозаика» возбужденных и заторможенных комплексов нейронов, в результате чего в выполнение движения включаются только нужные для его реализации мышцы в нужный момент. Навык на этой стадии сформирован, но он не прочен и нарушается при любых новых раздражениях.

На третьей стадии в результате многократного повторения разучиваемого движения помехоустойчивость повышается, создается рабочая доминанта, появляется стабильность и надежность навыка, развивается его автоматизация.

В ряде случаев некоторые из фаз могут отсутствовать. Это связано со многими факторами: степенью сложности и мощностью выполненной работы, квалификацией спортсмена и др.

Процесс обучения навыку ускоряется при разного рода дополнительной информации об успешности выполнения упражнения —

указания тренера, компьютерный анализ движения в трехмерном пространстве, просмотр кинокадров, видеофильмов и др.

Особенно ценной для обучаемого является **срочная информация**, поступающая непосредственно в периоде выполнения упражнения или при повторных попытках (Фарфель В. С., 1960). С помощью дополнительной срочной информации можно сообщать спортсмену такие параметры движений, которые им не осознаются и, следовательно, не могут произвольно контролироваться.

Для усиления мышечных ощущений при освоении сложных упражнений используют различные тренажеры. Особенное влияние на сознательное построение моторных программ имеют *тренажеры, управляющие суставными углами*, так как импульсы от рецепторов суставных сумок поступают непосредственно в кору больших полушарий и хорошо осознаются.

Особое значение в процессе моторного научения имеет **речевая регуляция движений** (словесные указания педагога, внутренняя речь обучаемого). С помощью речи формируются в коре избирательные взаимосвязи, лежащие в основе моторных программ. В высших отделах мозга человека обнаружены специальные «командные» нейроны, которые реагируют на словесные приказы и запускают нужные действия.

Наряду с совершенствованием навыков моторных действий у спортсменов происходит формирование навыков тактического мышления — специализированной формы умственной деятельности. Повторяя определенные тактические комбинации спортсмены автоматизируют мыслительные операции. Это позволяет многие решения принимать почти мгновенно, интуитивно, а осознавать их уже после выполнения (например, в боксе, фехтовании).

*В экстремальных условиях мышечной работы, при развитии утомления надежность навыка поддерживается путем мобилизации функциональных резервов мозга* — дополнительным вовлечением нервных центров, включением в систему управления движениями другого полушария. Особенно при этом важно усиление в этой системе роли лобных ассоциативных областей, что указывает на произвольное преодоление утомления. При глубоком утомлении и переутомлении система управления движениями разрушается и навык теряется.

При действии различных сбивающих факторов, сопровождающих соревновательную деятельность спортсмена (внешних помех, эмоционального стресса, резких изменений гомеостаза и др.), *происходят нарушения двигательных навыков и потеря их автоматизации, т.е. дезавтоматизация*. Эти явления больше выражены у менее подго-

товленных спортсменов, недостаточно упрочивших демонстрируемые навыки, у юных спортсменов, у лиц, обладающих нестабильностью нервных процессов и повышенной возбудимостью, при низком уровне общей и специальной работоспособности.

Снижение функционального состояния организма спортсмена при заболеваниях, кислородном голодании, алкогольном опьянении и пр. понижает устойчивость рабочей доминанты и обнаруживается нарушение навыков действий. При перерывах в тренировке могут сохраняться основные черты навыка, последовательность его фаз, но теряется способность эффективного выполнения тонких его элементов. В наибольшей степени утрачиваются самые сложные элементы навыка, а также вегетативные его компоненты.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Раскрыть понятие «двигательные умения и навыки».
2. Раскрыть суть понятия функциональной системы.
3. Дать характеристику компонентам функциональной системы.
4. Какие стадии выделяют в формировании двигательного акта как навыка?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 10; 11; 20.

## Лекция 3. Физиологические механизмы и закономерности развития физических качеств

*Цель:* изучение физиологических механизмов и закономерностей развития физических качеств.

*Ключевые понятия и термины:* мышечная сила, абсолютная и относительная сила, быстрота, выносливость, аэробная и анаэробная выносливость, гибкость, ловкость, координация движений.

### Вопросы для рассмотрения

1. Представление о мышечной силе и формах ее проявления.
2. Физиологические резервы мышечной силы.

3. Физиологические основы проявления быстроты движений и их качеств.
4. Роль центрально-нервных, периферических и генетических факторов в развитии физических качеств быстроты и силы.
5. Выносливость и определяющие ее факторы.
6. Виды (формы) и специфичность выносливости в различных видах спорта.
7. Физиологические основы выносливости.
8. Гибкость и ее разновидности. Факторы, влияющие на проявления гибкости.
9. Физиологические механизмы развития координации движений.
10. Изменения двигательных качеств в онтогенезе.

**Сила** — способность преодолевать влияние сопротивления за счет собственного напряжения или сокращения мышц. Например, подтягиваясь на перекладине, человек преодолевает свой вес. В зависимости от режима мышечного сокращения различают виды силы: статическая и динамическая. При статической силе мышечное напряжение не сопровождается изменением длины мышц. Этот вид проявляется при удержании веса штанги. При динамической силе напряжение нарастает в связи с изменением длины мышц.

В зависимости от условий различают следующие разновидности статической силы:

— максимальная сила (МС), проявляющаяся в полной мере при электрическом раздражении мышц в лабораторных условиях; когда в работу при этом вовлекаются все двигательные единицы данных мышц (ДЕ) — двигательный нейрон и все мышечные волокна, иннервируемые им;

— при активации МС все ДЕ сокращаются одновременно; сокращения мышц ДЕ осуществляется в режиме гладкого тетануса. В экстремальных ситуациях возможно проявление МС.

Второй вид силы — максимально-произвольная сила (МПС), которая проявляется при очень высоких (предельных) произвольных усилиях, контролируемых сокращением в условиях тренировок и соревнований. Она определяется чаще всего по величине методом динамометрии (кистевой, становой). Максимальная сила всегда больше МПС.  $МС - МПС = \text{силовой дефицит}$ . В практике физической культуры и спорта используется понятие — относительная сила, которая равна  $МПС / \text{вес тела}$ .

Динамическая сила разделяется на медленную и взрывную. Медленная сила проявляется, когда мышечное напряжение не ограничи-

вается рамками времени. Тренируется обычно этот вид силы. Пределные нагрузки связаны со взрывной силой.

К факторам, определяющим развитие мышечной силы, относятся: *Внутримышечная координация* — согласованная работа всех мотонейронов гипертрофированной мышцы между собой и во времени. При этом чем больше частота импульсаций мотонейронов, тем больше выявляется двигательных единиц и больше сил синхронизации сокращения. В свою очередь, количество нервных импульсов зависит от состояния центральной нервной системы, а также эмоционального взрыва (степени мотивации — доминанты). Максимальная координация проявляется в вовлечении в работу нужных мышц с помощью их возбуждения при одновременном торможении ненужных мышц. В процессе тренировок происходит торможение внутри- и межмышечной координации. Аутогенное торможение мотонейронов — это когда растяжение аутогенной мышцы превышает критический уровень, то мотонейрон соответствующей мышцы затормаживается. В результате мышца несколько расслабляется, напряжение падает. Это защищает ее от травмы. При росте тренированности аутогенное напряжение может снижаться, что способствует росту силовых возможностей данного участка мышечного аппарата. Аутогенное торможение может быть снижено фармакологическими средствами. Роль центральных нервных факторов очень высока в развитии мышечной силы. Особенно центральные нервные факторы проявляются на начальном периоде силовой подготовки, когда мышечная масса почти не растет, а сила увеличивается. Далее у взрослых и тренированных спортсменов сила растет за счет **гипертрофии мышц**. Предел обусловлен генетически. Поэтому на фоне утомления и развития охранительного торможения в центральной нервной системе показатели силы снижаются.

*Мышечная координация* — поперечник мышцы, его увеличение за счет миофибрилл; композиция — соотношение белых и красных волокон, преобладание того или другого; приложение силы — момент силы, произведение рычага на вес; предварительная растянутость мышц, чем больше растяжение, тем больше сокращение.

Виды рабочей гипертрофии:

1. Миофибриллярная гипертрофия — увеличивается в количестве миофибрилл. К увеличению предрасположены быстрые белые гликолитические мышечные волокна (IB). Через них достигается значительное увеличение силы. Преобладают у спортсменов силовых и скоростно-силовых видов. Большую роль в развитии фибриллярной гипертрофии играет усиленное белковое питание, состояние

желудочно-кишечного тракта (полноценный гидролиз белков, всасывание аминокислот в тонком и толстом кишечнике, состояние эндокринной системы). В развитии данной гипертрофии большую роль играют гормоны – тироксин (усиление окисления белка), кортикостероиды (перевод белков в углеводы), инсулин (транспорт аминокислот в клетки), тестостерон (анаболики), СТГ (увеличение синтеза).

2. Саркоплазматическая гипертрофия – связана с увеличением объема саркоплазмы (количества митохондрий, гликогена, миоглобина, факторов гликолиза, креатинфосфата и увеличением капиллярной сети). К этому виду предрасположены медленные красные мышечные волокна (тип IА). Оба вида гипертрофии происходят при любой работе, но преобладают при работе на выносливость. К факторам, определяющим силу, как указывалось ранее, относится композиция мышц. Еще одним из них является правильная техника исполнения упражнения.

**Быстрота** – способность совершать наибольшее количество движений в единицу времени или совершать движения в меньшем промежутке времени. Сенситивный период для быстроты в онтогенезе 10–15 лет.

Формы проявления быстроты:

1. Быстрота двигательной реакции характеризуется временем реагирования на какой-либо раздражитель. Различают два вида двигательных реакций: А – простая, когда спортсмен реагирует чувственным движением на заранее чувственный раздражитель, выход со старта; В – сложная, когда спортсмен действует в условиях неопределенности раздражителя (спортивные игры, единоборства).

2. Время двигательной реакции (ВДР) – зависит от следующих факторов: возбудимости рецептора, передачи возбуждения в центральную нервную систему, обработки информации на различных уровнях центральной нервной системы вплоть до высших отделов; проведение возбуждения от центральной нервной системы к мышцам; возбуждение самой мышцы и ее сокращение.

3. Быстрота оценочного движения и темп движения определяют следующими факторами: подвижностью (лабильностью) нервных процессов, а также торможением антагонистов в межмышечной регуляции, лабильностью нервных клеток, типом ВНД (холерики – быстрый темп, флегматики – медленный темп), композицией мышц (белые – больший темп движений), уровнем владения техникой.

В процессе спортивной тренировки рост быстроты обусловлен следующими механизмами: увеличение лабильности нервных и мышечных клеток, ускоряющих проведение возбуждения по нервам

и мышцам; рост лабильности и подвижности нервных процессов, увеличивающих скорость переработки информации в мозгу; сокращение времени проведения возбуждения через межнейронные и нервно-мышечные синапсы; синхронизация активности ДЕ в отдельных мышцах и разных мышечных группах; своевременное торможение мышц-антагонистов; повышение скорости расслабления мышц.

Для каждого человека имеются свои пределы роста быстроты, контролируемые генетически. Скорость ее нарастания также является врожденным свойством.

**Выносливость** — способность организма выполнять длительную работу без снижения интенсивности и эффективности, а также преодолевать развивающееся утомление без снижения работоспособности.

Различают 2 формы проявления выносливости — общую и специальную.

Общая выносливость характеризует способность длительно выполнять любую циклическую работу умеренной мощности с участием больших мышечных групп, а специальная выносливость проявляется в различных конкретных видах двигательной деятельности.

Выносливость всегда специфична, т. е. соответствует определенному виду работы.

Виды выносливости			
Аэробная	Анаэробная		
	Силовая	Скоростная	Скоростно-силовая

Аэробная выносливость — это способность длительно выполнять работу в условиях кислородной достаточности за счет энергии, возникающей в результате окисления углеводов и жиров до воды и углекислого газа. При сгорании белков в организме образуется аммиак, который переводится в мочевину (карбамид) при присоединении к нему двуокиси углерода. В отличие от аэробной выносливости анаэробная выносливость — это способность длительно выполнять работу с преимущественным бескислородным типом энергообмена (АТФ, креатинфосфат, гликолиз).

Факторы, которые определяют аэробную и анаэробную выносливость:

- максимальное потребление кислорода (МПК), которое характеризует максимальную, аэробную мощность человека;
- аэробная емкость;
- порог анаэробного обмена (ПАНО).

Максимальное потребление кислорода (МПК) определяется:

- 1) функциональными возможностями кислородтранспортной системы (КТС), т. е. резервами системы кровообращения, дыхания и крови;
- 2) функциональными возможностями утилизации мышечной системой кислорода (миоглобин, дыхательные ферменты);
- 3) функциональными возможностями ЦНС синхронизировать мышечную и межмышечную регуляцию, терморегуляцию;
- 4) функциональными возможностями вегетативной нервной системы (ВНС): усиливать активность симпатической системы во время работы и парасимпатической системы в процессе отдыха (брадикардия покоя), например, в связи с аэробной активностью у марафонцев ЧСС снижается до 44–46 уд/мин;
- 5) функциональными возможностями желез внутренней секреции: в увеличении выработки АКТГ и СТГ гипофизом и кортикостероидов надпочечниками кортикостероидов (КС), усиливающих глюконеогенез.

Развитие выносливости связано с увеличением резервных возможностей кислородтранспортной системы. Так, со стороны системы кровообращения происходит увеличение систолического и минутного объема крови (СОК, МОК) при уменьшении частоты сердечных сокращений, увеличении отдыха миокарда в диастоле, в результате чего работа сердца становится более эффективной. Величина СОК имеет тесную корреляцию с МПК. Следует подчеркнуть, что состояние сердца является самым важным показателем КТС (кислородтранспортной системы).

Воспитание выносливости приводит к соответствующей перестройке в сердце: к увеличению объемов камер сердца (тоногенная дилатация) за счет удлинения миоцитов и незначительного утолщения миофибрил. Сердце становится растяжимым, нарастает СОК и МОК, брадикардия покоя. Благодаря растяжимости увеличивается сократимость миокарда, чему способствует усиленный синтез сократительных белков. В этом случае также увеличивается СОК за счет более полноценного опорожнения полостей сердца.

Увеличивается число капилляров, отходящих от коронарных сосудов, улучшается утилизация молочной кислоты, превращение ее в пирувиноградную кислоту, гликоген, необходимый сердцу. В миоцитах нарастает количество митохондрий и утилизация кислорода миокардом.

Со стороны системы дыхания наблюдается увеличение жизненной емкости легких (ЖЕЛ), глубины дыхания (ГД), легочной вентиляции (ЛВ), силы дыхательной мускулатуры грудной клетки, растя-



жимости легких и грудной клетки, а также диффузной способности кислорода в легких.

Со стороны системы крови происходит увеличение объема циркулирующей крови (ОЦК), увеличивается приток крови к мышцам за счет их капилляризации, понижения вязкости крови, расширения капилляров, увеличивается теплоотдача. Все это способствует уменьшению нагрузки на миокард.

Увеличивается диссоциация оксигемоглобина в мышечной ткани.

Происходит усиление эритропоэза, в крови нарастает количество эритроцитов, гемоглобина, однако при этом необходимо достаточное поступление в организм железа, для усвоения которого необходимо достаточное количество соляной кислоты в желудочном соке, поступление цианкобаламина (витамина В12).

Увеличиваются функциональные резервы буферной системы крови (буферной емкости), т. е. бикарбонатов, фосфатов, белков, гемоглобина крови, эффективно нейтрализующих в мышцах молочную кислоту (лактат).

Что касается аэробной емкости, то она проявляется в способности длительно поддерживать высокую скорость потребления кислорода, т. е. максимальное время работы на уровне МПК. Такая максимальная емкость у малотренированных людей не более 3 минут, а у тренированных от 5 до 10 минут. У выдающихся спортсменов этот показатель значительно выше.

Необходимо отметить, что мощным стимулятором аэробного обмена является молочная кислота, которая в покое у человека составляет 1,5–2,0 ммоль/л. При работе на границе аэробного и анаэробного обмена в марафоне она составляет около 4,5 ммоль/л.

Порог анаэробного обмена (ПАНО) проявляется в мощности работы на границе (аэробного и анаэробного обмена), сопровождающейся быстрым увеличением концентрации молочной кислоты в крови, выше 4–5 ммоль/л. Нагрузка, при которой концентрация молочной кислоты меньше 4,0 ммоль/л, соответствует 70 % от МПК. При увеличении мощности работы происходит быстрое увеличение содержания молочной кислоты в крови. Порог анаэробного обмена важен при длинных (марафонских) дистанциях. Потребление кислорода при этом соответствует 70 % от МПК, поэтому, чем больше МПК, тем больше ПАНО.

Максимальная анаэробная мощность зависит от запасов АТФ, креатинфосфата, гликогена печени и мышц и представлена скоростью их использования, а также активностью креатинфосфокиназы с образованием АТФ. При анаэробном обмене происходит быстрое

расщепление глюкозы и быстрое нарастание концентрации молочной кислоты в крови.

Максимальная анаэробная емкость определяется величиной кислородного долга, который может образовываться при предельной анаэробной нагрузке, а также устойчивости анаэробных ферментов к большим величинам молочной кислоты. В первую очередь развитие всех видов анаэробной выносливости связано с повышением устойчивости организма к высоким концентрациям молочной кислоты, смещению кислотно-щелочного равновесия в кислую сторону. При этом концентрация молочной кислоты может достигать до 30 ммоль/л.

**Гибкость** — способность выполнять движения с большой или максимальной амплитудой благодаря высокой суставной подвижности, растяжимости мышц и эластичности связочного аппарата.

Роль гибкости в том, что в отдельных видах спорта она является специфическим качеством, которое определяет результативность выступлений (фигурное катание, спортивные танцы и т. д.):

Виды гибкости:

- динамическая (проявляется при динамическом характере физических упражнений, многообразии повторных движений с нарастанием амплитуды);
- статическая (проявляется в статических упражнениях с фиксацией звеньев тела в крайней точке амплитуды; динамическая гибкость всегда меньше, чем пассивная, и разница между пассивной и динамической амплитудой составляет резерв гибкости;
- активная гибкость — способность совершать движения с большой амплитудой за счет собственных усилий;
- пассивная гибкость (проявляется в способности совершать движения с помощью тренажера либо партнера за счет действия внешних сил);
- общая, представляющая движения с большой амплитудой в наиболее крупных суставах;
- специальная, определяемая амплитудой, соответствующей технике показательного двигательного действия (конкретного вида спорта).

Среди факторов, влияющих на развитие гибкости, следует выделить такие, как пол, гормональный фон (эстрогены увеличивают эластичность связок, мышц и суставных связок), возраст. При целенаправленной тренировке гибкость развивается до 25 лет. Оптимальный возраст — 5—12 лет. С возрастом быстрее всего теряет гибкость позвоночник. Кроме того, гибкость связана с временем суток (минимум с 8 до 10 часов и максимум с 12 до 17 часов), с температурой (холод сковывает мышцы, тонус мышц растет). При утомле-

нии снижается активная гибкость, однако пассивная увеличивается. Уставшие мышцы лучше растягиваются. Что же касается питания, то вегетарианское питание способствует увеличению тонуса мышц и увеличению гибкости.

Кроме того, гибкость определяется и конгруэнтностью суставов. Так, чем больше соответствие друг другу суставных поверхностей, тем меньше подвижность в суставах. Наиболее подвижны шаровидные (трехосные), седловидные (двухосные), плоские (лучелоктевой). Подвижность суставов любого вида ограничена, если имеет место повреждение хрящей суставных поверхностей.

Зависит гибкость и от толщины связок и суставной капсулы, напряжения в них — чем оно больше, тем меньше подвижность; силы мышц антагонистов и синергистов — чем больше сила мышц, тем меньше гибкость. Однако это противоречие исчезает при тренированности. Гибкость является одним из ранних по развитию качеств.

**Ловкость** — комплексное понятие, в ее структуру включаются способность быстро осваивать новые упражнения, координированно выполнять сложные движения и эффективно действовать в необычных условиях, создавая новые двигательные акты (экстраполировать двигательные акты). Ловкость менее других качеств контролируется генетически и относится к наиболее тренируемым качествам.

**Координация** — это такая пространственная и временная организация возбуждения в мышечном аппарате, которая обеспечивает двигательные процессы, выполнение задачи движения. Данный аспект интересен для возрастной физиологии, так как физические упражнения сопровождаются сложной динамикой движения и их освоение приходит с возрастом.

Структура ловкости		
Способность управлять пространственно-временными силовыми параметрами движения с помощью сенсорных систем, ЦНС и нервно-мышечного аппарата	Способность быстро перестраивать деятельность при изменении обстановки	Способность быстро осваивать новые виды движений (возможности центральной нервной системы, тип высшей нервной деятельности, школа движений)

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Назовите формы проявления и физиологические механизмы развития силы.
2. Быстрота и формы проявления силы.
3. Дать определение понятию «быстрота».

4. Какими механизмами в процессе спортивной тренировки обусловлен рост быстроты?
5. На какие формы подразделяют качество «выносливость»?
6. Какие из физических качеств меньше всего поддаются тренировке, а какие больше?
7. Какие из физических качеств больше всего востребованы в спортивной ходьбе, беге на коньках и лыжах, гребле, плавании, единоборстве, фигурном катании, прыжках в воду?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 7; 11; 20.

## Лекция 4. Физиологические основы развития тренированности

*Цель:* изучение физиологических основ спортивной тренировки и развития тренированности.

*Ключевые понятия и термины:* спортивная тренировка, состояние тренированности, физиологические показатели тренированности, максимальное потребление кислорода, перетренированность, перенапряжение.

### Вопросы для рассмотрения

1. Физиологическое обоснование объема и интенсивности спортивной тренировки.
2. Функциональные эффекты и физиологические показатели спортивной тренированности.
3. Предел пороговости спортивной тренировки. Специфичность реактивности организма при перетренированности.

Спортивная тренировка — специальный педагогический процесс, который направлен на улучшение физической подготовленности и спортивной работоспособности спортсмена. Тренировка связана с адаптацией организма спортсменов к избранному виду спорта.

Тренировочный процесс основывается на педагогических принципах (активности и сознательности спортсмена, наглядности, систематичности, последовательности, доступности, прочности трениро-

вок) и на физиологических основах процесса тренировки (единство общей и специальной подготовки, непрерывность, цикличность тренировок, постепенное и максимальное расширение физических нагрузок). Правильная организация тренировочного процесса создает условия адаптации спортсмена к специализированным нагрузкам или состояние тренированности, характеризующееся расширением функциональных возможностей организма и увеличением экономичности его работы, высоким уровнем тренированности (достижением спортивной формы).

Значительную роль в росте спортивного мастерства играет тренируемость, или спортивная обучаемость, т. е. способность спортсмена повышать функциональные и спортивные возможности под влиянием тренировки, которая может характеризоваться специфичной направленностью физиологических сдвигов, тренировочными эффектами (развитием быстроты, силы, выносливости и т. п.).

Тренировочные эффекты зависят от объема, интенсивности и частоты тренировок, однако они имеют определенный предел функциональных перестроек организма, вызванных тренировкой, связанный с наследственными качествами, генетической нормой реакции.

Тренируемость спортсмена характеризуется степенью прироста и скоростью различных проявлений признаков организма в процессе многолетней спортивной подготовки. Величина и скорость развития тренировочных эффектов являются независимыми переменными, что позволяет выделить 4 варианта тренируемости: высокая быстрая, высокая медленная, низкая быстрая и низкая медленная тренируемость.

Для успешной тренируемости необходим адекватный выбор спортивной специализации и стиля соревновательной деятельности, а также многоступенчатый отбор спортсменов на каждом этапе подготовки с учетом генетически присущей скорости адаптации к нагрузкам.

Высокая тренируемость спортсмена, обеспечивает сохранение его здоровья, победу на соревнованиях, позволяет достичь экономического эффекта тренировочного процесса, сокращая расходы на оплату труда тренеров и т. д., в то время как неадекватный выбор вида спортивной деятельности сопровождается напряжением компенсаторных механизмов, затруднением восстановительных процессов, задержкой роста спортивного мастерства.

Тренируемость спортсмена связана с тестированием его функциональной подготовленности, оценка которой может проводиться различными видами контроля (текущего, этапного, углубленного

медицинского обследования), в ходе которого исследуют состояние различных органов и систем организма спортсмена.

Текущий (оперативный) контроль отражает ежедневное состояние организма спортсмена на выполняемые физические нагрузки (тест Самочувствие-Активность-Настроение (САН), частота сердечных сокращений и т. п.). Этапный контроль (5–6 раз в году) проводится с использованием менее динамичных показателей (Гарвардский степ-тест, определение максимального потребления кислорода). Углубленное медицинское обследование (1 раз в год) связано с использованием сложной медицинской техники, позволяющей охарактеризовать функциональное состояние органов и систем организма, а также тестировать психофизиологические, индивидуальные типологические характеристики спортсмена. Организм спортсмена в покое характеризуется высокой степенью физической подготовленности, отличающейся от нетренированного человека оптимальной силой и скоростью нервных процессов, прочностью опорного аппарата, гипертрофией мышц, лабильностью нервно-мышечных синапсов, запасами мышечного гликогена, миоглобина, высокой активностью ферментов. Дыхание отличается большей эффективностью (развитостью дыхательных мышц, увеличенной жизненной емкостью, повышенной вентиляцией легких, глубиной дыхания, увеличенным минутным объемом, меньшей частотой дыхания). Для сердечно-сосудистой системы характерны рабочая гипертрофия миокарда, увеличенный ударный и минутный объем крови, брадикардия, спортивная гипотония. Показатели системы крови отличаются большим объемом крови, количеством эритроцитов, гемоглобина, повышенными щелочными резервами.

Показатели состояния покоя косвенно отражают функциональное состояние спортсмена, в то время как его тестирование в условиях физических нагрузок дает полную информацию о резервных возможностях организма, его функциональной подготовленности. Для этого используются стандартные и предельные нагрузки. В случае стандартных нагрузок регламентируется мощность и длительность работы. Они используются для оценки функциональной подготовленности спортсмена и разделяются на общие (неспециализированные) и специализированные. Стандартные нагрузки позволяют установить следующие отличия тренированного от нетренированного человека: быстрое вбрасывание, меньший уровень функциональных сдвигов различных органов, выраженное устойчивое состояние и быстрое восстановление при выполнении физических нагрузок. Эффективность выполнения динамической работы тренированным человеком достигается за счет повышения минутного объема дыха-

ния и роста минутного объема крови за счет увеличения глубины дыхания и ударного объема, в то время как у нетренированного — за счет увеличения частоты дыхания и сердечных сокращений. При выполнении статической работы у тренированных людей менее выражен феномен статических усилий — меньшее подавление функции дыхания и кровообращения во время нагрузки и меньшее их нарастание после выполнения работы.

При выполнении предельных нагрузок тренированный человек выполняет заведомый объем работы большой мощности, затрачивая большую энергию и развивая значительные моторные сдвиги, сопровождаемые значительными в высокой степени сдвигами вегетативных функций, совершенно недоступных для нетренированного человека.

Нарушение тренировочного процесса, проявляющееся в чрезмерности интенсивных нагрузок, ведет к патологическому состоянию организма спортсмена, вызванному прогрессирующим переутомлением в связи с недостаточностью периода отдыха между тренировками. Перетренированность проявляется двигательными и вегетативными нарушениями, общим плохим самочувствием, свидетельствующим о преобладании симпатического отдела автономной нервной системы (психоэмоциональной неустойчивостью, раздражительностью, плохим сном, тахикардией, снижением физической и умственной работоспособности). Возникает состояние отсутствия интереса к спорту, тренировкам. Развитие перетренированности протекает в 3 стадии: первая стадия прекращения роста спортивного мастерства, снижения адаптации организма к нагрузкам; вторая связана с прогрессирующим снижением спортивных достижений, нарушением восстановительных процессов, выраженным нарушением общего состояния; третья стадия характеризуется стойким нарушением функций сердечно-сосудистой, дыхательной систем, со стороны опорно-двигательного аппарата, резким снижением работоспособности и тяжелым самочувствием.

Профилактика перетренированности связана с соблюдением режима тренировок и отдыха, а ее возникновение требует расширения активного или полного отдыха в течение от 1 недели до 1 месяца, с применением реабилитационных средств (массаж, физиотерапевтические процедуры, медикаменты).

При чрезмерных и форсированных физических нагрузках может возникнуть патологическое состояние, характеризующееся резким снижением функционального состояния организма, вызванное

нарушением нервной и гуморальной регуляции организма с нарушением обмена веществ и гомеостаза. Данное состояние возникает при несоответствии физических нагрузок функциональным и энергетическим ресурсам организма человека и проявляется в нарушениях гормонального, ионного баланса, которые ведут к отклонениям в процессах нервно-мышечного возбуждения с возможным очаговым и диффузным поражением сердечной мышцы. Перенапряжение может развиваться остро (резкая слабость, обморочное состояние, острая сердечная недостаточность, летальный исход) или хронически с появления повышенной усталости, полного отсутствия сна и аппетита, болей в сердце, выраженной нестабильности артериального давления, резкого снижения работоспособности.

Восстановление организма при возникновении перенапряжения достигается в результате сокращения или полного прекращения физических нагрузок, использования лекарственных средств терапии сердечно-сосудистой системы с применением сбалансированного питания, богатого витаминами.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Какие требования должны предъявляться к развитию силовых способностей?
2. Что является критерием адаптационных реакций на тренировку?
3. Перечислите показатели тренированности организма в состоянии покоя.
4. Каким образом тренировка аэробного характера улучшает доставку кислорода в мышечные волокна?
5. Как изменяются функции дыхания и ССС во время физической работы у спортсмена и нетренированного человека?
6. Почему для спортсменов, занимающихся видами спорта, не требующими проявления выносливости, важно улучшать кардиореспираторную выносливость?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 9; 20.



## Лекция 5. Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды

*Цель:* изучение спортивной работоспособности в особых условиях внешней среды.

*Ключевые понятия и термины:* терморегуляция, акклиматизация, тепловая адаптация, биологические ритмы, гипобария, гипоксия, водная среда.

### Вопросы для рассмотрения

1. Спортивная работоспособность в условиях изменения температурного режима окружающей среды.
2. Спортивная работоспособность при смене поясно-климатических условий.
3. Спортивная работоспособность в условиях гипобарии.
4. Физиологическая характеристика работоспособности в водной среде.

Физической культурой и массовым спортом занимаются люди разного возраста в разных условиях внешней среды, при этом организм человека может подвергаться воздействию ряда сильных факторов, которые могут приводить к ухудшению функциональной активности, снижению работоспособности организма, и даже к болезням. К особым условиям внешней среды можно отнести изменения температуры и влажности воздуха, водную среду, смену поясно-климатических условий, изменение барометрического давления. Повышенное теплообразование при мышечной работе приводит к изменению существующих механизмов теплоотдачи. В комфортных условиях теплопотери осуществляются следующим образом: 15 % за счет теплопроводения и конвекции; 55 % путем лучеиспускания и около 30 % за счет испарения жидкости с кожных покровов и дыхательных путей. При этом на испарение 1 л жидкости расходуется 580 ккал.

При повышении температуры окружающего воздуха теплоотдача путем проведения и конвекции резко снижается и возрастает испарение пота, что в свою очередь приводит к потере воды — дегидратации (обезвоживанию), которая вызывает напряжение функций сердечно-сосудистой системы. Повышенная влажность воздуха затрудняет теплоотдачу путем испарения пота. Возникает вероятность возникновения перегревания и тепловых ударов. Ухудшение работоспособности

в данных условиях обусловлено снижением возможностей кислород-транспортной системы, обезвоживанием и перегревом организма. В таких условиях работоспособность спортсменов существенно ухудшается.

Таким образом, снижение работоспособности спортсменов в условиях повышенной температуры и влажности воздуха может быть обусловлено снижением кислородтранспортных возможностей сердечно-сосудистой системы, дегидратацией организма и развитием его перегревания.

Предупреждение перегревания организма осуществляется тремя физиологическими процессами.

Первый из них состоит в усилении кожного кровотока, что увеличивает перенос тепла от ядра к поверхности тела и обеспечивает снабжение потовых желез водой.

Второй, физиологический, процесс обусловлен усиленным потообразованием и его испарением.

И наконец, в условиях повышенной температуры окружающей среды уменьшаются скорость потребления кислорода и энергетические расходы, что приводит к снижению теплопродукции.

Регулярное пребывание человека в условиях повышенной температуры и влажности воздуха, а также физические тренировки, связанные с повышением температуры тела, приводят к *адаптации (акклиматизации)* организма, что характеризуется повышением работоспособности в этих условиях. При подготовке к соревнованиям в жарком климате нужно проводить тренировки в аналогичных условиях за 10–14 суток.

Влияние пониженной температуры организма связано главным образом с теплопродукцией и меньше ее остается на обеспечение мышечной работы. Для сохранения тепла в ядре тела теплоизолирующая оболочка увеличивается путем уменьшения кожного кровотока. В организме происходит перестройка обменных процессов. Повышается потребность в жирах, уменьшаются запасы, основной обмен увеличивается, возрастает активность щитовидной железы. Описанные перестройки в организме снижают физическую работоспособность организма.

Физиологические механизмы адаптации организма к водной среде (плаванию) имеет ряд особенностей, отличающих ее от физической работы в воздушной среде. Эти особенности обусловлены механическими факторами: движением в плотной водной среде, горизонтальным положением тела и большой теплоемкостью воды.

Названные особенности водной среды оказывают специальное влияние на деятельность различных органов и систем. В процессе

тренировки у пловцов формируется особое комплексное восприятие различных раздражителей, называемое «чувством воды». Оно обусловлено ощущениями, возникающими при раздражении тактильного, температурного, проприоцептивного и вестибулярного рецепторов. Функции зрительной и слуховой сенсорных систем при нахождении пловца под водой существенно ухудшаются.

Двигательная деятельность пловца определяется горизонтальным положением тела, большим сопротивлением воды движению, включением в работу преимущественно мышц рук и плечевого пояса (до 70 %) и ног — при плавании брассом.

Деятельность внутренних органов и систем организма у пловцов имеет свои особенности (брадикардия, умеренное повышение артериального давления, усиленный венозный приток к сердцу, увеличение ударного и минутного объемов крови, расширение полостей сердца и умеренная гипертрофия миокарда). При дыхании пловцам приходится преодолевать сопротивление воды, в связи с этим у них хорошо развита дыхательная мускулатура.

Изменения в картине крови при плавании характеризуются увеличением содержания эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов. При плавании почти отсутствует потоотделение, поэтому продукты обмена веществ у пловцов могут выводиться только через почки, что предъявляет дополнительные требования к их функциям.

Физиологические механизмы адаптации при смене поясноклиматических условий обусловлены ритмическими изменениями явлений природы, под воздействием которых в организме человека сформировались определенные ритмы физиологических функций (биоритмы). Различают околосуточные, околόμεсячные, сезонные, годовичные, многолетние и другие биоритмы.

Среди биологических ритмов человека центральное место занимают околосуточные или циркадианные ритмы, период которых колеблется около 24 часов. Стереотипные, тысячелетиями повторяющиеся суточные колебания среды в виде смены дня и ночи создали в организме человека прочную систему последовательных изменений функций организма (центральной нервной системы, гемодинамики, дыхания, в системе крови и терморегуляции, в деятельности пищеварительного аппарата и обмене веществ, в физической и умственной работоспособности и в других проявлениях жизнедеятельности организма).

Возможность нарушения суточных биологических ритмов обусловлена двумя факторами: 1) сменной работой (ночные смены, вахты); 2) быстрым перемещением людей в широтном направлении при

пересечении нескольких часовых поясов (включая участие спортсменов в спортивных соревнованиях в различных поясно-климатических условиях). Происходит перестройка биоритмов, которая проявляется как субъективными, так и объективными нарушениями (быстрая утомляемость, слабость, бессонница в ночное время и сонливость в дневные часы, изменения функций организма и пониженная работоспособность). Подобное состояние человека получило наименование «десинхроноза». Выраженность десинхроноза, характер и скорость адаптационных перестроек в новых условиях зависят от величины поясно-временных сдвигов, направления перелета, контрастности поясно-климатического режима в пунктах постоянного и временного проживания, характера двигательной деятельности спортсменов. При возвращении в место постоянного жительства реадaptация людей протекает в более короткий период, чем адаптация к новым условиям. В основе формирования суточной периодики лежит условно-рефлекторный динамический стереотип, образование которого в новых условиях проходит несколько фаз: 2–5-е сутки после перелета характеризуются снижением функций организма и показателей работоспособности; 6–10-е сутки сопровождаются колебаниями названных показателей; 11–14-е сутки сопровождаются полным их восстановлением, после 15 суток иногда отмечается превышение исходного уровня (сверхвосстановление).

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

Физиологические механизмы адаптации в условиях измененного барометрического давления связаны с тренировками и соревнованиями в горной местности и сопряжены с влиянием на организм факторов гипобарии, пониженного атмосферного давления, которое ведет к разрежению воздуха, состоящего из азота (78 %), кислорода (21 %), углекислого газа (0,9 %) и инертных газов, развитию гипоксемии. Затруднения в выполнении физической нагрузки вызывают дефицит кислорода, понижение температуры и влажности воздуха, его высокая ионизация, повышенная солнечная радиация и уменьшение силы гравитации. С другой стороны, аквалангисты, пловцы-подводники, акванавты испытывают воздействие гипербарических условий. И в том и в другом случае основным биологическим фактором, вызывающим ухудшение функций организма и снижение работоспособности, является кислород. При этом процентное содер-

жание кислорода и на высоте, и на глубине остается постоянным, но уменьшается или возрастает парциальное (частичное) его давление. Поэтому на высоте более 3000 м при вдыхании воздуха развивается кислородная недостаточность (гипоксия), а на глубинах более 60 м (опять же при дыхании воздухом) возникает отравление избыточным содержанием кислородом (гипероксия). Высоты до 1000 м над уровнем моря принято считать низинным, от 1000 до 3000 м — среднегорьем и выше 3000 м — высокогорьем. Основные тренировки, а иногда и соревнования проводятся на высотах 2500—3000 м, то есть в среднегорье. Первые дни нахождения человека в условиях среднегорья сопровождаются снижением работоспособности (утомляемость, вялость). Особенно существенно ее снижение в видах спорта, для которых характерен значительный кислородный запрос, рост кислородного долга (бег и плавание на средние и длинные дистанции, велосипедные и лыжные гонки). В видах спорта с анаэробным типом энергетики (гимнастика, акробатика, тяжелая атлетика, спринтерский бег) результаты практически не изменяются. По прошествии 10—15 суток самочувствие нормализуется, наступает адаптация покоя и к умеренной мышечной деятельности. Другими словами, развивается акклиматизация, которая осуществляется по двум физиологическим механизмам: а) путем повышения доставки кислорода тканям вследствие нормализации функций кислородтранспортной системы; б) приспособлением органов и тканей к пониженному содержанию кислорода в крови и уменьшением вследствие этого уровня метаболизма. Поэтому перед соревнованиями в видах спорта на выносливость рекомендуются тренировки спортсменов в горных условиях, рекомпрессионных камерах, в замкнутом пространстве (резиновый мешок).

При снижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, альвеолярном воздухе и в крови может развиваться патологическое состояние — высотная или горная болезнь. Первые ее признаки могут проявиться на высоте 1500—2000 м. На этой границе насыщение крови кислородом находится у нижней границы нормы, развивается гипоксия. Нередко ее называют «коварным» патологическим состоянием. В основе коварства лежит характерная триада признаков: эйфория (повышенное настроение), потеря сознания без предвестников при хорошем самочувствии, ретроградная амнезия (утрата памяти о предшествующем событии). Изменения функций организма при гипоксии носят адаптационный и компенсаторный характер, что проявляется в учащении дыхания, ЧСС, увеличении количества эритроцитов, гемоглобина, объема циркулирующей крови и возрас-

танием ее кислородной емкости. Высота 5000 м — граница бескислородного полета, где может развиваться нарушение психической деятельности, психомоторика. Высота 8000 м — «порог смерти».

При действии повышенного барометрического давления на организм возникают функциональные изменения со стороны разных органов и систем. Изменения функций центральной нервной системы указывают на преобладание процессов возбуждения. Со стороны дыхания отмечается увеличение сопротивления дыханию, уменьшение скорости выдоха и снижение максимальной вентилиции легких. Наиболее типичной реакцией органов кровообращения является брадикардия, понижение максимального и повышение минимального артериального давления, т. е. уменьшение пульсового давления. Наблюдается также замедление скорости кровотока, снижение количества циркулирующей крови, ударного и особенно минутного ее объемов. Изменения в периферической крови характеризуются уменьшением количества эритроцитов и гемоглобина, умеренно выраженным лейкоцитозом, угнетается секреторная деятельность пищеварительных желез; моторная функция желудочно-кишечного тракта усиливается и возрастает диурез. Все виды обмена веществ нарушаются, что приводит к снижению энергообмена и падению уровня физической работоспособности. Возникающие в организме изменения в большинстве случаев носят функционально-приспособительный характер и через несколько часов, как правило, все показатели возвращаются к норме.

Во время работы под водой при нарушении режимов безопасности могут возникать различные патологические состояния и профессиональные заболевания. К их числу относятся: отравление кислородом, кислородное голодание, отравление углекислым газом, переохлаждение или перегревание организма, утопление, особый синдром повышенного давления (барогипертензионный синдром), баротравма легких и декомпрессионная (кессонная) болезнь.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Опишите влияние пониженного атмосферного давления, ограничивающее мышечную деятельность.
2. На какие виды мышечной деятельности отрицательно влияют условия высокогорья?
3. Улучшит ли спортсмен, занимающийся циклическим видом спорта, спортивный результат в обычных условиях (на уровне моря)

после периода тренировочных занятий в условиях высокогорья?  
Почему да или почему нет?

4. Как влияет погружение в воду на ЧСС? Чем это обусловлено?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 6; 20.

## Лекция 6. Физиологические основы спортивной тренировки женщин

*Цель:* изучение физиологических основ спортивной тренировки женщин.

*Ключевые понятия и термины:* овариальный цикл, эстрогены, прогестерон, беременность.

### Вопросы для рассмотрения

1. Морфофункциональные особенности женского организма.
2. Особенности проявления силовых, скоростно-силовых и аэробно-анаэробных возможностей женского организма.
3. Овариально-менструальный цикл и физическая работоспособность женщин.
4. Учет фаз биологического цикла при построении тренировочного процесса.
5. Влияние больших нагрузок на организм спортсменок.
6. Физиологическая обоснованность влияния физических упражнений и умеренной двигательной активности в развитии и течении нормальной беременности, восстановительный послеродовой период.

Здоровье женщин связано со здоровьем будущих поколений, с производственной деятельностью, общественной жизнью, спортом. Поэтому занятия физической культурой и спортом — это путь к всестороннему физическому развитию организма женщин. При занятиях физической культурой и спортом необходимо учитывать морфофункциональные особенности женского организма.

Роль женщин в производственной сфере, спорте и общественной жизни непрерывно возрастает, от укрепления их здоровья зависит

развитие будущего поколения. Это делает необходимым всестороннее научное обоснование физического воспитания и спортивной тренировки женщин.

Особенности строения и функционирования женского организма определяют его отличия в умственной и физической работоспособности. В общебиологическом аспекте женщины по сравнению с мужчинами характеризуются лучшей приспособляемостью к изменениям внешней среды (температурные сдвиги, голод, кровопотери, некоторые болезни), меньшей детской смертностью и большей продолжительностью жизни.

В общебиологическом плане организм женщин отличает лучшая приспособляемость к изменениям внешней среды, меньшая детская смертность, большая продолжительность жизни.

Специфическими особенностями деятельности мозга женщин являются высокая способность к переработке речевой информации (овладение иностранными языками, синхронным переводом), в то же время цифровая память и скорость переработки цифровой информации ниже, чем у мужчин. Женщины обладают более высоким уровнем мотивации и эмоциональной возбудимости, имеют высокую чувствительность кожных рецепторов, двигательной, вестибулярной и сенсорных систем, обладают точностью движений, быстрой переработкой зрительной информации, музыкальным слухом.

Двигательный аппарат характеризуется меньшими длиной тела и массой, узкими плечами и широким тазом, короткими конечностями, определяющими более низкое расположение центра тяжести тела. Женщины обладают высокой гибкостью, обусловленной гормональным фоном (большой уровень эстрогенов крови придает эластичность связочному аппарату), ловкостью. Благодаря хорошей подвижности позвоночника, эластичности связочного аппарата возможна *значительная амплитуда движений, большая гибкость*. Сравнительно легче выполняется поперечный шпагат. Красоте и эффективности движений способствует и то, что у женщин чаще встречается высокий свод стопы и реже плоскостопие. Леворукость встречается в 3 раза реже, чем у мужчин. Заметно преобладает по сравнению с мужчинами правосторонняя асимметрия — сочетание преимущества правой руки, ноги и глаза.

Для женского организма характерны специфические особенности проявления и более раннее развитие физических качеств в процессе индивидуального развития (онтогенеза).

Абсолютная мышечная сила меньше, чем у мужчин, так как у них тоньше мышечные волокна и меньше мышечная масса (примерно



30–35 % массы тела), но относительная сила у женщин приближается к мужской (вследствие меньшей массы тела), меньше развито качество быстроты (максимальная скорость и частота движений). Они имеют высокую общую выносливость, особенно к циклической работе аэробного характера (несмотря на более низкую концентрацию эритроцитов крови и гемоглобина), и низкие возможности к работе в анаэробных условиях вследствие более низкого содержания гликогена, креатинфосфата, аденозинтрифосфорной кислоты. Вместе с тем *большие запасы жира и способность его использования в качестве источника энергии* также определяют приспособленность женщин к циклической работе большой и умеренной мощности.

Менее благоприятна реакция женского организма на длительные и мощные статические нагрузки, которые вызывают в организме, в частности в сердечно-сосудистой системе, значительные изменения из-за несовершенства моторно-висцеральных рефлексов. Такие нагрузки рекомендуется тщательно дозировать и сочетать с динамическими, особенно у девочек-подростков. Наибольшую статическую выносливость у мужчин имеют мышцы — сгибатели туловища, а у женщин мышцы — разгибатели туловища. При локальной аэробной работе руками (на уровне 80 % МПК) мужчины и женщины с равными МПК не различаются по выносливости. В том числе для женщин характерен более низкий уровень основного обмена (примерно на 7 %). Экономичность основного обмена определяет более высокую выживаемость женщин в определенных условиях (например, при голодании).

Рабочие энерготраты зависят от характера нагрузки. При сходстве биомеханических условий движений (работа на велоэргометре) и расчете энерготрат на 1 кг массы тела потребление кислорода при повышении мощности работы у женщин нарастает в той же мере, что и у мужчин. Однако в условиях естественных локомоций энерготраты женщин в расчете на 1 кг массы превышают показатели мужчин: при ходьбе на 6–7 %, при беге на 10 %. При этом и общие энерготраты у женщин значительно больше. Это связано с различиями в строении тела и, соответственно, с менее экономичной техникой выполнения спортивных упражнений (при локомоциях у женщин короче и чаще шаги, больше колебания тела).

**Вегетативные функции.** Структура и функции внутренних органов различны. Сердце у женщин по объему и массе меньше. Абсолютный объем сердца у незанимающихся спортом женщин составляет в среднем 580 см<sup>3</sup>, у спортсменок — 640–740 см, с чем и связан мень-

ший систолический и минутный объем; выше частота сердечных сокращений. Минутный объем крови у женщин порядка 4 л · мин в покое. Максимальное его увеличение до 25 л/мин наблюдается при работе в зоне субмаксимальной и большой мощности. Рабочее увеличение МОК достигается менее эффективным путем — за счет повышения частоты сердечных сокращений. В состоянии покоя ЧСС у женщин порядка 72–78 уд / мин. При выполнении одинаковой работы в аэробных условиях ЧСС у спортсменок выше на 20–40 уд / мин, чем у спортсменов, но ниже, чем у нетренированных женщин. Тип дыхания грудной, частота дыхания выше, чем у мужчин, глубина — меньше, как и минутный объем дыхания. У женщин также меньше объем крови.

На функциональное состояние и работоспособность женщин сильное влияние оказывают курение, употребление алкоголя и наркотиков. Привыкание к алкоголю у женщин идет значительно быстрее, чем у мужчин. Последствия вредных привычек катастрофичны не только для состояния самой женщины, но и для сохранения здоровья ее детей.

Изменения функционального состояния организма, спортивная работоспособность и физические качества зависят у женщин от специфического биологического (овариально-менструального) цикла женского организма, связанного с ежемесячным созреванием яйцеклеток, подчиненным гормональным сдвигам в течение лунного месяца (в среднем равным 28 дням).

Овариальный цикл (изменение гормонального фона) примерно разделен по времени на 2 фазы, фолликулярную и прогестероновую. В течение фолликулярной фазы происходит созревание яйцеклетки, в середине овариального цикла ее овуляция (разрыв созревшего фолликула, выход яйцеклетки в маточные трубы и продвижение к матке), далее на месте вышедшей из яичника яйцеклетки формируется желтое тело (прогестероновая фаза).

Процесс созревания яйцеклетки контролируется ФСГ и женским половым гормоном (эстрадиолом), а образование желтого тела, ЛГ и прогестероном (гормоном желтого тела).

Во влагалище и матке соответственно гормональным фазам овариального цикла происходят повторяющиеся изменения менструального цикла, завершающегося менструацией (маточным кровотечением, отторжением слизистой и набухшего поверхностного слоя миометрия) — I (менструальная) фаза (1–5 дней). Во II (постменструальной) фазе происходит созревание яйцеклетки (4–12-й день). В III (овуляторную) фазу происходит выход яйцеклетки из фолликула и продвижение ее по маточным трубам в матку (13–14-й день).

В IV (постовуляторной) фазе остатки фолликула образуют желтое тело, синтезирующее прогестерон (15–25-й день). В V (предменструальной) фазе, если яйцеклетка не оплодотворена, желтое тело дегенерирует, наступает следующая менструация (26–28-й день).

Значительные изменения гормонального фона организма женщин в период овариально-менструального цикла, обусловленные динамикой функциональной активности коры больших полушарий, гипоталамуса, гипофиза и половых желез, могут быть причиной значительного физического и психического напряжения для женского организма при спортивной деятельности, так как вместе с перестройкой гормональной активности изменяется функциональное состояние всех систем организма. В I, III и V-й фазах ухудшается функциональное состояние и снижается умственная и физическая работоспособность, повышается вероятность физиологического стресса, а во II и IV-й фазах работоспособность повышается.

Регулярное применение больших объемов тренировочных нагрузок, недостаточное соблюдение принципа постепенности в повышении их объема и интенсивности могут приводить, особенно у юных спортсменок, к неблагоприятным изменениям, прежде всего к нарушениям овариально-менструальных циклов (ОМЦ), их регулярности, интенсивности и полному прекращению. Большие нагрузки вызывают увеличение выброса гипофизом адренокортикотропного гормона и, соответственно, выброса надпочечниками андрогенов. Это тормозит гонадотропную функцию гипофиза и в результате нарушается функция яичников.

Интенсивные тренировки с большим объемом нагрузок, начатые до начала периода полового созревания, могут задерживать срок наступления первых менструаций, а после их наступления — приводить ко вторичному их исчезновению. Повышенные нервные и психические нагрузки во время соревнований у недостаточно подготовленных спортсменок могут приводить к нарушениям ОМЦ, обморокам, быстрой утомляемости, снижению спортивных результатов.

Таким образом, при построении тренировочного процесса у женщин важным является дневник гинекологического самоконтроля, помогающий спортсменке и тренеру ориентироваться в уровне нагрузок и отдыха, занятий (бассейн, тренажерный зал). Особенности тренировочных занятий в связи с беременностью связаны с уменьшением интенсивности нагрузок, а далее с прекращением тренировок. Возобновление интенсивных тренировок после родов допускается по прекращении кормления ребенка грудью.

## Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Сравните состав тела мужчин и женщин, спортсменов и неспортсменов.
2. Какую роль играет тестостерон в развитии силы и чистой массы тела?
3. Какие различия в сердечно-сосудистой системе существуют между мужчинами и женщинами с точки зрения выполнения субмаксимальной физической нагрузки? Максимальной нагрузки?
4. Почему двигательные способности девочек и мальчиков не отличаются до пубертатного периода и значительно отличаются после него?
5. Как влияет на мышечную деятельность менструальный цикл?
6. Почему у интенсивно тренирующихся женщин могут прекращаться менструации на несколько месяцев или лет?
7. Какие факторы риска связаны с выполнением физических нагрузок беременными женщинами? Как их избежать?
8. Как отличаются реакции женского организма от реакций мужского в условиях повышенной температуры и влажности окружающей среды? В условиях высокогорья?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 5; 12; 20.

## Лекция 7. Физиолого-генетические особенности спортивного отбора

*Цель:* изучение физиолого-генетических особенностей спортивного отбора.

*Ключевые понятия и термины:* спортивный отбор, критические периоды, сенситивные периоды, тренируемость, генетический маркер.

### Вопросы для рассмотрения

1. Параметры спортивного отбора.
2. Методы исследования спортивного отбора.
3. Наследуемость проявления физических качеств.
4. Учет тренируемости спортсменов.
5. Факторы отбора для успешного развития тренированности
6. Генетические, абсолютные и условные маркеры.

**Спортивный отбор** представляет собой многоступенчатый процесс с изменяющимися требованиями к организму человека в ходе многолетней тренировки. Для этого необходимо учитывать врожденные и приобретенные особенности для каждого отдельного человека.

Среди мероприятий по физическому воспитанию населения весьма важную роль играют процессы спортивного отбора и спортивной ориентации. Они 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, то есть *задатки*. Для этого необходимо учитывать и многие другие параметры: 1) динамику индивидуальных реакций организма спортсмена на предъявляемые нагрузки; 2) возрастные периоды наибольшей эффективности тренирующих воздействий для развития разных физических качеств; 3) индивидуальный тип адаптации к физическим упражнениям определенной направленности; 4) скорость и мощность мобилизации функциональных резервов данного организма; 5) выраженность и темпы проявления срочной и долговременной адаптации ко всему комплексу спортивной деятельности.

За последние годы все больше и больше выявляется значение наследственных влияний на многие показатели строения и функций организма человека, а также на степень развития разных его физических качеств.

**Наследственность** заключается в способности живых организмов передавать свои признаки следующим поколениям. В противоположность этому, **изменчивость** связана со способностью изменения наследственных задатков и их проявлений в процессе развития организмов. Совокупность всех наследственных задатков называется генотипом, а совокупность всех признаков организма — фенотипом. Фенотип зависит от возможности врожденных задатков проявиться в определенных условиях жизни.

Генетика человека исследуется следующими основными методами: генеалогический (метод родословных), в котором составляются и анализируются родословные для изучаемого человека; цитологический (изучение особенностей хромосом, ДНК); популяционный (анализ наследственности в изолированных группах населения); близнецовый.

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

Для морфологических признаков в большей степени значительны влияния наследственности на продольные размеры тела, в наименьшей — на объемные размеры и на состав тела. Величина коэффициента наследуемости важна для костной и жировой ткани.

Для функциональных показателей выявлена значительная генетическая обусловленность многих физиологических параметров: 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 и жизненный показатель (ЖЕЛ/кг), частота и глубина дыхания, минутный объем дыхания, длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе, парциальное давление  $O_2$  и  $CO_2$  в альвеолярном воздухе и крови, содержание холестерина в крови, скорость оседания эритроцитов, группы крови, иммунный статус, гормональный профиль и некоторые другие.

Под генетическим контролем также находятся психологические, психофизиологические, нейродинамические, сенсомоторные показатели и характеристики сенсорных систем, а также большая часть показателей электрической активности коры больших полушарий, скорость переработки информации, пропускная способность мозга, коэффициент интеллектуальности, цветоразличение и его дефекты (дальтонизм), критическая частота слияния световых мельканий и др.

Существуют и некоторые различия в наследовании признаков по полу. Например, 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 за-

дач, ориентация в новых ситуациях. У женщин в большей степени запрограммированы генетически рост и вес тела, развитие и сроки начала моторной речи, проявления симметрии и функции больших полушарий. Наследственные влияния на различные физические качества не однотипны. Они проявляются в различной степени генетической зависимости и обнаруживаются на различных этапах онтогенеза. Наиболее тренируемыми *физическими качествами* являются *ловкость и общая выносливость, а наименее тренируемыми — быстрота и гибкость. Среднее положение занимает качество силы* (табл. 1). Это подтверждается данными многих исследователей о степени прироста различных физических качеств в процессе многолетней спортивной тренировки: показатели качества быстроты (в спринтерском беге, плавании) 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.

Таблица 1

**Показатели влияния наследственности (Н)  
на физические качества человека**

№	Показатели	Коэффициент наследуемости
1	Скорость двигательной реакции	0.80
2	Теппинг-тест	0.85
3	Скорость элементарных движений	0.64
4	Скорость спринтерского бега	0.70
5	Максимальная статическая сила	0.55
6	Взрывная сила	0.68
7	Координация движений рук	0.45
8	Суставная подвижность (гибкость)	0.75
9	Локальная мышечная выносливость	0.50
10	Общая выносливость	0.65

Различают два периода онтогенеза, от которых зависят наследственные влияния на морфофункциональные особенности и физические качества человека.

**Критические периоды**, характеризующиеся повышенной активностью отдельных генов и их комплексов, контролирующих развитие каких-либо признаков организма, и **сенситивные периоды** — это периоды снижения генетического контроля и повышенной чувстви-

тельности отдельных признаков организма к средовым влияниям, в том числе педагогическим и тренерским.

Учет сенситивных периодов необходим при проведении спортивного отбора для правильной оценки состояния организма и особенностей физических качеств спортсмена. Поэтому 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) лишь в сенситивный период обеспечивают наибольший тренировочный эффект.

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: *степенью 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, контролирующих 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 первую очередь в процессе спортивного отбора необходимо обращать внимание на мало изменяемые показатели, которые имеют наибольшую прогностичность, так как тренировочный процесс их мало затрагивает. Именно эти показатели будут лимитировать спортивные достижения в процессе тренировки.

При систематических занятиях спортом или профессиональной деятельностью практически не изменяются *амплитудно-частотные характеристики электрической активности мозга — электроэнцефалограм-*



мы, 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. Эти особенности отражают уровень функциональной подготовленности спортсменов и их следует учитывать на более высоких этапах отбора.

Высокотренируемые и низкотренируемые спортсмены различаются по величине сдвига работоспособности, физических качеств и функциональных показателей, по скорости изменений всех этих показателей 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, высокая медленная, низкая быстрая и низкая медленная тренируемость.

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

Для успешного развития тренированности спортсменов в плане отбора и прогноза необходимы 2 фактора:

**адекватный для генетических задатков выбор** спортивной специализации, стиля соревновательной деятельности, ведущей руки и ноги спортсмена;

**многоступенчатый отбор** на каждом этапе многолетней подготовки, с учетом генетически присущей спортсмену скорости адаптации к специализированным нагрузкам.

Высокая тренируемость, сокращая время подготовки высококвалифицированного спортсмена, позволяет выполнить биологическую (сохранение его здоровья), социальную задачи (победы на соревнованиях) и достичь высокого экономического эффекта тренировоч-

ного процесса. Фактор времени имеет огромное значение и для личной жизни спортсмена.

Особую важность для практики спорта все более приобретает использование в отборе так называемых маркеров, отражающих наследственные задатки отдельных индивидуумов.

**Генетическим маркером** называют легко определяемый, устойчивый признак организма, жестко связанный с его генотипом, по которому можно судить о вероятности проявления другой, трудно определяемой характеристики, основными свойствами которого является жесткая генетическая обусловленность (его коэффициент наследуемости порядка  $H = 1.0$ ); полное проявление в последующих поколениях; хорошая выраженность; малая зависимость от факторов внешней среды; практическая неизменность на протяжении различных периодов жизни.

С помощью генетических маркеров возможно выявление генетических задатков даже у детей. Выявленные маркером задатки человека, характеризующая возможные его способности, сохраняют свое влияние на всю последующую жизнь.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Раскрыть суть спортивного отбора.
2. Дать характеристику наследуемости.
3. Раскрыть критические и сенситивные периоды наследственности.
4. На какие показатели необходимо обращать внимание в процессе спортивного отбора?
5. Какие факторы необходимы для успешного развития тренированности спортсменов?
6. Что называют генетическим маркером?

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 15; 19; 20.

## Лекция 8. Физиологические основы оздоровительной физической культуры

*Цель:* изучение физиологических основ оздоровительной физической культуры.

*Ключевые понятия и термины:* стресс, физический стресс, эмоциональный стресс, монотония, гипокинезия, гиподинамия.

### Вопросы для рассмотрения

1. Роль физической культуры в условиях современной жизни.
2. Роль физической культуры в жизнедеятельности человека.
3. Гипокинезия и гиподинамия, их влияние на организм человека.
4. Влияние недостаточной двигательной активности на организм человека.
5. Нервно-психическое напряжение, монотонность деятельности и их влияние на организм человека.
6. Основные формы оздоровительной физической культуры и их влияние на функциональное состояние организма.

Человек и внешняя среда тесно взаимосвязаны друг с другом. Организм человека, являясь открытой системой, тесно связан с ней — он получает из воздуха кислород для дыхания, пищу для энергообеспечения жизнедеятельности, различного рода информацию из социального окружения для своего развития. Многие влияния оказывают неблагоприятное воздействие, и человеку необходимо принимать специальные меры для поддержания своей работоспособности и здоровья. Среди факторов, позволяющих поддерживать необходимый уровень здоровья и высокую работоспособность человека, одно из важнейших мест занимает физическая культура. При этом не требуется больших материальных затрат.

Внешняя среда оказывает на человека не только положительное, но и отрицательное влияние. Негативные воздействия могут вызывать различные факторы неживой природы (абиотические), живой природы (биотические) и социальной сферы.

Среди них следует учитывать **физические факторы** — колебания давления и температуры, проникающая радиация, шум, вибрации и др.; **химические факторы** — различные вещества в воде, воздухе, земле, пище; **биологические факторы** — инфекции, вирусы. Кроме того, успехи науки и техники, наряду с полезным эффектом, приво-

дят в современной жизни также и к неблагоприятным последствиям. Избыточность информации, постоянный дефицит времени и пр. снижают необходимый уровень двигательной деятельности и повышают нервно-психическое напряжение человека, вызывая стрессовые состояния и угрожая здоровью населения.

Устав Всемирной организации здравоохранения определяет понятие здоровья как «полное физическое, психическое и социальное благополучие». При этом выделяется четыре степени адаптации к условиям окружающей среды или четыре уровня функциональных возможностей человека: 1) удовлетворительная адаптация, достаточные функциональные возможности человека; 2) состояние функционального напряжения; 3) неудовлетворительная адаптация, функциональные возможности организма снижены; 4) значительное снижение функциональных возможностей организма, истощение физиологических резервов, срыв адаптации.

Эти уровни адаптации отражают риск потери работоспособности и характеризуют изменения в ряде функциональных показателей организма.

В процессе эволюции животного мира, в том числе человека, многие органы и системы организма формировались в тесной взаимосвязи с разного рода движениями. Без работы мышц невозможно перемещение человека в пространстве, осуществление внешнего дыхания, перекачивание крови сердцем, продвижение пищи по пищеварительному тракту, работа мочеполовой системы, передача звуковых волн в слуховом аппарате, поисковая функция глаза и чтение текста, произнесение слов и многие другие функции.

Нарастающее в современном мире **ограничение подвижности противоречит самой биологической природе человека**, нарушая функционирование различных систем организма, снижая работоспособность и ухудшая состояние здоровья. Чем больше прогресс освобождает человека от физического труда и излишних движений, тем больше растет необходимость компенсации двигательной активности. В этих условиях очевидна роль развития массовых форм физической культуры. Приобщение к физической культуре очень важно для женщин, от здоровья которых зависит качество потомства; для детей и подростков, развитие организма которых крайне нуждается в высоком уровне подвижности; для лиц пожилого возраста с целью сохранения бодрости и долголетия.

Наряду со многими отрицательными демографическими явлениями (сокращение рождаемости, повышение смертности, снижение продолжительности жизни), в последнее время обнаруживается рост

проявлений **физиологической незрелости**. Ребенок рождается доношенным, с нормальным весом и длиной тела, но в функциональном отношении недостаточно зрелым. Это проявляется в его **пониженной двигательной активности, мышечной слабости (гипотонии), быстрой утомляемости, снижении устойчивости к простудным и инфекционным заболеваниям (снижение иммунитета), неустойчивыми эмоциональными реакциями, слабым типом нервной системы**. Результатом физиологической незрелости являются недостаточное развитие физических качеств и навыков, ожирение, развитие близорукости, искривление позвоночника, плоскостопие, детский травматизм. Эти явления накладывают свой отпечаток на всю последующую жизнь человека. Они приводят к задержке полового развития (инфантилизму) в подростковом периоде, к снижению физической и умственной работоспособности в зрелом возрасте и к раннему старению пожилых людей.

Борьба с проявлениями физиологической незрелости не может сводиться к психологическим или педагогическим мероприятиям. Основное необходимое средство противостояния этому явлению — **повышение двигательной активности**. Это путь к долголетию и здоровому образу жизни в любом возрасте. Развитие массовой физической культуры и спорта не только обеспечивает сохранение здоровья и повышение работоспособности, но и **способствует заполнению досуга и отвлечению населения, в особенности подростков, от вредных привычек — курения, алкоголизма и наркомании**.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма человека необходима достаточная активность скелетных мышц. Работа мышечного аппарата способствует развитию мозга и установлению межцентральных и межсенсорных взаимосвязей. Двигательная деятельность повышает энергопродукцию и образование тепла, улучшает функционирование дыхательной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Недостаточность движений нарушает нормальную работу всех систем и вызывает появление особых состояний — гипокинезии и гиподинамии.

Для этого необходимо мотивировать у населения высокую потребность в занятиях физической культурой. Спортивные достижения выдающихся атлетов вдохновляют большие массы людей и способствуют их приобщению к систематическим спортивным занятиям.

**Гипокинезия — это пониженная двигательная активность**. Она может быть связана с физиологической незрелостью организма, с особыми условиями работы в ограниченном пространстве, с некоторыми заболеваниями и другими причинами. В некоторых случаях (гипсовая

повязка, постельный режим) может быть полное отсутствие движений или акинезия, которая переносится организмом еще тяжелее.

**Гиподинамия** — это *понижение мышечных усилий*, когда движения осуществляются, но при крайне малых нагрузках на мышечный аппарат. В обоих случаях скелетные мышцы нагружены совершенно недостаточно. Возникает дефицит биологической потребности в движениях, что резко снижает функциональное состояние и работоспособность организма человека. Недостаточная двигательная активность приводит к некоторым изменениям в организме человека. Например: в центральной нервной системе гипокинезия и гиподинамия вызывают потерю многих межцентральных взаимосвязей, в первую очередь из-за нарушения проведения возбуждения в межнейронных синапсах, т. е. возникает асинапсия. При этом изменяется психическая и эмоциональная сфера, ухудшается функционирование сенсорных систем. Поражение мозговых систем управления движениями приводит к ухудшению координации двигательных актов, возникают ошибки в адресации моторных команд, неумение оценивать текущее состояние мышц и вносить коррекции в программы действий.

В двигательном аппарате отмечаются некоторые дегенеративные явления, отражающие атрофию мышечных волокон — снижение массы и объема мышц, их сократительных свойств. Ухудшается кровоснабжение мышц, энергообмен. Происходит падение мышечной силы, точности, быстроты и выносливости при работе (особенно статической выносливости).

**Дыхание** при недостаточной двигательной активности характеризуется уменьшением глубины дыхания, минутного объема дыхания и максимальной легочной вентиляции. Резко увеличивается кислородный запрос и кислородный долг при работе. Основной обмен и энергообмен понижаются.

Нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы. Возникает атрофия сердечной мышцы, ухудшается питание миокарда. В результате развивается ишемическая болезнь сердца. Частота сердечных сокращений при этом повышается как в покое, так и при физических нагрузках.

Ослабленные скелетные мышцы не могут в должной мере способствовать венозному возврату крови. Недостаточность или полное отсутствие их сокращений практически ликвидирует работу «мышечного насоса», облегчающего кровоток от нижних конечностей к сердцу против силы тяжести. При низких физических нагрузках и малом увеличении глубины дыхания при работе почти не помогает кровотоку и «дыхательный насос», так как присасывающее действие понижен-

ного давления в грудной полости и работа диафрагмы ничтожны. Все эти следствия пониженной двигательной активности вызывают в современном мире огромный рост сердечно-сосудистых заболеваний. В эндокринной системе отмечается снижение функций желез внутренней секреции, уменьшается продукция их гормонов.

В случаях акинезии наблюдаются наиболее глубокие поражения организма и происходит сглаживание суточных биоритмов колебания частоты сердцебиения, температуры тела и других функций.

Спортивная деятельность предъявляет к организму человека самые разнообразные требования — от работы в условиях дефицита времени на фоне непрерывно изменяющихся ситуаций, которая вызывает высокое нервно-психическое напряжение, до длительной монотонной работы, заметно снижающей тонус нервной системы. Условия спортивной борьбы, особенно в ситуационных видах спорта (спортивных играх, единоборствах), вызывают у человека повышенное нервно-психическое напряжение. Огромный объем информации, который должен перерабатывать спортсмен в кратчайшие отрезки времени — часто в десятые и сотые доли секунды, высокая мотивация его выступлений приводят к появлению эмоционального стресса, а в особо сложных условиях — к негативным переживаниям — дистрессу.

**Стресс** (напряжение) — это общая системная реакция организма человека на экстремальные раздражения.

Канадский ученый Г. Селье рассматривал проявления стресса как неспецифические системные реакции организма или **общий адаптационный синдром**, который не зависит от специфики раздражителя и протекает в следующие стадии:

**1-я стадия — тревога**, которая включает фазы «шока» (резкие вегетативные реакции) и «противошока» (мобилизация функциональных резервов);

**2-я стадия — резистентность** (устойчивость и высокая работоспособность);

**3-я стадия — истощение** (общее снижение функционального состояния, развитие патологических реакций и в конечном счете гибель организма).

В спорте возможны различные проявления стресса.

**Физический стресс** — возникающий во время высокоинтенсивной двигательной деятельности спортсмена, но не связанный с какими-либо эмоциональными переживаниями (например, тренировочные занятия, особенно в стандартных видах спорта).

**Эмоциональный стресс** — отражающий высокое нервно-психическое напряжение во время соревновательной деятельности и вызывающий мобилизацию функциональных резервов организма и значительные психические, вегетативные и гормональные реакции.

При развитии эмоционального стресса чрезвычайные раздражители (стрессоры) действуют на высшие отделы центральной нервной системы. Эти влияния вызывают возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы и выделение связанных с ним гормонов и медиаторов, а через гипоталамус воздействуют на гормональную активность гипофиза. В результате возникает комплекс приспособительных реакций организма. Увеличивается частота и регулярность дыхания, укорачивается фаза вдоха относительно выдоха; увеличивается частота сердечных сокращений и почти исчезает аритмия; повышается артериальное давление; усиливается обмен веществ и энергии; концентрируется внимание. Все эти реакции обеспечивают высокую работоспособность.

Однако в результате чрезмерного нервно-психического напряжения развивается состояние дистресса и могут возникать различные негативные реакции — ухудшается кровоснабжение некоторых отделов головного мозга, урежается частота сердечных сокращений, падает артериальное давление, увеличивается время двигательных реакций и снижается моторная активность. При многократных стрессах у спортсменов велика частота спортивного травматизма.

Нервно-психическое напряжение у разных людей может проявляться в различных стрессовых реакциях. Элементы новизны и неопределенности ситуации повышают напряженность в организме спортсменов.

У спортсменов, более опытных, уверенных в своих силах, с сильными и уравновешенными нервными процессами, состояние нервно-психического напряжения выражено слабее. У них быстрее протекает 1-я стадия, длительна и устойчива 2-я стадия и очень редко проявляется 3-я стадия. У менее подготовленных спортсменов, со слабой или неуравновешенной нервной системой, наоборот, больше выражены 1-я и 3-я стадии и менее — 2-я стадия общего адаптационного синдрома.

Источником положительных эмоций у спортсмена, как у всякого человека, является поиск новой информации, новых путей решения двигательных и тактических задач. При длительном выполнении однообразных двигательных актов (например, в циклической работе умеренной мощности) приток информации значительно снижа-



ется, что вызывает скуку, падение интереса к тренировкам, понижение функциональных возможностей.

**Монотония** — это состояние, вызываемое однообразием работы при большом количестве простых стереотипных движений. Такая работа вызывает у человека состояние пониженной психической активности, чувство безразличия, усталости, сонливости, снижение частоты сердечных сокращений и дыхания, падение работоспособности. Одним из механизмов возникновения состояния монотонии является привыкание. Если один и тот же стимул многократно повторяется, то внимание к нему ослабляется, реакции понижаются, т. е. утрачивается его новизна. В процессе автоматизации простых двигательных навыков эмоциональное напряжение прогрессивно уменьшается. При этом активируются неспецифические тормозные отделы ствола головного мозга, которые, при отсутствии тонизирующего сенсорного притока в мозг из окружающей среды, вызывают снижение активности высших отделов мозга. В условиях монотонной деятельности изменяется роль левого и правого полушария в управлении движениями. У спортсменов-правшей отмечено снижение активности левого доминирующего полушария головного мозга и повышение роли правого не ведущего полушария. Это позволяет продолжать работу, но делает ее менее эффективной. Разные люди неодинаково реагируют на монотонную работу.

Главным фактором сопротивляемости монотонии являются врожденные свойства нервной системы. Успешнее работают в этих условиях спортсмены с сильными уравновешенными нервными процессами и невысокой их подвижностью — флегматики.

Для борьбы с монотонией используют варьирование скорости перемещений спортсменов, разные отрезки дистанций, создают соревновательные ситуации и т. п. Здесь же можно рассмотреть основные формы оздоровительной физической культуры и их влияние на функциональное состояние организма. К основным средствам физического воспитания относят физические упражнения, естественные силы природы и гигиенические факторы.

**Физические упражнения** — это двигательные действия человека, необходимые для решения задач физического воспитания. Главные их задачи — повышение работоспособности и оздоровление населения.

Использование различных форм оздоровительной физической культуры неразрывно связано с получением основного эффекта — повышения и сохранения здоровья человека, и вместе с тем ими

решаются в обществе и многие другие задачи — общеобразовательные, познавательные (туризм), реабилитационные (лечебная гимнастика), рекреационные, развлекательные (игры), профессиональные (производственная гимнастика, профессионально-прикладная физическая подготовка).

Физические упражнения подразделяют на гимнастику, игры, туризм и спорт. Оздоровительный эффект имеют различные виды гимнастики.

**Основная гимнастика** обеспечивает широкую общую физическую подготовку человека к различным видам двигательной деятельности. Гигиеническая гимнастика, в частности утренняя зарядка, активизирует функции организма в течение дня. Утренняя зарядка снимает заторможенное состояние мозга после сна, повышая тонус центральной нервной системы афферентными импульсами от работающих мышц; стимулирует активность сенсорных систем; активизирует работу сердечной мышцы и усиливает венозный кровоток; увеличивает глубину дыхания; устраняет отечность тканей, усиливая лимфообращение. Водные процедуры, сопровождающие зарядку, обеспечивают закаливание, действуя на терморепторы кожи. В недавнее время широко развивалась производственная гимнастика, которая в различных ее формах повышает производительность умственного и физического труда и снижает профзаболевания. При использовании перед работой вводной гимнастики возникает вращивание организма, небольшие физкультминутки и физкультпаузы являются хорошими средствами активного отдыха, а восстановительная гимнастика улучшает процессы восстановления организма после работы. Лечебная гимнастика обеспечивает восстановление нарушенного здоровья человека. Она имеет узкую специфическую направленность в зависимости от характера заболевания.

**Игры**, повышая физическую активность человека, способствуют общему оздоровлению населения, а также развивают наблюдательность, экстраполяцию, творческие возможности мозга, способность к переработке информации в условиях дефицита времени. Для развития различных физических качеств и формирования двигательных навыков у детей дошкольного и младшего школьного возраста большое значение имеют имитационные игры. Среди взрослого населения широко распространены игры как средство активного отдыха и заполнения досуга, улучшения психо-эмоционального состояния.

**Туризм** — это разнообразная естественная двигательная деятельность в природных условиях. Огромно его влияние на здоровье населения, снятие невротических состояний, вызываемых нервно-психической напряженностью бытовых и профессиональных

ситуаций. Различные виды туризма — прогулки, экскурсии, туристские походы позволяют человеку укреплять здоровье, поддерживают бодрое настроение, развивают способность к пространственной ориентации на местности, умение адаптироваться к различным естественным ситуациям и погодным условиям. Они служат также для приобретения новых навыков, развития умственных способностей, пополняют знания об окружающем мире и его объектах, выполняя важную воспитательно-образовательную роль.

Спорт связан с соревновательной деятельностью, что требует систематической подготовки организма к высоким спортивным достижениям. Занятия массовым спортом преследуют в значительной мере оздоровительный эффект, а это, в свою очередь, может быть достигнуто лишь при рациональной организации спортивной тренировки, правильно подобранном режиме тренировочных занятий и отдыха, индивидуализации физических нагрузок.

Выполнение физических упражнений несет два последствия для организма человека: 1) **специфический эффект** — адаптация к данным физическим нагрузкам, 2) дополнительный, **неспецифический эффект** — повышение устойчивости к разнообразным неблагоприятным факторам внешней среды. Люди, систематически занимающиеся физическими упражнениями, реже болеют, легче переносят инфекционные болезни. У них реже частота и длительность простудных заболеваний, гораздо меньше сопутствующих осложнений. У спортсменов повышается устойчивость к перегреванию и переохлаждению, к действию проникающей радиации, однако снижается переносимость голодания и некоторых ядов, т. е. чем выше аэробные возможности организма, тем ниже показатели смертности.

Для получения наибольшего оздоровительного эффекта и максимального повышения работоспособности следует соблюдать оптимальные двигательные режимы, разработанные для лиц различного возраста.

**Оптимальный объем физической нагрузки** по количеству часов в неделю составляет для возраста 6—8 лет — 13—14 ч, 9—12 лет — 12—13 ч, 13—15 лет — 11—12 ч, 16—20 лет — 8—9 ч, 24—30 лет — 7—8 ч, 30—60 лет — 5—6 ч, пожилых лиц — 8—10 ч.

Определена **минимальная интенсивность нагрузки**, при которой происходит повышение функциональных возможностей организма. Ее рассчитывают, исходя из величины максимальной ЧСС, равной 220 уд / мин минус возраст (количество лет).

**Оптимальная физическая нагрузка** выполняется при ЧСС от 65 % до 85 % от максимальной ЧСС.

Следовательно, для молодого человека 20-ти лет оптимальной является нагрузка, выполняемая при ЧСС в диапазоне 130–170 уд / мин (его максимальная ЧСС составляет  $220 - 20 = 200$  уд / мин), а для пожилого человека 60-ти лет оптимум нагрузки соответствует диапазону ЧСС от 104 до 136 уд / мин (его максимальная ЧСС составляет  $220 - 60 = 160$  уд / мин).

Отечественными и зарубежными учеными разработаны общие рекомендации по величине тренировочной нагрузки для развития и поддержания кардиореспираторных функций, состава тела, мышечной силы и выносливости у взрослых здоровых лиц.

**Частота тренировочных занятий** – 3–5 дней в неделю.

**Интенсивность работы** – 65–85 % от максимальной ЧСС.

**Длительность занятий** – 20–60 мин непрерывной аэробной работы в зависимости от интенсивности (допускается 2–3 пика нагрузки по 1–2 мин с ЧСС до 90–100 % от максимальной ЧСС).

**Вид упражнений** – любые упражнения с использованием больших мышечных групп при ритмичной и аэробной работе – бег, бег трусцой, катание на лыжах, коньках, велосипеде, плавание, гребля, танцы, игровая деятельность.

**Упражнения с сопротивлением** умеренной интенсивности, эффективные для поддержания анаэробных возможностей, развития и сохранения массы тела и прочности костей – 8–10 упражнений на большие мышечные группы не менее 2 дней в неделю.

Рекомендуемый двигательный режим позволяет поддерживать оптимальный уровень физической работоспособности, состояние тела и здоровья, уменьшение ЧСС покоя, повышение аэробных и анаэробных возможностей организма, снижение утомляемости и ускорение процессов восстановления. При суточных энергозатратах не менее 1200 ккал возможно оптимальное снижение массы тела не более 1 кг в неделю.

Для определения оптимальной двигательной активности взрослого здорового человека можно использовать суточный показатель количества шагов: 10000 шагов в 1 день обеспечивают средний уровень энергозатрат 2200–2400 ккал в сутки (1700 ккал – основной обмен и 500–700 ккал – на мышечную работу). Опыт изучения двигательной активности различных контингентов населения показывает, что в зрелом возрасте люди делают в среднем 10–15 тыс. шагов в сутки, а в пожилом возрасте – 6–8 тыс. шагов. Подвижность детей дошкольного и младшего школьного возраста очень высока. Число шагов, проходимых в день дошкольниками в зимний период, составляет в возрасте 3–4 лет 11,2 (девочки) и 11,9 тыс. шагов (мальчики),

в 5 лет, соответственно, 12 и 13,5 тыс. шагов, в 6–7 лет – 13,6 и 15,0 тыс. шагов, в 8 лет – 16,2 и 18,1 (до 22–24) тыс. шагов. Однако этот уровень подвижности не всегда реализуется. В детских садах и, особенно, в школах дети и подростки испытывают значительный дефицит двигательной активности, что приводит к росту заболеваний, ожирению, плоскостопию и другим отклонениям в состоянии здоровья.

Средствами физического воспитания решаются задачи адаптации работающего населения к профессиональной деятельности, военному труду. Профессионально-прикладная физическая подготовка способствует повышению функциональных возможностей организма, сохранению здоровья и развитию профессиональных психофизиологических особенностей, физических качеств и формированию двигательных навыков.

### Контрольные вопросы для самоподготовки

1. Раскрыть понятия гипокинезии и гиподинамии.
2. Перечислить различные проявления стресса.
3. Дать характеристику монотонии.
4. Основные формы оздоровительной физической культуры.
5. Раскрыть последствия (специфический и неспецифический эффект) для организма человека при выполнении физических упражнений.

Основная литература: 1.

Дополнительная литература: 15; 19; 20.

---

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

---

### Основной

1. Самарина Е.В. Физиология спорта: курс лекций. — Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2012.

### Дополнительный

2. Батурин К. А., Литвинова Л. И. Контроль и самоконтроль при занятиях оздоровительной физической культурой: метод. пособие / Гос. ком. Респ. Беларусь по физ. культуре и спорту. — Минск: БГАФК, 1992. — 56 с.
3. Волков В. М., Семкин А. А. Резервы спортсмена: метод. пособие. — Минск: ИПП Госэкономплана РБ, 1993. — 92 с.
4. Волков В. М. Тренировка и восстановительные процессы: учеб. пособие / Гос. ком. РСФСР по физ. культуре и спорту; Смолен. гос. ин-т физ. культуры. — Смоленск, 1990. — 149 с.
5. Коц М. Я. Физиологические особенности мышечной деятельности женщин-спортсменок: учеб. пособие / Гос. центральный ордена Ленина ин-т физ. культуры. — М.: ГЦОЛИФК, 1980. — 35 с.
6. Куликов Л. М. Управление спортивной тренировкой: системность, адаптация, здоровье. — М.: Физкультура, образование, наука, 1995. — 394 с.
7. Луговцев В. П. Восстановительные процессы после мышечной деятельности: учеб. пособие для ин-тов физ. культуры / Смолен. гос. ин-т физ. культуры. — Смоленск, 1988. — 74 с.
8. Меерсон Ф. З., Пшенникова М. Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам — М.: Медицина, 1988. — 256 с.
9. Новиков В. С., Горанчук В. В., Шустов Е. Б. Физиология экстремальных состояний. — СПб.: Наука, 1998. — 247 с.
10. Семкин А. А. Физиологическая характеристика различных по структуре движения видов спорта (механизмы адаптации). — Минск: Полымя, 1992. — 190 с.
11. Смирнов В. М., Дубровский В. И., Смирнов В. М. Физиология физического воспитания и спорта. — М.: Владос-Пресс, 2002. — 605 с.

12. Сологуб Е. Б. Физиологические основы спортивной тренировки женщин: лекция / Гос. дважды орденоносный ин-т физ. культуры им. П. Ф. Лесгафта. — Л.: ГДОИФК, 1987. — 20 с.
13. Солодков А. С. Проблемы утомления и восстановления в спорте: лекция / Гос. дважды орденоносный ин-т физ. культуры им. П. Ф. Лесгафта. — СПб, 1992. — 34 с.
14. Тристан В. Г. Роль биоритмов в занятиях физической культурой и спортом: учеб. пособие / Омский гос. ин-т физ. культуры. — Омск, 1989. — 64 с.
15. Уилмор, Дж. Х., Костилл Д. Л. Физиология спорта / пер. с англ. А. Яценко (отв. ред.). — Киев: Олимпийская литература, 2001. — 504 с.
16. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Д. Мак-Дугалла, Г.Э. Уэнгера, Г.Дж. Грина; пер. В. И. Чаповского. — Киев: Олимпийская литература, 1998. — 432 с.
17. Фомин, Н. А., Вавилов Ю. Н. Физиологические основы двигательной активности. — М.: Физкультура и спорт, 1991. — 224 с.
18. Шапошникова, В. И. Биоритмы — часы здоровья. — М.: Советский спорт, 1991. — 62 с.
19. Шварц В. Б., Хрущев С. В. Медико-биологические аспекты спортивного отбора и ориентации. — М.: Физкультура и спорт, 1984. — 151 с.

### Интернет-ресурсы

20. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник. — Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Олимпия-Пресс, 2005. — 528 с. — URL://www.gsu.by/pdf

*Учебное издание*

**Самарина** Екатерина Викторовна

## **ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА**

Курс лекций

для студентов специальности

080200.62 – «Менеджмент организации»

(специализация Б3.В.ОД.13 – «Менеджмент в спорте»)

квалификации бакалавр

очной формы обучения

Редактор С. И. Семухина

Верстка Н. А. Журавлевой

Подписано в печать 10.02.2014. Формат 60х84 1/16.

Усл. печ. л. 4,7. Тираж 50 экз. Заказ 26.

Издательство УрГУПС

620034, Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66