

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**«Саратовский национальный исследовательский государственный**  
**университет имени Н.Г. Чернышевского»**

**Институт физической культуры и спорта**

**С.С. ПАВЛЕНКОВИЧ**

**КРАТКИЙ КУРС**  
**ЛЕКЦИЙ**  
**ПО ФИЗИОЛОГИИ СПОРТА**



**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Саратов 2019**

УДК 612:796.01

**Автор:**

Павленкович С.С., кандидат биологических наук

Краткий курс лекций по физиологии спорта: учебное пособие для студентов Института физической культуры и спорта / Авт.-сост. С.С. Павленкович. – Саратов: Изд-во Саратовского государственного университета, 2019. – 52 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с учебной программой. Рассмотрены произвольная и непроизвольная деятельность, физиологические основы классификации физических упражнений, физиологическая характеристика циклических упражнений различной мощности, состояние физиологических функций при ациклических видах деятельности, физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности.

Пособие включает краткий теоретический материал по каждой теме.

Учебное пособие рекомендовано студентам Института физической культуры и спорта очной и заочной форм обучения направления «Педагогическое образование» профиль «Физическая культура», направления «Физическая культура», профиль «Физкультурно-оздоровительные технологии»

Рекомендовано к размещению научно-методической комиссией Института физической культуры и спорта СГУ имени Н.Г. Чернышевского

УДК 612:796.01  
© С.С. Павленкович

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	5
<b>ТЕМА 1 ПРОИЗВОЛЬНАЯ И НЕПРОИЗВОЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>	6
1.1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА «ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА»	6
1.2 ПРОИЗВОЛЬНЫЕ И НЕПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ	9
<b>ТЕМА 2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ</b>	13
2.1 ПОНЯТИЕ О ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ И РЕЖИМАХ РАБОТЫ МЫШЦ	13
2.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ	14
2.3 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ	17
2.4 ПОНЯТИЕ О МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ. ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ	18
<b>ТЕМА 3 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ</b>	20
3.1 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ	20
3.2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ СУБМАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ	22
3.3 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ	24
3.4 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ УМЕРЕННОЙ МОЩНОСТИ	26
<b>ТЕМА 4 СОСТОЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ</b>	

	<b>ПРИ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	28
4.1	ПОНЯТИЕ ОБ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	28
4.2	ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ	29
4.3	ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОБСТВЕННО-СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ	30
<b>ТЕМА 5</b>	<b>ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b>	33
5.1	ПРЕДСТАРТОВЫЕ И СТАРТОВЫЕ СОСТОЯНИЯ	33
5.2	ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВРАБАТЫВАНИЯ	37
5.3	ПОНЯТИЕ «УСТОЙЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ». ВИДЫ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ	39
5.4	ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТОМЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ	39
5.5	ПОНЯТИЕ О ПЕРЕУТОМЛЕНИИ И ПЕРЕТРЕНИРОВКЕ	42
5.6	ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ	45
	<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b>	51

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение физиологических основ физического воспитания и спорта человека занимает одно из важных мест в системе подготовки будущих учителей, педагогов и тренеров. Для того, чтобы правильно планировать учебно-тренировочные нагрузки, будущим педагогам и тренерам необходимы знания основных механизмов деятельности различных органов и систем организма человека в покое и при мышечной работе.

Основное содержание этого курса: физиология мышечной деятельности человека, частным случаем которой является спортивная деятельность. Спортивная деятельность связана, как правило, с предельным или почти предельным напряжением ведущих физиологических систем, обеспечивающих ее осуществление.

Основная задача спортивной физиологии: дать количественную характеристику физиологических реакций отдельных систем и всего организма для разных видов спортивной деятельности

Теоретический материал пособия содержит все необходимые базовые сведения, которые должны освоить студенты-спортсмены

## ТЕМА 1

### ПРОИЗВОЛЬНАЯ И НЕПРОИЗВОЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

#### 1.1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА

##### «ФИЗИОЛОГИЯ СПОРТА»

**«Физиология спорта»** – вторая часть физиологии, изучаемая в педагогических институтах на факультетах физической культуры.

**Физиология спорта** является как учебной, так и научной дисциплиной. Ее изучение осуществляется во всех высших и средних физкультурных учебных заведениях на факультетах физического воспитания педагогических вузов.

**Физиология спорта** включает в себя два относительно самостоятельных и вместе с тем связанных между собой раздела:

1. Общая физиология спорта.
2. Частная физиология спорта.

##### **Содержание первого раздела:**

- физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам и резервные возможности организма;
- функциональные изменения и состояния организма при спортивной деятельности;
- физическая работоспособность спортсмена;
- физиологические основы утомления и восстановления в спорте.

##### **Содержание второго раздела:**

- физиологическая классификация физических упражнений;
- механизмы и закономерности формирования и развития двигательных качеств и навыков;
- спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды;

- физиологические особенности тренировки женщин и детей разного возраста,
- физиологические основы массовых форм оздоровительной физической культуры.

**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 спортивная физиология, она 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, химию и физику.**

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

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

**Предмет курса культуры «Физиология спорта»:**

- изучение изменения функций организма и их механизмов под влиянием мышечной (спортивной) деятельности;

- обоснование практических мероприятий по повышению эффективности спортивной деятельности.

#### **Задачи курса культуры «Физиология спорта»:**

- научное обоснование, разработка и реализация мероприятий, обеспечивающих достижение высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов;

- сравнительное изучение функционального состояния организма человека.

**Физиология спорта** – наука прикладная и в основном профилактическая, так как, исследуя и учитывая резервные возможности организма человека, она обосновывает пути и средства повышения работоспособности, ускорения восстановительных процессов, предупреждения переутомления, перенапряжения и патологических сдвигов функций организма, а также профилактику возникновения различных заболеваний.

**Отличительной методической особенностью физиологии спорта** является то, что ее материалы могут быть получены только из экспериментов с человеком. Исследование проводится до, во время и после двигательной активности, что в натуральных 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, беговая 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»** как учебная дисциплина имеет большое образовательное и специальное значение для студентов и специалистов в

области физической культуры, то есть формирует общую и профессиональную культуру студентов.

#### **Знания по дисциплине помогут:**

- планировать тренировочные нагрузки при подготовке спортсмена к соревнованиям в разных условиях с учетом акклиматизации;
- будущему тренеру учитывать влияние физических нагрузок на спортивную работоспособность.

## **1.2 ПРОИЗВОЛЬНЫЕ И НЕПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ**

Двигательная деятельность человека является основной формой его поведения во внешней среде. Но не только физическая работа, но и разнообразные виды умственного труда в конечном итоге проявляются двигательной активностью.

И. М. Сеченов (1863) по этому поводу писал, что «... все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь явлению – мышечному движению».

В двигательной деятельности человека различают:

- **произвольные движения** – сознательно управляемые целенаправленные действия (большинство физических упражнений, начиная от обычной ходьбы);
- **непроизвольные движения**, происходящие без участия сознания и представляющие собой либо безусловные реакции, либо автоматизированные двигательные навыки (сгибание, разгибание, хватательный рефлекс, статическое напряжение, отталкивание).

Существенный вклад в развитие учения о произвольных движениях внесли ученые И.М.Сеченов, И.П.Павлов, Н.Е.Введенский, А.А.Ухтомский, В.Н.Черниговский, П.К.Анохин

**И.М.Сеченов** впервые высказал мысль, что наша деятельность носит рефлекторный характер, им открыт процесс торможения в ЦНС (опыт с

лягушкой), рефлекторная деятельность координирует двигательные акты, осуществляется с учетом торможения

**И.П.Павлов** продолжил учение И.М.Сеченова. Возбуждение и торможение рассматривал как процессы взаимодополняющие друг друга и обеспечивающие адекватное приспособление организма к условиям окружающей среды. Учение об условных рефлексах (опыт на собаке).

**Н.Е.Введенский** разработал учение об оптимуме и пессимуме мышечных сокращений.

**А.А.Ухтомский** разработал учение о доминанте: в КГМ существует доминантный очаг возбуждения, который притягивает возбуждение с других очагов, таким образом, деятельность носит целенаправленный характер.

**В.Н.Черниговский** разработал учение о взаимоотношении двигательной и вегетативной сфер. Согласно его учению, двигательная сфера занимает главенствующую роль и диктует ритм работы внутренним органам. В случае недостаточной двигательной деятельности между вегетативной и двигательной деятельностью наступает рассогласование. Вегетативные органы переходят на автономный вид работы, начинают работать неэффективно, с большой затратой энергии.

**П.К.Анохин** разработал теорию о функциональной системе (ФС) организации поведенческого акта. Выполнение двигательных актов осуществляется обширным комплексом нейронов, расположенных в различных отделах ЦНС. Для достижения полезного результата в нервной системе формируется группа взаимосвязанных нейронов – **функциональная система.**

Деятельность ее включает следующие процессы:

1. **Блок афферентного синтеза** – обработка всех сигналов, поступающих из внешней и внутренней среды организма.

2. **Блок принятия решения:** принятие решения о цели и задачах действия (на основе поступившей отобранной информации и на основе опыта (памяти) принимается решение **что делать?**) Основная информация о принятом решении поступает в блок 3.

3. **Блок эфферентного синтеза:** выработка наиболее удобной программы для получения положительного результата.

4. **Блок акцептора результата действия:** храниться копия принятого решения в блоке 2, сравнение получаемого результата с желаемым.

5. **Блок оценки результата действия:** анализ полученного результата и внесение в программу поправок – **сенсорных коррекций**.

Когда система функционирует, то получается определенный результат ее деятельности, и информация подается по каналу обратной связи в блок оценки результата действия, оттуда информация поступает в 4 блок и сличается с планом. Если достаточное соответствие между планом и фактическим результатом, то система выполнила свою роль и может быть ликвидирована.

Наиболее важное значение имеют 2 звена: афферентный синтез и акцептор результата действия (поведение).

На базе афферентного синтеза формируется программа предстоящего действия.

В формировании программы принимают участие обстановочные афферентации и мотивации (какой противник, важно ли соревнование); память; акцептор результата действия (сопоставление выработанной программы с самим действием). Звено имеет большое значение в корректировке двигательного действия.

Структура акцептора результата действия находится на всех уровнях ЦНС: спинной мозг, продолговатый мозг, промежуточный мозг.

Сопоставление идет на всех уровнях ЦНС, благодаря чему все ненужное отбрасывается, остается только целесообразное.

Основой произвольных движений является произвольная деятельность.

Произвольные движения – не врожденные, а приобретенные. Конечный акт – согласованность произвольной и произвольной деятельности (за счет механизмов регуляции). Взаимосвязь между центральным механизмом (пусковым) и исполнительным органом (мышцы) осуществляется благодаря управлению произвольными движениями.

В основе управления произвольными движениями человека лежат два различных физиологических механизма: рефлекторное кольцевое регулирование; программное управление по механизму центральных команд.

Произвольные движения требуют постоянного контроля. В зависимости от скорости выполнения произвольные движения могут контролироваться в большей или меньшей степени.

1. Упражнения, выполняемые в течение 0,02-0,1 с (гимнастика, акробатика, прыжки в воду) практически контролироваться не могут, при обучении таким движениям требуется тщательная регламентация выполнения упражнения.

2. Упражнения, выполняемые в течение 0,2-2 с (лыжи, коньки) поддаются контролю, их можно направлять в процессе выполнения, вносить поправки в соответствии с ситуацией.

3. Упражнения продолжительностью 2 с и более создают особенно оптимальные условия для их коррекции. Именно эти упражнения являются наиболее доступными для детей школьного возраста.

**ТЕМА 2**  
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**  
**КЛАССИФИКАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ**

**2.1 ПОНЯТИЕ О ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ И**  
**РЕЖИМАХ РАБОТЫ МЫШЦ**

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

В основе физиологической классификации физических упражнений в 1 очередь лежит режим работы мышц. Различают изотонический, изометрический и ауксотонический режимы работы мышц.

1. **Изотонический режим работы** (режим постоянного тонуса мышцы) – режим работы мышц, при котором изменяется длина мышцы, а напряжение остается постоянным. В этом режиме сокращаются мышцы, прикрепленные 1 концом к костям (мышцы языка). Скелетные мышцы прикрепляются 2 концами к костям, поэтому изотонически сокращаться не могут. Изотонический режим наблюдается при отсутствии нагрузки на мышцу, когда мышца закреплена с одного конца и свободно сокращается. Напряжение в ней при этом не изменяется. Это происходит при раздражении изолированной мышцы лягушки, закрепленной одним концом на штативе.

2. **Изометрический режим работы** (режим постоянной длины мышцы) – режим работы мышц, при котором изменяется напряжение мышцы, а длина постоянна. Изометрический режим характеризуется

напряжением мышцы в условиях, когда она закреплена с обоих концов или когда мышца не может поднять слишком большой груз. Этот режим наблюдается при сохранении заданной позы и при выполнении **статической работы**.

3. **Ауксотонический режим работы** – смешанный режим работы мышц, при котором изменяется длина (укорочение мышцы) и напряжение (увеличивается) мышцы. Большинство мышц работают в ауксотоническом режиме. Такой режим проявляется при выполнении **динамической работы** мышц даже при отсутствии внешнего груза, так как мышцы преодолевают силу тяжести, действующую на тело человека.

## 2.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ

В связи с многообразием физических упражнений, различными их формами и физиологическими механизмами в основу классификации положены различные критерии.

Среди них различают следующие основные критерии.

1. **Энергетические критерии** классифицируют упражнения:

- по преобладающим источникам энергии (аэробные и анаэробные);
- по уровню энерготрат (единичные и суммарные).

2. **Биомеханические критерии** выделяют по структуре движений упражнения:

- циклические;
- ациклические;
- смешанные.

3. **Критерии ведущего физического качества:**

- упражнения силовые;
- упражнения скоростные;

- упражнения скоростно-силовые;
- упражнения на выносливость;
- координационные или сложно-технические упражнения.

4. **Критерии предельного времени работы** – подразделяющие упражнения по зонам относительной мощности:

- упражнения максимальной мощности;
- упражнения субмаксимальной мощности;
- упражнения большой мощности;
- упражнения умеренной мощности.

Общепринятой в настоящее время считается классификация физических упражнений, предложенная В.С. Фарфелем.

Признаки, положенные в основу классификации физических упражнений:

- особенности управления движением;
- характер мышечных усилий;
- мощность работы мышц;
- трудность и утомительность работы;
- доступность упражнений в различные возрастные периоды.

Все спортивные упражнения разделены первоначально на позы и движения.

Основные позы, которые сопровождают спортивную деятельность:

- лежание (плавание, стрельба);
- сидение (гребля, авто-, вело- и мотоспорт, конный спорт и другие);
- стояние (тяжелая атлетика, борьба, бокс, фехтование и другие);
- опора на руки (висы, стойки, упоры).

Затем все движения подразделены по критерию стандартности на:

- **стандартные или стереотипные** (с повторяющимся порядком

действий);

- **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 другие);
- **упражнения количественного значения** (с оценкой в килограммах, метрах, секундах).

Из упражнений **количественного** значения выделены упражнения с разной структурой ациклические и циклические.

Среди **ациклических** упражнений выделены:

- **собственно-силовые** (тяжелая атлетика);
- **скоростно-силовые** (прыжки, метания);
- **прицельные** (стрельба).

**Циклические упражнения** по предельному времени работы разделены по зонам относительной мощности на:

- **упражнения максимальной мощности** (продолжающиеся 10-30 с);
- **упражнения субмаксимальной мощности** (продолжающиеся от 30-40 с до 3-5 мин);
- **упражнения большой мощности** (продолжающиеся от 5-6 мин до 20-30 мин);
- **упражнения умеренной мощности** (продолжающиеся с 30-40 мин до нескольких часов).

## 2.3 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧЕСКИХ И АЦИКЛИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

К циклическим упражнениям относятся бег, ходьба, плавание, велоспорт, лыжные гонки, конькобежный спорт и другие.

### **Общие черты циклических движений:**

1. Все фазы движений 1 цикла присутствуют и в остальных, причем в той же последовательности. Циклы неотделимы друг от друга.
2. Физиологическая основа циклических движений – **ритмический двигательный цепной рефлекс**, имеющий безусловнорефлекторное происхождение, поддерживается автоматически.
3. Значительная часть циклических движений – естественные локомоции.
4. Основные переменные величины – мощность и длительность выполняемой работы.
5. Зависимость предельной продолжительности работы от ее мощности или скорости передвижения.

### **Общие черты ациклических движений:**

1. Имеют четко выраженное начало и конец.
2. Повторение ациклического движения не является продолжением предыдущего (однократное движение).
3. Не строятся на ритмическом двигательном рефлексе, хотя ему может предшествовать циклическое движение (прыжок с разбега).
4. Характеризуются максимальной силой и скоростью сокращения мышц.

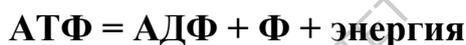
## 2.4 ПОНЯТИЕ О МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ.

### ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ

Мышечная работа – перемещение и поддержание положений тела и его частей благодаря работе мышц, обеспечиваемой координацией всех физиологических процессов в организме.

При работе мышц химическая энергия превращается в механическую, то есть мышца является химическим двигателем, а не тепловым.

Для процессов сокращения и расслабления мышц потребляется энергия АТФ. Расщепление АТФ с отсоединением одной молекулы фосфата и образованием аденозиндифосфата (АДФ) сопровождается выделением 10 ккал энергии на 1 моль:



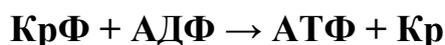
Однако запасы АТФ в мышцах невелики. Их хватает лишь на 1-2 с работы. Количество АТФ в мышцах не может изменяться, так как при отсутствии АТФ в мышцах развивается контрактура (не работает кальциевый насос и мышцы не в состоянии расслабляться), а при избытке – теряется эластичность.

Для продолжения работы **требуется постоянное восполнение (ресинтез) запасов АТФ.**

Пути восстановления АТФ:

1. **Анаэробный ресинтез АТФ** – фосфогенный и гликолитический.

**Фосфогенный ресинтез АТФ** осуществляется за счет распада креатинфосфата (КрФ):



**КрФ** – соединение креатина (азотсодержащее органическое вещество) с  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Этот путь малоэнергоёмкий, но очень быстро разворачивается и

обеспечивает работу на начальном ее этапе (в течение 7-8 с), но затем запасы КрФ исчерпываются, так как их также немного.

**Гликолитический ресинтез АТФ** осуществляется за счет распада глюкозы (реакции гликолиза). Медленное восстановление АТФ в анаэробных условиях обеспечивается энергией расщепления глюкозы (выделяемой из гликогена) – реакцией гликолиза с образованием в конечном итоге молочной кислоты (лактата) и восстановлением 3 молекул АТФ.

### **Гликоген (глюкоза) → Молочная кислота + 3 АТФ**

Эта реакция достигает наибольшей мощности к концу 1-й минуты работы.

Особое значение этот путь энергообразования имеет при высокой мощности работы, которая продолжается от 20 с до 1-2 мин (при беге на средние дистанции), а также при резком увеличении мощности более длительной и менее напряженной работы (финишные ускорения при беге на длинные дистанции) и при недостатке кислорода во время выполнения статической работы.

Ограничение использования углеводов связано не с уменьшением запасов гликогена (глюкозы) в мышцах и в печени, а с угнетением реакции гликолиза избытком накопившейся в мышцах молочной кислоты.

2. **Аэробный ресинтез АТФ** – за счет реакций окисления жиров и углеводов.

Реакции окисления обеспечивают энергией работу мышц в условиях достаточного поступления в организм кислорода, т. е. при аэробной работе длительностью более 2-3 мин.

Суть: в присутствии  $O_2$  происходит окисление органических веществ, в том числе и молочной кислоты, и образуются конечные продукты  $H_2O$  и  $CO_2$ :



Доставка кислорода достигает необходимого уровня после достаточного развертывания функций кислородтранспортных систем организма (дыхательной, сердечно-сосудистой систем и системы крови).

Важным показателем мощности аэробных процессов является предельная величина поступления в организм кислорода за 1 мин – максимальное потребление кислорода (МПК). Эта величина зависит от индивидуальных возможностей каждого человека. У нетренированных лиц в 1 мин поступает к работающим мышцам около 2,5-3 л O<sub>2</sub>, а у высококвалифицированных спортсменов – лыжников, пловцов, бегунов-стайеров и других достигает 5-6 л и даже 7 л в 1 мин.

### ТЕМА 3

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ

Мощность – количество работы, выполняемой в единицу времени. Мощность зависит от силы, частоты и амплитуды мышечных сокращений;

В зависимости от мощности работы в организме спортсмена возникают различные биохимические и вегетативные сдвиги.

Вегетативные сдвиги характеризуют принадлежность упражнений к той или иной зоне мощности.

### 3.1 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ

К ним относятся легкоатлетический бег на короткие дистанции; плавание на дистанции 25-50 м, а также велогонки 200 м.

Упражнения максимальной мощности самые мощные и кратковременные.

**Продолжительность работы** составляет 10-20 с.

**Скорость работы** – 9,1-10 м/с.

**Основная черта работы** совершается в анаэробных условиях. Мощность работы настолько велика, что организм не в состоянии обеспечить ее за счет аэробных процессов

**Минутный кислородный запрос** – количество кислорода, которое требуется организму на выполнение работы максимальной мощности в течение минуты.

**Суммарный кислородный запрос** – количество кислорода, которое требуется организму на выполнение всей работы и восстановление.

**Кислородный долг** – количественный показатель, отражающий возможный объем аэробных процессов.

**Минутный кислородный запрос** при работе максимальной мощности составляет 40 л, а **суммарный кислородный запрос** – 7-14 л.

Кислородный запрос удовлетворяется после окончания работы. Во время работы образуется значительный кислородный долг.

**Кислородный долг** – 6-12 л. По отношению к суммарному кислородному запросу он составляет 90% и более.

**Биоэнергетика** – работа совершается в анаэробных условиях. Энергия для работы мышц берется из КрФ. Если работа продолжается свыше 20 сек, то подключаются гликолитические реакции.

### **Вегетативные сдвиги в организме**

#### **система кровообращения:**

- быстро наступает учащение сердцебиения: ЧСС – 170-180 уд/мин;
- САД (систолическое артериальное давление) увеличивается до 170-180 мм.рт.ст.;
- МОК (минутный объем крови) составляет 15-18 л.

#### **система крови:**

- увеличивается количество эритроцитов, гемоглобина и молочной кислоты;

- уменьшается количество сахара.

**система дыхания:**

- увеличивается ЧД (частота дыхания) до 30 циклов в минуту;
- увеличивается МОД (минутный объем дыхания) до 60-90 л/мин.

**Ведущие факторы утомления:** явление утомления наступает уже через 10-15 с.

1. Утомление в ЦНС и Опорно-двигательном аппарате.
2. Недостаток кислорода, АТФ и КрФ.

**Восстановительный период** – 20-30 минут

Упражнения максимальной интенсивности развивают скорость, быстроту, повышают лабильность ЦНС, приучают организм работать в анаэробных условиях.

Упражнения не вызывают существенных сдвигов и поэтому их можно рекомендовать детям.

### **3.2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ СУБМАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ**

К ним относятся легкоатлетический бег на дистанции 400, 800 и 1500 м; плавание на дистанции 100, 200 и 400 м; велогонки 1000, 2000, 3000 м.

Упражнения субмаксимальной мощности более продолжительные и менее мощные.

**Продолжительность работы** – от 20-30 сек до 3-5 мин.

**Скорость работы** – 6,8 – 8,7 м/с.

**Минутный кислородный запрос** – 8,5 -25 л.

**Суммарный кислородный запрос** – 19-32 л.

Кислородный запрос увеличивается по мере увеличения скорости бега на дистанции.

**Кислородный долг** – 19 л (максимальный потолок). По отношению к суммарному кислородному запросу он составляет 55 - 89%.

**Биоэнергетика** – работа протекает преимущественно в анаэробных условиях. Энергия для работы мышц берется из КрФ и АТФ. Полностью разворачивается гликолитический процесс, к концу дистанции подключается аэробный процесс.

**Вегетативные сдвиги в организме:** работа субмаксимальной мощности вызывает существенные сдвиги в организме, достигающие максимальных величин. Это отражается на характере утомления, наступающего к концу дистанции.

**система кровообращения:**

- ЧСС увеличивается до 200-210 уд/мин;
- САД увеличивается до 190-200 мм.рт.ст.;
- МОК – 25-30 л/мин.

**система крови:**

- увеличивается количество эритроцитов и гемоглобина;
- увеличивается количество лейкоцитов до  $11 \cdot 10^9$  л – миогенный лейкоцитоз;
- резко увеличивается молочной кислоты;
- количество сахара в крови сначала понижается, а после окончания работы увеличивается.

**система дыхания:**

- увеличивается ЧД до 40 и более циклов в минуту;
- увеличивается МОД (140-160 л/мин).

**Ведущие факторы утомления**

1. Утомление в ЦНС;
2. Дефицит кислорода;
3. Расход АТФ, КрФ, углеводов.

**Восстановительный период** – 1,5-2 ч и более.

Упражнения субмаксимальной интенсивности развивают скоростные качества; выносливость при работе в анаэробных условиях.

Упражнения вызывают существенные сдвиги и поэтому их можно рекомендовать вполне сформированному организму при предварительной подготовке.

### **3.3 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ**

К ним относятся легкоатлетический бег на дистанции 3-10 км; спортивная ходьба – 3 км; лыжные гонки – 5-10 км; плавание 800 и 1500 м; велогонки 10-20 км.

Упражнения большой мощности еще более продолжительные, но менее мощные.

**Продолжительность работы** - от 5-6 мин до 20-30 мин

**Скорость работы** – 5,8 - 6,3 м/с

**Минутный кислородный запрос** – 4,5 – 6,5 л/мин

**Суммарный кислородный запрос** – 50 - 150 л.

**Кислородный долг** – 12-15 л. По отношению к суммарному кислородному запросу он составляет 10 - 15%.

**Биоэнергетика** работа сопряжена со значительными суммарными затратами энергии. Это обусловлено вовлечением в работу обширных мышечных групп, высокой скоростью выполнения упражнений.

Первая часть дистанции идет в анаэробных условиях, затем в аэробных. Запрос кислорода не покрывает потребление, и работа идет в условиях гипоксии. Большая часть дистанции обеспечивается процессами окислительного фосфорилирования (85-90%).

**Вегетативные сдвиги** в организме весьма существенные, возникают уже в начале работы и сохраняются до конца.

### **система кровообращения:**

- ЧСС увеличивается до 160-180 уд/мин на 3-4 мин, а на финише до 200 и более;
- умеренное повышение САД в пределах 150-160 мм.рт.ст.;
- ДАД (диастолическое артериальное давление) снижается на 10-15 мм.рт.ст.;
- МОК – 25 –30 л/мин.

### **система крови:**

- увеличивается количество эритроцитов и гемоглобина;
- отмечается миогенный лейкоцитоз;
- увеличивается молочной кислоты;
- резко снижается содержание сахара в крови, а после окончания работы его количество увеличивается;
- в моче появляется белок.

### **система дыхания:**

- увеличивается ЧД до 40 и более циклов в минуту;
- увеличивается МОД (140-160 л/мин). При увеличении МОД до 120 л/мин усвоение кислорода из воздуха уменьшается в 1,5-2 раза, в результате чего дыхание становится менее экономичным. Наиболее результативное дыхание при МОД, равным 60-90 л/мин.

### **эндокринная система:**

- усиление гормональной функции надпочечников;
- нарушается баланс в солевом обмене.

### **Ведущие факторы утомления**

1. Состояние гипоксии.
2. Расход АТФ, КрФ, углеводов.

**Восстановительный период** – 24-48 ч. Может длиться несколько суток.

Упражнения можно рекомендовать полностью сформировавшемуся организму (детям после 16-17 лет).

### **3.4 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАЖНЕНИЙ УМЕРЕННОЙ МОЩНОСТИ**

К ним относятся легкоатлетический бег на дистанции 20-42 км; спортивная ходьба – 10-50 км; лыжные гонки – от 15 км; плавание - от 5 км; велогонки 50-200 км.

Упражнения умеренной мощности самые продолжительные, но наименее мощные.

**Продолжительность работы** – от 40 мин до 2 ч и более.

**Скорость работы** – 5,7 м/с (на дистанции 20 км) – падает до 5,3 м/с в марафоне.

**Минутный кислородный запрос** – 2-3,5 л.

**Суммарный кислородный запрос** – 500 л.

**Кислородный долг** незначительный (5л) за счет финиша или каких-то препятствий. По отношению к суммарному кислородному запросу он составляет 0%.

**Биоэнергетика работа** идет полностью в аэробных условиях

**Вегетативные сдвиги** в организме не достигают предельных значений, но за счет длительной работы в большинстве органов и систем развивается напряжение и к концу дистанции часто имеет место утомление.

#### **система кровообращения:**

- ЧСС увеличивается до 150-170 уд/мин, при ускорениях до 180-190 уд/мин, экономный режим сердечной деятельности за счет равномерного выполнения работы;

- САД повышается незначительно до 135-150 мм.рт.ст. Иногда после сверхдлинных дистанций АД падает, т.к. ухудшается сократительная способность сердца;

- МОК увеличивается незначительно, максимума не достигает (35-40 л/мин)

#### **система крови:**

- увеличение форменных элементов крови;
- миогенный лейкоцитоз, который при изнуряющей работе может перейти в фазу дегенерации, уменьшается количество лейкоцитов и снижается иммунная защита организма;

- уровень сахара падает до 45-50 мг%;

- уменьшается уровень гликогена в мышцах и печени;

- уменьшается содержание молочной кислоты.

#### **система дыхания:**

- дыхание отличается ритмичностью, согласованностью с движениями;

- увеличивается МОД (60-80 л/мин, при ускорениях до 100-120 л/мин).

#### **эндокринная система:**

- напряженно функционирует, истощаются запасы гормонов надпочечников и гипофиза. При их истощении падает двигательная активность; работоспособность; сопротивляемость организма;

- резко возрастает нагрузка на почки и печень. В связи с тем, что почки испытывают некоторый дефицит  $O_2$ , в моче появляется белок. Нагрузка на печень возрастает в связи с тем, что образуется большое количество продуктов метаболизма.

### **Ведущие факторы утомления**

1. Угнетение ЦНС за счет длительной монотонной импульсации от мышц в ЦНС и обратно.
2. Истощение энергоресурсов.
3. Утомление всех органов и систем – гипогликемия (нехватка углеводов).

**Восстановительный период** – несколько суток.

Упражнения умеренной интенсивности развивают выносливость, особенно аэробную. Упражнения можно рекомендовать вполне сформировавшемуся организму.

## **ТЕМА 4**

### **СОСТОЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ПРИ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

#### **4.1 ПОНЯТИЕ ОБ АЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Среди ациклических упражнений выделены:

**Движения количественного значения** – оцениваются в точных единицах пространства, времени и массы:

- **собственно-силовые упражнения** (тяжелая атлетика), где сила спортсмена направлена на преодоление массы поднимаемой штанги, а ускорение штанги мало;
- **скоростно-силовые упражнения** (прыжки, метания), где вес ядра, молота, диска, копья или вес собственного тела спортсмена – величина неизменная, а спортивный результат определяется заданным снаряду или телу ускорением;
- **прицельные упражнения** (стрельба), требующие устойчивой позы, тонкой мышечной координации, точности анализа сенсорной информации.

**Движения качественного значения** – оцениваются в баллах: гимнастика, акробатика, фигурное катание, прыжки в воду.

В ациклических упражнениях сочетается динамическая и статическая работа анаэробного (прыжки, метания) или анаэробно – аэробного характера (вольные упражнения в гимнастике), 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 малы. Значительных требований к вегетативным системам 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.

**Ациклические виды деятельности** являются основным арсеналом средств других видов спортивной деятельности (гимнастика, акробатика и другие).

В этих видах деятельности форма и последовательность движения заранее известна, однако каждое последующее движение отличается от предыдущего.

## **4.2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ**

Это упражнения, в которых масса снаряда или вес спортсмена – величина постоянная, а спортивный результат определяется заданным ускорением снаряду или телу.

В этих видах деятельности высокие требования предъявляются к **возбудимости мышц, координации движений, сенсорным системам** (двигательной и вестибулярной).

**За счет двигательной сенсорной системы** в ЦНС поступает информация о силе и частоте мышечных сокращений, что обеспечивает коррекцию движений.

Эти упражнения кратковременные, поэтому существенных сдвигов в организме не происходит.

Воздействие этих упражнений на организм аналогично воздействию бега на короткие дистанции.

**Биоэнергетика:** работа протекает в анаэробных условиях, энергия берется из АТФ и КрФ.

**Потребление O<sub>2</sub>** – 20-30 л **Кислородный долг** – 95 % (19 – 28 л)

**ЧСС** – 140 150 уд/мин (при прыжках, при метаниях незначительно)

**САД** – 130 160 мм.рт.ст.

**Увеличение ЧД, МОД** – 60-90 л/мин

**Восстановление** наступает очень быстро, за несколько минут

#### **4.3 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОБСТВЕННО-СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ**

Это упражнения, в которых меняется масса снаряда, а ускорение остается постоянным.

Сила спортсмена направлена на преодоление массы поднимаемой штанги.

Повышенные требования предъявляются к **силе и возбудимости мышц, двигательному и вестибулярному анализаторам.**

При выполнении этих упражнений изменения в вегетативной сфере могут развиваться по 2 путям (в зависимости от интенсивности работы):

1. Работа идет **на задержке дыхания** при выполнении висов, поддержек упоров.

2. Работа идет **на натуживание** при выполнении более мощных упражнений (поднятие тяжести).

**Работа на задержке дыхания** не вызывает существенных сдвигов организме:

- **ЧСС** сначала уменьшается, а затем постепенно возрастает;
- **САД** увеличивается на 10-20 мм.рт.ст. по сравнению с покоем;
- уменьшается количество **O<sub>2</sub>**;
- возрастает **CO<sub>2</sub>**;
- кислотно-щелочное равновесие крови смещается в кислую сторону;
- снижается содержание сахара.

**Восстановление** наступает быстро за 2-4 мин.

**Работа на натуживание** вызывает более существенные сдвиги в организме.

**ЧСС** меняется в зависимости от веса штанги и тренированности испытуемого. При однократном подъеме штанги ЧСС возрастает до 120-160 уд/мин. При повторной работе может достигать 200 уд/мин. Наибольшего значения ЧСС достигает не в момент работы. А после ее окончания на первых секундах. На 10-11 с ЧСС быстро снижается. Но превышает исходную величину. При повторных подъемах штанги ЧСС зависит от интервалов отдыха между подъемами. Чем длиннее интервал между подходами, тем меньше учащение пульса при повторной работе.

**САД** возрастает до 150-200 мм.рт.ст.

**ДАД** либо не изменяется, либо снижается, либо повышается.

**МОК** – 15-22 л (во время подъема), до 30 л (после подъема).

**СОК** во время работы почти не меняется (так как ЧСС увеличивается, а приток крови ограничен), после работы до 150-200 мл (в покое 85-90 мл).

#### **Система крови:**

- увеличение молочной кислоты, лейкоцитов;
- количество эритроцитов и гемоглобина при малой работе увеличивается, при более тяжелой – снижается;
- задержка дыхания стимулирует кроветворную функцию;
- Снижение содержания сахара (глюкозы).

#### **Система дыхания:**

- потребление  $O_2$  – 2 л.
- кислородный долг незначительный, так как работа кратковременная.
- ЧД – 30-40 циклов в минуту.
- МОД – 30-50 л/мин.

Поднимание штанги производят при задержке дыхания и натуживании, что способствует выполнению силовой работы.

При этом:

- повышается давление в грудной полости;
- увеличивается сила мышечных сокращений;
- кровь поступает в левую половину сердца (в правую ограничен, либо совсем не поступает за счет повышения давления в грудной полости);
- уменьшение СОК и МОК;
- увеличение АД и ЧСС, но наполнение пульса уменьшается;

После окончания натуживания производят форсированный выдох, давление в грудной полости снижается. У высококвалифицированных штангистов натуживание не вызывает резкого перераспределения крови в

артериях и венах. В момент натуживания у тренированных штангистов деятельность сердца усиливается, что обеспечивает не только сохранение, но и повышение АД.

**Биоэнергетика:** работа протекает в анаэробных условиях, энергия берется из АТФ и КрФ. Идет высокая трата энергии (в 150 раз больше, чем в покое).

**Феномен статических усилий Линдгарда:** при переходе от динамической работы к статическому усилию или в момент главного мышечного усилия возникает кратковременная задержка дыхания.

При этом:

- сокращения диафрагмы полностью прекращаются,
- уменьшается ЖЕЛ, ДО, МОД,
- падает ЧСС и потребление  $O_2$ .

Но после окончания работы все показатели резко повышаются.

Этот феномен выражен у новичков, а более тренированные спортсмены правильно сочетают дыхание с мышечной деятельностью.

## ТЕМА 5

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ПРИ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### 5.1 ПРЕДСТАРТОВЫЕ И СТАРТОВЫЕ СОСТОЯНИЯ

**Предстартовое состояние (ПС)** возникает до начала мышечной деятельности 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.

**Собственно стартовое состояние (СС)** возникает перед началом мышечной деятельности. Эти проявления усиливаются за несколько часов до старта и еще более за несколько минут перед началом работы, когда возникает собственно стартовое состояние.

**Изменения в организме при предстартовых и стартовых состояниях:**

В ПС эти изменения выражены слабее, чем при собственно СС.

- Повышается возбудимость НС.
- Повышается обмен веществ.
- Возрастает ЧСС и АД.
- Учащается и углубляется дыхание.
- Повышается температура тела.
- Увеличивается содержание сахара и молочной кислоты в крови.
- Увеличивается содержание адреналина и кортикостероидов.
- Усиливается влияние симпатического отдела ВНС.

**Значение предстартовых и стартовых состояний:**

- Подготовка организма к предстоящей работе.
- Способствует преодолению инертности физиологических процессов.

## **СТАДИИ ПРЕДСТАРТОВЫХ СОСТОЯНИЙ**

(по Н.А. Фомину)

**1. Раннее предстартовое состояние** развивается за несколько дней до соревнований. В эту стадию преобладают неспецифические реакции.

**2. Предстартовое состояние** наступает с момента попадания спортсмена в атмосферу спортивных состязаний. В эту стадию все большее значение начинают приобретать специфические реакции.

**3. Стартовое состояние** развивается за несколько минут или секунд до старта. В эту стадию должны преобладать только специфические реакции.

Различают следующие **разновидности стартовых состояний**:

1. Стартовая лихорадка.
2. Стартовая апатия.
3. Боевая готовность.

В случае возникновения **предстартовой лихорадки**:

- возбудимость мозга чрезмерно повышена, что вызывает нарушение тонких механизмов межмышечной координации;
- излишние энерготраты и преждевременный дорабочий расход углеводов;
- избыточные кардиореспираторные реакции;
- у спортсменов отмечена повышенная нервозность;
- возникают фальстарты, а движения начинаются в неоправданно быстром темпе и вскоре приводят к истощению ресурсов организма.

Состояние **предстартовой апатии** характеризуется:

- недостаточным уровнем возбудимости центральной нервной системы (преобладают процессы торможения в ЦНС);
- увеличением времени двигательной реакции;
- невысокими изменениями в состоянии скелетных мышц и вегетативных функций;
- подавленностью и неуверенностью в своих силах спортсмена.

**Причины стартовой апатии:**

- недостаточная тренированность организма;
- перенесение старта на более поздние сроки;
- встреча с заведомо более сильным противником.

В процессе длительной работы негативные сдвиги состояний лихорадки и апатии могут преодолеваются, но при кратковременных упражнениях такой возможности нет.

**Боевая готовность** – наиболее благоприятный тип реакции.

Боевая готовность обеспечивает наилучший психологический настрой и функциональную подготовку спортсменов к работе

Наблюдается оптимальный уровень физиологических сдвигов:

- повышенная возбудимость нервных центров и мышечных волокон,
- адекватная величина поступления глюкозы в кровь из печени,
- благоприятное превышение концентрации норадреналина над адреналином
- оптимальное усиление частоты и глубины дыхания и частоты сердцебиений,
- укорочение времени двигательных реакций.

**Факторы, влияющие на величину и направленность предстартовых состояний:**

- Тренированность.
- Интенсивность работы.
- Значимость соревнований.
- Типологические особенности ВВД.

**Средства регуляции предстартовых и стартовых состояний.**

Чрезмерные предстартовые реакции снижаются у спортсменов по мере привыкания к соревновательным условиям. Умение тренера провести необходимую беседу, переключить спортсмена на другой вид деятельности способствует оптимизации предстартовых состояний. Используют для этого и массаж. Однако наибольшее регулирующее воздействие оказывает правильно проведенная разминка. В случае предстартовой лихорадки

необходимо проводить разминку в невысоком темпе, подключить глубокие ритмичные дыхания (гипервентиляцию), так как дыхательный центр оказывает мощное нормализующее влияние на кору больших полушарий. При апатии, наоборот, требуется проведение разминки в быстром темпе для повышения возбудимости в нервной и мышечной системах.

**Разминка** – комплекс специальных упражнений, выполняемых перед тренировкой или соревнованием, который способствует ускорению процесса вработывания и повышению работоспособности. Значение: подготовка организма к развитию предельного усилия.

## **5.2 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВРАБАТЫВАНИЯ**

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

### **Физиологические изменения в организме при вработывании:**

1. Настройка нервных и нейро-гуморальных механизмов управления движениями и вегетативными процессами.
2. Постепенное формирование необходимого стереотипа движений (по характеру, форме, амплитуде, скорости, силе и ритму).
3. Достижение требуемого уровня вегетативных функций, обеспечивающих данную мышечную деятельность.

### **Особенности процесса вработывания:**

1. Относительная замедленность в усилении вегетативных процессов.
2. Гетерохронность в усилении отдельных функций организма (двигательный аппарат быстрее включается в работу, чем вегетативные системы; вработывание: упражнения максимальной интенсивности – несколько секунд; упражнения большой и умеренной интенсивности – 1-3

мин; в вегетативных системах МОД, МПК, ЧСС, АД достигают максимального уровня для данной работы через 2-7 минут).

3. Зависимость между интенсивностью выполняемой работы и скоростью изменения физиологических функций (чем интенсивнее работа, тем быстрее вработывание): ходьба, занятия ФК – 7-10 минут; упражнения на сверхдлинные дистанции (ходьба) - 5-7 минут; упражнения свыше 120 минут – 3-5 минут; упражнения до 30 минут – 2-3 минуты; упражнения большой интенсивности – 1,5-2 минуты.

4. Чем выше уровень тренированности организма, тем быстрее протекает вработывание при выполнении одного и того же упражнения.

#### **Фазы периода вработывания:**

1. **Состояние начального усилия** длится 20-90 с. В это время происходит формирование координированного двигательного акта. **Начального усилия** – состояние сильного возбуждения корковых двигательных центров, которое способствует формированию стереотипа рабочих движений. Состояние начального усилия возникает не только при 1-2 выполнении непривычной работы, но и 15-20 кратном повторении.

2. **Фаза мобилизации** длится до 7 минут, в этот период устанавливается необходимый уровень функционирования вегетативных систем.

#### **Факторы, влияющие на длительность процесса вработывания:**

- Характер мышечной работы.
- Степень тренированности спортсмена.
- Индивидуальные особенности человека.
- Характер разминки.

### 5.3 ПОНЯТИЕ «УСТОЙЧИВОЕ СОСТОЯНИЕ».

#### ВИДЫ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ

**Состояние устойчивой работоспособности** – состояние, возникающее после окончания периода вработывания при работе большой и умеренной интенсивности.

При работе максимальной и субмаксимальной мощности оно не возникает, так как на всем ее протяжении происходит постоянное нарастание ЧСС, СОК, МОК, потребление  $O_2$ .

**Устойчивое состояние характеризуется:**

- Согласованной работой всех систем организма.
- Постоянным уровнем потребления  $O_2$ .
- Стабилизацией физиологических функций.

Формирование устойчивого состояния обеспечивается:

- Деятельностью больших полушарий головного мозга.
- Гуморальной регуляцией за счет гормонов и метаболитов.

**Виды устойчивого состояния:**

- **Истинное устойчивое состояние** возникает при работе умеренной интенсивности.
- **Кажущееся устойчивое состояние** возникает при работе большой интенсивности.

### 5.4 ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТОМЛЕНИЯ

#### СПОРТСМЕНОВ

Утомление является важнейшей проблемой физиологии спорта и одним из наиболее актуальных вопросов медико-биологической оценки тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов.

Знание механизмов утомления и стадий его развития позволяет правильно оценить функциональное состояние и работоспособность спортсменов и должно учитываться при разработке мероприятий,

направленных на сохранение здоровья и достижение высоких спортивных результатов.

С физиологической точки зрения **утомление** является функциональным состоянием организма, вызванным умственной или физической работой, при котором могут наблюдаться временное снижение работоспособности, изменение функций организма и появление субъективного ощущения усталости.

**Утомление** – это временное функциональное состояние, наступающее вследствие выполнения продолжительной или интенсивной работы, проявляющееся в снижении работоспособности.

#### **Характеристики утомления:**

1. Уменьшение силы и выносливости мышц.
2. Ухудшение координации движений
3. Возрастание затрат энергии при выполнении одной и той же работы.
4. Субъективный симптом – **усталость** (тяжесть в голове, конечностях, общая слабость, разбитость, вялость, недомогание, трудность выполнения работы).

#### **Критерии утомления:**

1. Изменение количественных и качественных показателей работы.
2. Изменение физиологических функций во время работы.

#### **Биологическая роль утомления:**

1. Своевременная защита организма от истощения при длительной или напряженной мышечной работе.
2. Повторное утомление, не доводимое до чрезмерного, является средством повышения функциональных возможностей организма.

#### **Изменения в организме при утомлении**

### **Внутренние изменения:**

1. Снижение возбудимости и лабильности нервной и мышечной ткани.
2. Снижение активности ферментов, обеспечивающих протекание различных химических реакции.
3. Ухудшение деятельности сенсорных систем.
4. Учащение пульса.
5. Учащение дыхания, уменьшение глубины вдоха и выдоха.
6. Увеличение потоотделения.
7. Уменьшение СОК.

### **Внешние изменения:**

1. Ухудшение координации движений.
2. Уменьшение амплитуды движений.
3. Замедление темпа работы.
4. Уменьшение объема выполняемой работы.

### **Фазы утомления:**

**1. Преодолеваемое утомление.** Работоспособность поддерживается на прежнем высоком уровне за счет нарастающего возбуждения в ЦНС, особенно в КГМ. Работа обеспечивается максимальным напряжением деятельности ССС и ДС. Затрата энергии увеличивается, а КПД снижается.

**2. Непреодолеваемое утомление.** Работоспособность снижается. При глубоком утомлении, несмотря на все усилия, спортсмен прекращает работу, так как в ЦНС развивается охранительное торможение. Крайняя степень этой фазы утомления граничит с патологическим состоянием и может вызвать обморок.

### **Виды утомления, их характеристика**

1. Умственное и физическое утомление.
2. Острое и хроническое утомление.

3. Общее и локальное утомление.
4. Скрытое (компенсируемое) и явное (некомпенсируемое)

утомление.

#### **Факторы утомления:**

##### **Основные факторы:**

- Физическая или умственная нагрузка, падающая на афферентные системы во время работы.
- Мощный поток импульсов от проприорецепторов в ЦНС.
- Изменение химизма мышечной ткани.
- Изменение состава внутренней среды организма.
- Изменение функционального состояния тех отделов ЦНС, которые организуют и обеспечивают длительную и напряженную мышечную деятельность.

##### **Дополнительные факторы:**

- факторы внешней среды (температура, влажность, газовый состав, барометрическое давление);
- факторы, связанные с нарушением режимов труда и отдыха;
- факторы, обусловленные изменением привычных суточных биоритмов, и выключение сенсорных раздражений;
- социальные факторы, мотивация, взаимоотношения в команде и другие.

### **5.5 ПОНЯТИЕ О ПЕРЕУТОМЛЕНИИ И ПЕРЕТРЕНИРОВКЕ**

Выполнение мышечной работы на фоне неполного восстановления после продолжительных или высокоинтенсивных физических нагрузок приводит к переутомлению.

**Переутомление** сопровождается функциональными нарушениями, приводящими к стойкому падению работоспособности.

**Переутомление** – это патологическое состояние организма, развивающееся при повторной работе, которая выполняется тогда, когда утомление от предыдущей работы еще не прошло.

При этом утомление от повторной работы может суммироваться с остаточным утомлением от предыдущей работы.

Для ликвидации симптомов переутомления дополнительного отдыха недостаточно, а требуется специальное лечение.

**Перетренировка** – это переутомление, возникающее в результате физической работы.

### **Комплекс расстройств при перетренировке:**

#### **Субъективные ощущения:**

1. Расстройство сна.
2. Боязнь физических напряжений.
3. Страх перед выполнением сложных упражнений.
4. Повышенная раздражительность и вялость.
5. Спортсмен легко вступает в конфликты с товарищами и тренером.
6. Безразличное отношение к окружающему.
7. Отсутствие желания тренироваться.

#### **Объективные признаки:**

1. Расстройство деятельности ЦНС (сдвиг равновесия между возбуждением и торможением).
2. Ухудшаются нейрогуморальные регуляторные влияния на внутренние органы и двигательный аппарат.
3. Нарушение координации движений.
4. Появление грубых ошибок при выполнении специальных физических упражнений.
5. Резкое удлинение восстановительного периода.
6. Резкое снижение уровня спортивных результатов.

7. Изменения во внутренних органах (ухудшение сократительной функции миокарда, боли в области сердца).
8. Ухудшение обмена веществ и энергии.
9. Снижение показателей физических качеств .
10. Ухудшение естественной иммунологической защиты организма (в состоянии перетренировки спортсмены чаще болеют простудными заболеваниями).

#### **Причины перетренированности:**

1. Тренировки с повышенными нагрузками.
2. Нарушение режима работы, отдыха, сна, питания.
3. Преобладание монотонной работы в тренировочных занятиях.
4. Психические и физические травмы.
5. Тренировки в болезненном состоянии и при наличии очагов хронической инфекции.

Различают:

1. Легкое состояние перетренированности
2. Тяжелое состояние перетренированности

#### **Меры предупреждения перетренировки:**

- правильная организация тренировочного режима,
- учет индивидуальных особенностей адаптации к физической нагрузке,
- строгое следование принципам спортивной тренировки, в которых обобщен многолетний опыт рационального построения тренировочного процесса.

#### **При легком состоянии перетренировки:**

1. Объем тренировочной нагрузки это время следует уменьшить, интервалы отдыха между интенсивными упражнениями увеличить, соревновательные нагрузки исключить.
2. Изменить вид занятий на срок от 15 до 30 дней.

### **При тяжелом состоянии перетренировки:**

1. Полностью прекратить тренировки на 2-3 недели.
2. Необходим активный отдых в течение 3-4 недель.
3. Применение комплекса восстановительных средств.
4. Приступить к физической работе через 1-2 месяца.

Поздние стадии перетренировки требуют полного 2-3-недельного отдыха, с последующим переходом к активному отдыху продолжительностью 3-4 недели. В период лечения и активного отдыха необходимо применять комплекс восстанавливающих средств (медикаментозные препараты, биологически активные вещества, физиотерапевтические процедуры).

## **5.6 ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

**Восстановление** – процесс, происходящий в организме после прекращения работы, который заключается в постепенном переходе физиологических и биохимических функций к исходному состоянию.

Процессы восстановления могут происходить:

- перед работой.
- во время выполнения работы.
- после совершения работы.

### **Биологическая роль восстановления:**

1. Восстановления уровня измененных функций и энергетических ресурсов организма.
2. Функциональная и структурная перестройка организма, т.е. формирование эффекта тренированности.

**Специфические особенности восстановительных процессов в организме.**

К ним относят:

- их неравномерность
- гетерохронность
- фазовый характер восстановления работоспособности
- избирательность восстановления
- ее тренируемость

**Неравномерность восстановительных процессов.** Она впервые была установлена А. Хиллом (1926) при анализе ликвидации кислородной задолженности организма. Сразу после окончания работы восстановление идет быстро, а затем скорость его снижается и наблюдается фаза медленного восстановления.

- Ранняя фаза – быстрое восстановление
- Поздняя фаза – медленное восстановление.

Наличие двух фаз восстановления отмечается, как правило, после тяжелой физической работы. После умеренных нагрузок погашение кислородного долга носит однофазный характер, то есть наблюдается только фаза быстрого восстановления. Факт неравномерного восстановления в дальнейшем был отмечен в динамике показателей сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, нервно-мышечного аппарата, картины периферической крови и обмена веществ.

**Гетерохронность восстановления.** В ее основе лежит принцип саморегуляции, свидетельствующий в данном случае о том, что одновременное протекание различных восстановительных процессов обеспечивает наиболее оптимальную деятельность целостного организма. В частности, многолетний опыт наблюдений за спортсменами показывает, что сразу после окончания физических нагрузок восстанавливаются алактатная фаза кислородного долга и фосфагены. Через несколько минут отмечается нормализация пульса, артериального давления, ударного и минутного объемов крови, скорости кровотока, то есть тех показателей, которые обеспечивают восстановление лактатной фазы кислородного

долга. Спустя несколько часов после нагрузок восстанавливаются показатели внешнего дыхания, глюкоза и гликоген. Обмен веществ, периферическая кровь, водно-солевой баланс, ферменты и гормоны восстанавливаются через несколько суток. Таким образом, в различные временные интервалы восстановительного периода функциональное состояние организма неоднозначно. Это следует принимать во внимание, планируя характер нагрузок и реабилитационные мероприятия.

**Фазность восстановления.** Она выражается в изменении уровня работоспособности. В динамике восстановления работоспособности различают **четыре фазы.**

- Фаза быстрого восстановления.
- Фаза замедленного восстановления.
- Фаза сверхвосстановления.
- Фаза исходной работоспособности.

**Избирательность восстановительных процессов.** Избирательный характер восстановления позволяет целенаправленно и эффективно управлять двигательным аппаратом, вегетативными функциями и энергетическим обменом. Избирательность восстановительных процессов после тренировочных и соревновательных нагрузок определяется и характером энергообеспечения. После работы преимущественно аэробной направленности восстановительные процессы показателей внешнего дыхания, фазовой структуры сердечного цикла, функциональной устойчивости к гипоксии происходят медленнее, чем после нагрузок анаэробного характера. Такая особенность прослеживается как после отдельных тренировочных занятий, так и после недельных микроциклов.

**Тренируемость восстановительных процессов.**

В ходе развития адаптированности организма к нагрузкам восстановительные процессы улучшаются, повышается их эффективность. У нетренированных лиц восстановительный период удлинен, а фаза

сверхвосстановления выражена слабо. У высококвалифицированных спортсменов отмечаются непродолжительный период восстановления и более значительные явления суперкомпенсации.

### **Виды восстановления**

- Периодическое.
- Предрабочее.
- Текущее.
- Послерабочее.

### **Средства, ускоряющие процесс восстановления.**

Средства восстановления делят на три группы: педагогические, медико-биологические, психологические.

**Педагогические средства восстановления** являются основными, так как определяют режим и правильное сочетание нагрузок и отдыха на всех этапах многолетней подготовки спортсменов.

**К педагогическим средствам восстановления** относят:

- активный отдых;
- использование различных форм активного отдыха;
- проведение занятий на местности, на лоне природы;
- различные виды переключения с одного вида работы на другой;
- рациональное планирование тренировочного процесса в соответствии с функциональными возможностями организма спортсмена, правильное сочетание общих и специальных средств, оптимальное построение тренировочных и соревновательных микро- и макроциклов, широкое использование переключений, четкую организацию работы и отдыха;
- правильное построение отдельного тренировочного занятия с использованием средств для снятия утомления (полноценная

индивидуальная разминка, подбор снарядов и мест для занятий, упражнений для активного отдыха и расслабления, создание положительного эмоционального фона);

- варьирование интервалов отдыха между отдельными упражнениями и тренировочными занятиями;
- разработка специальных физических упражнений с целью ускорения восстановления работоспособности спортсменов, совершенствование двигательных навыков, обучение тактическим действиям.

#### **Медико-биологические средства восстановления:**

- Рациональное питание.
- Фармакологические препараты и витамины.
- Физио – и гидротерапия (души, бани, ванны, сауны).
- Массаж.
- Мануальная терапия – система ручных и лечебных приемов, способствующих исправлению нарушения функций позвоночника.

#### **Психологические средства восстановления:**

- Сон
- Аутотренинг

Все восстановительные физиологические мероприятия могут быть разделены на постоянные и периодические.

#### **Постоянные мероприятия** проводятся с целью:

- профилактики неблагоприятных функциональных изменений,
- сохранения и повышения неспецифической резистентности и физиологических резервов организма,
- предупреждения развития раннего утомления и переутомления спортсменов.

#### **К таким мероприятиям относятся:**

- рациональный режим тренировок и отдыха,
- сбалансированное питание,
- дополнительная витаминизация,
- закаливание,
- общеукрепляющие физические упражнения,
- оптимизация эмоционального состояния.

**Периодические мероприятия** осуществляются по мере необходимости с целью:

- мобилизации резервных возможностей организма для поддержания работоспособности спортсменов.
- экстренного восстановления работоспособности спортсменов.
- повышения работоспособности спортсменов.

**К мероприятиям этой группы относят:**

- различные воздействия на биологически активные точки,
- вдыхание чистого кислорода при нормальном и повышенном атмосферном давлении (гипербарическая оксигенация),
- гипоксическую тренировку,
- массаж,
- применение тепловых процедур,
- ультрафиолетовое облучение,
- использование биологических стимуляторов и адаптогенов, не относящихся к допингам, пищевых веществ повышенной биологической активности и некоторые другие.

Контроль за восстановлением функций организма и работоспособности довольно трудная задача, для решения которой требуются подготовленные специалисты, необходимое аппаратное обеспечение и условия для проведения исследований.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровский В.И.: Спортивная физиология. – М.: Владос, 2005. – 462 с.
2. Епифанов В.А. Лечебная физическая культура: учебное пособие. – М.: ГЭОТАР - Медиа, 2006. – 568 с.
3. Климова В.К. Спортивная физиология. – Белгород: БелГУ, 2007. 100 с.
4. Минкевич М.А. Врачебный контроль за физическим воспитанием в школе. – М.: Медгиз, 2001. – 183 с.
5. Мониторинг физического развития, физической и функциональной подготовленности учащейся молодежи : учеб. пособие / А. А. Пашин, Н. В. Анисимова, О. Н. Опарина. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 142 с.
6. Наumenко Л.И.: Спортивная физиология. – Белгород: БелГУ, 2007. – 92 с.
7. Прокофьева В.Н. Практикум по физиологии физического воспитания и спорта. Ростов на Дону: Феникс, 2008.– 190 с.
8. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии / Н.Н. Алипов, Д.А. Ахтямова, В.Г. Афанасьев [и др.] / под ред. С.М. Будылиной, В.М. Смирнова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 336 с.
9. Руководство к практическим занятиям по физиологии человека / Под общ. ред. А.С. Солодкова; СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта. – М.: Советский спорт, 2006. – 192 с.
10. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002. – 608 с.
11. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник для высших учебных заведений физической культуры. – М.: Советский спорт, 2012. – 620 с.

12. Физиология физического воспитания и спорта: учеб.-метод. пособие для студентов факультета физической культуры / Авторы-сост. Т.В. Кобзева, С.С. Зеликова. – Саратов: ИЦ «Наука», 2009. – 54 с.
13. Физическая культура и здоровье: учебник / Под ред. В.В. Пономаревой. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. – 317 с.
14. Физическое воспитание студентов и учащихся / Под ред. Н.Я. Петрова. Минск, 2001. – 234 с.
15. Физическая культура студента / Под ред. В.И. Ильинича. – М.: Гардарики, 2004. – 456 с.
16. Физическая культура / Под ред. В.А. Коваленко. – М., 2000. – 287 с.
17. Физическое воспитание студентов и учащихся / Под ред. Н.Я. Петрова. Минск, 2001. 234 с.
18. Физиология человека / Под ред. В.Ф. Киричука. – Саратов: Изд-во Саратовского мед. ун-та, 2009. – 343 с.
19. Физиология человека: учебно-методическое пособие для студентов Института физической культуры и спорта / Авт.-сост. С.С. Павленкович, Л.К. Токаева, Т.А. Беспалова. – Саратов: Изд-во «Амирит», 2017. – 100 с.
20. Физиология физического воспитания и спорта: учебно-методическое пособие для студентов Института физической культуры и спорта / Авт.-сост. С.С. Павленкович, Л.К. Токаева, Т.А. Беспалова, Н.М. Царева. – Саратов: Изд-во «Саратовский источник», 2018. – 100 с.