

Тема урока: «Предмет и задачи курса физиологии с основами биохимии»

Дата: 6. 6.2024г.

Курс: 2 «ф»

1. Предмет физиологии и биохимии.
2. Методы физиологии.
3. Основные понятия физиологии.
4. Основные биологические функции организма человека.
5. Процессы регуляции.
6. Значение физиологии и биохимии в подготовке специалистов в области физической культуры и спорта.

1. Предмет физиологии и биохимии

Физиология – это наука, изучающая функции организма. В основе работы живых организмов лежат некоторые общие принципы и механизмы, которые направлены на сохранение нормальной жизнедеятельности организма. Эти принципы и механизмы принято называть физиологическими процессами. Они и являются в значительной мере главными предметами изучения физиологии как науки. К таким физиологическим процессам можно отнести *рефлекс, гомеостаз и адаптацию*.

В свою очередь физиологи можно разделить на:

- **Общую физиологию**, изучающую общие закономерности ответных реакций организма на раздражители внешней среды, а также механизмы основных жизненных процессов.
- **Частную физиологию**, изучающую отдельные функции организма – физиология дыхания, кровообращения, выделения, пищеварения и т. д.
- **Специальную (прикладную) физиологию**, изучающую функции организма здорового человека в различных условиях: физиология труда, физиология спорта, космическая и подводная физиология, эволюционная физиология и возрастная физиология.

Биохимия изучает химические процессы, происходящие в живых системах. Иначе говоря, биохимия изучает химию жизни. Наука эта относительно

молодая. Она родилась в 20 веке. Условно курс биохимии можно разделить на три части:

- **Общая биохимия** занимается общими закономерностями химического состава и обмена веществ разных живых существ от мельчайших микроорганизмов и кончая человеком. Оказалось, что эти закономерности во многом повторяются.

- **Частная биохимия** занимается особенностями химических процессов, протекающих у отдельных групп живых существ. Например, биохимические процессы у растений, животных, грибов и микроорганизмов имеют свои особенности, причем, в ряде случаев очень существенные.

- **Функциональная биохимия** занимается особенностями биохимических процессов протекающих в отдельных организмах, связанных с особенностями их образа жизни. Направление функциональной биохимии, исследующее влияние физических упражнений на организм спортсмена называется **биохимией спорта или спортивной биохимией**.

1. Методы физиологии

В общей форме физиология - это экспериментальная наука, в которой используются следующие методические приемы исследований:

1. **Наблюдение** или метод «черного ящика», т.е. получение информации о физиологических процессах, обычно предполагает невмешательство исследователя в осуществление изучаемого процесса.
2. **Эксперимент** представляет собой такое исследование, при котором изучаемое явление заранее ставится в известные экспериментатору условия:

а) *острый опыт* - кратковременный, обычно проводящийся в условиях обезболивания и обездвиживания животного, вскрытия кожных покровов и обнажения органа;

б) *хронический эксперимент* - отличается большей продолжительностью (дни, месяцы, годы) и проводится в более адекватных условиях, т.е. на бодрствующем животном, оправившемся после ранее проведенных хирургических операций.

Классическими методами исследований являлись методы удаления и методы раздражения отдельных частей или целых органов, в основном применявшиеся в опытах на животных или во время операций в клинике. Они давали приблизительное представление о функциях удаленных или раздражаемых органов и тканей организма. В этом отношении прогрессивным методом исследования целостного организма явился разработанный И. П. Павловым метод условных рефлексов.

В современных условиях наиболее распространенными являются электрофизиологические методы, позволяющие регистрировать электрические процессы, не изменяя текущей деятельности изучаемых органов и без повреждения покровных тканей — например, электрокардиография, электромиография, электроэнцефалография. Развитие радиотелеметрии позволяет передавать эти получаемые записи на значительные расстояния, а компьютерные технологии и специальные программы — обеспечивают тонкий анализ физиологических данных. Использование фотосъемки в инфракрасных лучах позволяет выявить наиболее горячие или холодные участки тела, наблюдаемые в состоянии покоя или в результате деятельности. С помощью так называемой компьютерной томографии, не вскрывая мозга, можно увидеть морфофункциональные его изменения на различной глубине. Новые данные о работе мозга и отдельных частей тела дает изучение магнитных колебаний.

Физиология изучает *функции и деятельность* как реакции отдельных клеток, тканей (функции) или совокупности органов и тканей (деятельность) на раздражения, т.е. действие раздражителей (стимулов). *Стимулами* (раздражителями) являются разнообразные изменения внешней или внутренней среды: физические (электрические, механические, световые, термические и др.), физико-химические (осмотические и др.), химические (изменения концентрации различных веществ).

1. Основные понятия физиологии

Жизнь — активная форма существования материи, в некотором смысле высшая по сравнению с её физической и химической формами существования, совокупность физических и химических процессов, протекающих в клетке, позволяющих осуществлять обмен веществ и её деление.

Также под словом «жизнь» понимают период существования отдельно взятого организма от момента возникновения до его смерти (онтогенез).

Метаболизм (от греч. μεταβολή — «превращение, изменение»), или **обмен веществ** — набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни. Эти процессы позволяют организмам расти и размножаться, сохранять свои структуры и отвечать на воздействия окружающей среды.

Организм (позднелат. *organismus* от позднелат. *organizo* — устраиваю, сообщаю стройный вид, от др.-греч. ὄργανον — орудие) — живое тело, обладающее совокупностью свойств, отличающих его от неживой материи.

Физиологическая система — это постоянная совокупность различных органов, объединенных какой-либо общей функции. Образование таких комплексов в организме зависит от трех факторов:

- 1) обмена веществ;
- 2) обмена энергии;
- 3) обмена информации.

Системообразующим фактором является общий результат деятельности элементов системы. Примером может служить система стабилизации газового состава крови, в которую входят органы дыхания, кровообращения, кровь, нервные центры, железы внутренней секреции, рецепторы и связующие их друг с другом нервные пути. Результатом работы этой важной системы является та или иная концентрация в крови кислорода, углекислого газа, водородных ионов.

Функциональная система — временная совокупность органов, которые принадлежат разным анатомическим и физиологическим структурам, но обеспечивают выполнение особых форм физиологической деятельности и определенных функций. Она обладает рядом свойств, таких как:

- 1) саморегуляция;
- 2) динамичность (распадается только после достижения желаемого результата);
- 3) наличие обратной связи.

Благодаря присутствию в организме таких систем он может работать как единое целое.

1. Основные биологические функции организма человека

К основным биологическим функциям организма человека относятся:

1. функция **гомеостаза**, поддержание параметров межклеточной среды организма
2. функция **экзотрофии** - внешнего питания
3. функция **эндэкологии** - поддержания чистоты межклеточной среды организма
4. функция **локомоции** - длительной, интенсивной физической активности
5. функция **стресса**
6. функция **адаптации** (краткосрочной, длительной).

Одним из фундаментальных понятий физиологии является **гомеостаз**. Истоки учения о нем связаны с работами Клода Бернара (1878).

Гомеостаз – совокупность биологических реакций, обеспечивающих постоянство внутренней среды организма. В настоящее время различают *соматический гомеостаз* - генетическое постоянство клеток, тканей организма – и *функциональный гомеостаз*, или, более коротко, *гомеостаз* – динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и некоторых функций организма. Это постоянство выражается константами - параметрами, которые могут быть более стабильными («жесткие» константы, например, рН, соотношение концентрации в плазме крови Na^+ и K^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+}) и менее стабильными («мягкие» константы, например, системное артериальное давление, объем циркулирующей крови и др.). Организм допускает более широкие отклонения «мягких» констант, и это способствует поддержанию стабильности жестких параметров внутренней среды.

Пожалуй, это физиологическое свойство организма – главная цель нормальной работы организма и поэтому на сохранение гомеостаза направлены основные усилия организма.

Существенное изменение гомеостаза можно рассматривать как патологию или заболевание. Вначале на изменение гомеостаза реагирует нервная система, а затем кровь. Поэтому изменения в формуле крови часто говорят о процессах незаметного развития заболевания. Внутренний гомеостаз обеспечивает *адаптацию организма*.

Под адаптацией понимают совокупность приспособлений организма к условиям внешней среды. Адаптация осуществляется на всех уровнях организации живой системы, начиная от субклеточного, и кончая организменным уровнем.

Таким образом, организм можно рассматривать как совокупность адаптаций разных уровней. Вначале организм реагирует на изменение в окружающей среде с помощью нервной системы, используя рефлексы безусловные, а если необходимо, приобретая условные рефлексы. Если таких реакций недостаточно, то происходит более глубинное изменение гомеостаза. На этом этапе возникают *функциональные системы*, то есть объединение различных органов и систем организма, направленное на получение адаптивного результата. Если и это не помогает, то происходят коренные наследственные изменения организма, что, в конечном итоге, может привести к появлению нового вида. Однако эта последняя возможность не является предметом изучения физиологии.

1. Процессы регуляции

В организме существуют системы различных уровней – клеток, тканей, органов, а также межорганные, организменные и система «организм + внешняя среда». На каждом из этих уровней «работают» механизмы:

- *гетерорегуляции* - управления системой стимулами другой, «вышестоящей» системы. Примером гетерорегуляции системы кровообращения может быть повышение кровяного давления при физической нагрузке под влиянием моторных нервных центров, а также импульсов мышечных рецепторов.

- *саморегуляции*, т.е. управления системой за счет стимулов, возникающих в ней самой. Саморегуляцией называют автоматическое поддержание стабильности параметра организма. «Золотое правило саморегуляции» состоит в том, что отклонение параметра – толчок к мобилизации аппарата, его восстанавливающего. Примером саморегуляции этой же системы может быть изменение деятельности сердца при внезапном изменении кровяного давления, т.е. под влиянием гемодинамического нервного центра, получившего информацию от рецепторов кровеносных сосудов.

Механизмы регуляции организма:

1. **Физические.** Сводятся к целесообразным прямым реакциям клеток, тканей, органов на изменения температуры, давления (гидростатического, осмотического) и некоторых других физических факторов. Примерами могут быть повышение сократительной активности сердца при увеличении нагрузки объемом (закон Франка-Старлинга), ускорение диссоциации оксигемоглобина при повышении температуры тканей, снижение мочеобразования при появлении препятствий на пути выведения мочи.
2. **Гуморальная регуляция** обеспечивается влиянием метаболитов, гормонов и других биологически активных веществ (БАВ); обычно эти факторы влияют одновременно на многие ткани. В последние годы стало известно об участии в гуморальной регуляции *иммунологических* механизмов. Оказывается, у здорового человека и животных вырабатываются в небольших количествах аутоантитела (АТ) к некоторым собственным пептидам и ферментам: ВИП (вазоактивному интестинальному пептиду), калликреину и др. Такие влияния могут быть длительными, многодневными.

В опытах на крысах (Р.А. Данилова, И.П. Ашмарин, 1994) показано, что введение АТ к алкогольдегидрогеназе (разрушающей в организме собственный этанол) снижает у крыс потребность в экзогенном этаноле (эта потребность, очевидно, увеличивается при уменьшении количества эндогенного этанола). Ученые считают, что иммунологические регуляторные воздействия могут использоваться не только для лечения алкоголизма, но и для ограничения страха, судорожных состояний, стресс-реакций и др.

В роли гуморальных регуляторов выступают, кроме гормонов, метаболитов и антител, еще и особые полипептиды, получившие название *цитокины*, *факторы роста* и др. Открыто более 300 различных регуляторных пептидов.

3. Нервная регуляция, обычно имеющая в основе рефлекторный механизм, отличается большей избирательностью и срочностью влияний, она представлена условными и безусловными рефлексами. С формированием второй сигнальной системы (у человека) появляется высшая – психическая – форма нервной регуляции: словесное внушение Слово «врач» происходит от древнерусского «врать», т.е. «говорить, успокаивая, убеждая». Часто механизмы рефлекторной регуляции приводят к повышению секреции гормона, который, попадая в кровь, влияет на функцию органа (**нервно-гуморальная регуляция**).

Признание мощности, широты и значимости нервных регуляторных влияний в организме выражается *принципом нервизма*, т.е. главенствующей роли нервной системы в жизнедеятельности здорового и больного организма человека. Этот принцип сформировался благодаря трудам выдающихся физиологов и клиницистов XIX-XX веков.

И.М. Сеченов, «отец русской физиологии», пришел к выводу, что «все акты сознательной и бессознательной жизни суть рефлексы». Основатель учения о гомеостазе **Клод Бернар** утверждал, что постоянство внутренней среды – это работа мозга.

Французский невропатолог **Бонье** сформулировал принцип нервизма так: «Нервная система все знает и все может, если она не знает – мы бодем, если она не может – мы умираем». Выдающийся ученый-терапевт **С.П. Боткин** создал нейрогенную теорию патологии. **И.П. Павлов** более 30 лет своей жизни посвятил изучению высших (психических) механизмов регуляции; его учениками развито учение о кортико-висцеральной патологии. Значение регуляции функций состоит в обеспечении четкого выполнения основных жизненных программ организма: «Гомеостаз», «Рост и развитие», «Продолжение рода», которые тесно взаимосвязаны.

1. Значение физиологии и биохимии в подготовке специалистов в области физической культуры и спорта.

Развитие физической культуры и спорта требует от спортсменов и тренеров хороших знаний в области физиологии и биохимии. Это связано с тем, что без понимания того, как работает организм на химическом, молекулярном уровне трудно надеяться на успех в современном спорте. Многие методики тренировки и восстановления базируются в наше время именно на глубоком понимании того, как работает организм на субклеточном и молекулярном уровне. Без глубокого понимания биохимических процессов невозможно бороться и допингом – злом, которое может погубить спорт.

Задание для самостоятельной работы: в виде таблицы запишите основные этапы развития физиологии.

Источники информации:

1. Кучерявый В.В. Физиология с основами биохимии. - Курс лекций для колледжа физической культуры. Рекомендовано методическим советом Департамента по физической культуре и спорту г. Москвы в качестве пособия для средних специальных учебных заведений по специальности 032100- «Физическая культура».- М.: ВИНТИ, 2012 г.
2. Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костилл Физиология спорта. – Киев.: Олимпийская литература, 2001 г.
3. Шошина И.И. Физиология. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : конспект лекций /И. И. Шошина, Ф. А. Гершкорон, Е. В. Инжеваткин. – Электрон. дан. (12 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Физиология : УМКД № 294-2007 / рук. творч. коллектива И. И. Шошина). – 1 электрон. опт. диск (DVD).

Тема урока: «Органические вещества.»

Дата: 7.06.2024г.

Курс: 2 «Ф»

Знания, умения и навыки, которыми должны обладать обучающиеся:

З1. - основные положения биологических теорий и закономерностей: клеточной теории строения и функционирование биологических объектов;

З2. - строение и функционирование биологических объектов;

З3 - вклад выдающихся (в том числе отечественных) учёных в развитие биологической науки;

У1. - объяснять роль биологии в формировании научного мировоззрения; вклад биологических теорий в формирование современной естественно-научной картины мира; единство живой и неживой природы, родство живых организмов;

У2. - сравнивать биологические объекты: химический состав тел живой и неживой природы, зародышей человека и других животных, природные экосистемы и агроэкосистемы своей местности;

У3. - находить информацию о биологических объектах в различных источниках (учебниках, справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах, ресурсах сети Интернет) и критически её оценивать.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ:

Изучение нового материала

Вопросы (план):

1. Углеводы. Строение и функции.
2. Липиды. Строение и функции.

1. Углеводы. Строение и функции

На долю органических веществ приходится от 20 до 30 % массы клетки. В основном органические вещества представлены биополимерами, молекулы которых имеют большие размеры и состоят из многократно повторяющихся элементарных единиц – мономеров. Наиболее важная биологическая роль принадлежит таким веществам, как белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды, гормоны, АТФ, витамины и др.

Углеводы – самые распространенные на Земле органические вещества. Название происходит от слов «уголь» (лат. carbō) и «вода». Причиной этого является то, что первые из известных науке углеводов описывались брутто-формулой $C_x(H_2O)_y$, формально являясь соединениями углерода и воды. По мнению К. Шмидта (1822–1894) атомов водорода в молекулах любого углевода всегда в два раза больше, чем кислорода, поэтому в 1844 г. он дал этим соединениям такое название. В животных клетках углеводов немного: 1–2 иногда до 5% (например, в клетках печени). Растительные клетки, напротив, богаты углеводами – там их содержание достигает 90% сухой массы.

Углеводы, или **сахариды**, – органические соединения, в состав которых входят углерод (С), водород (Н), кислород (О) и выражается общей формулой $C_m(H_2O)_n$. Исключение составляют дезоксисахара, имеющие общую формулу $C_mH_{2n+2}O_n$.

Углеводы делят на простые (моносахариды) и сложные (олигосахариды, полисахариды) или мономеры и полимеры.

Полимеры (от греч. поли – много и мерос – часть) – гигантские молекулы, образованные многими повторяющимися частями, так называемыми мономерами (от греч. монос – один).

Мономеры – это строительные блоки, способные соединяться друг с другом, образуя полимеры, известные также под названием макромолекул (от греч. макрос – большой).

Моносахариды – простые углеводы, в зависимости от числа атомов углерода подразделяются на триозы (3), тетрозы (4), пентозы (5), гексозы (6) и гептозы (7 атомов). Наиболее распространены пентозы и гексозы.

Свойства моносахаридов – легко растворяются в воде, кристаллизуются, имеют сладкий вкус, могут быть представлены в форме α - или β -изомеров.

Из моносахаридов наибольшее значение для живых организмов имеют рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза.

Рибоза и дезоксирибоза относятся к группе пентоз, входят в состав нуклеотидов РНК и ДНК, рибонуклеозидтрифосфатов и дезоксирибонуклеозидтрифосфатов и др.

Дезоксирибоза ($C_5H_{10}O_4$) отличается от рибозы ($C_5H_{10}O_5$) тем, что при втором атоме углерода имеет атом водорода, а не гидроксильную группу, как у рибозы.

Глюкоза, или виноградный сахар ($C_6H_{12}O_6$), относится к группе гексоз, может существовать в виде α -глюкозы или β -глюкозы. Отличие между этими пространственными изомерами заключается в том, что при первом атоме углерода у α -глюкозы гидроксильная группа расположена под плоскостью кольца, а у β -глюкозы – над плоскостью.

Глюкоза – это:

1. один из самых распространенных моносахаридов;
2. важнейший источник энергии для всех видов работ, происходящих в клетке (энергия выделяется при окислении глюкозы в процессе дыхания);
3. мономер многих олигосахаридов и полисахаридов;
4. необходимый компонент крови.

Фруктоза, или фруктовый сахар ($C_6H_{12}O_6$), относится к группе гексоз, слаще глюкозы, в свободном виде содержится в меде (более 50%) и фруктах. Является мономером многих олигосахаридов и полисахаридов.

Биологические функции моносахаридов

- Энергетическая: моносахариды используются в качестве источников энергии в клетке.
- Пластическая: моносахариды и их производные участвуют в построении разнообразных биологических молекул.

Олигосахариды (греч. oligos – немного) образованы несколькими (от двух до десяти) моносахаридами, связанными ковалентно друг с другом с помощью гликозидной связи. В зависимости от числа остатков моносахаридов различают дисахариды, трисахариды и т.д. Наиболее распространены дисахариды.

Свойства олигосахаридов – растворяются в воде, кристаллизуются, сладкий вкус уменьшается по мере увеличения числа остатков моносахаридов.

Сахароза, или тростниковый, или свекловичный сахар, – дисахарид, состоящий из остатков глюкозы и фруктозы. Содержится в тканях растений. Является продуктом питания (бытовое название – сахар).

В промышленности сахарозу вырабатывают из сахарного тростника (стебли содержат 10–18%) или сахарной свеклы (корнеплоды содержат до 20% сахарозы).

Мальтоза, или солодовый сахар, – дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы. Присутствует в прорастающих семенах злаков.

Лактоза, или молочный сахар, – дисахарид, состоящий из остатков глюкозы и галактозы. Присутствует в молоке всех млекопитающих (2–8,5%).

Полисахариды – являются полимерами и состоят из неопределенно большого (до нескольких сотен или тысяч) числа остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями (рис.2).

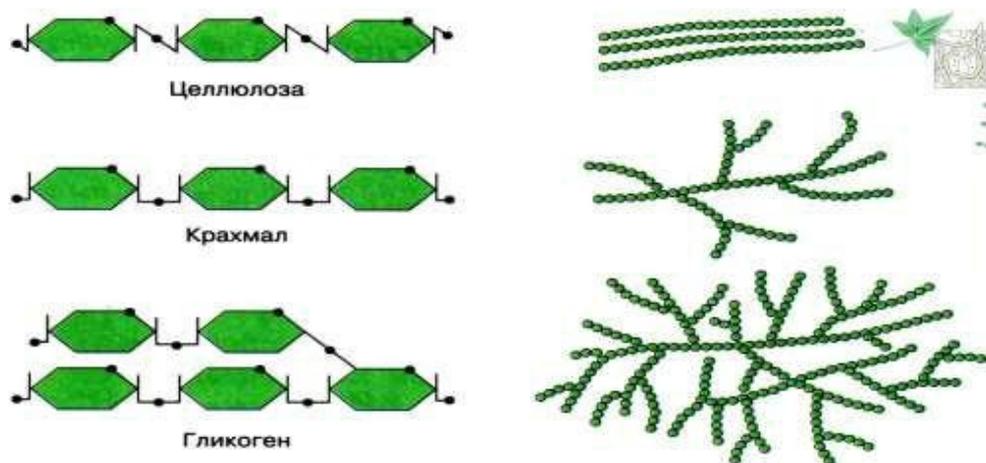


Рис.2

Свойства полисахаридов – не растворяются или плохо растворяются в воде, не образуют ясно оформленных кристаллов, не имеют сладкого вкуса.

Крахмал ($C_6H_{10}O_5$)_n – полимер, мономером которого является α -глюкоза. Крахмал – основной резервный углевод растений, является одним из продуктов фотосинтеза, накапливается в семенах, клубнях, корневищах, луковицах. Содержание крахмала в зерновках риса – до 86%, пшеницы – до 75%, кукурузы – до 72%, в клубнях картофеля – до 25%. Крахмал – основной углевод пищи человека (амилаза – пищеварительный фермент, расщепляющий полимер).

Гликоген ($C_6H_{10}O_5$)_n – полимер, мономером которого также является α -глюкоза. Гликоген – основной резервный углевод животных, в частности, человека. Накапливается в печени (содержание – до 20%) и мышцах (до 4%), является источником глюкозы.

Целлюлоза ($C_6H_{10}O_5$)_n – полимер, мономером которого является β -глюкоза. Основной структурный полисахарид клеточных стенок растений. Содержание целлюлозы в древесине – до 50%, в волокнах семян хлопчатника – до 98%. Целлюлоза не расщепляется

пищеварительными соками человека, т.к. у него отсутствует фермент целлюлаза, разрывающий связи между β -глюкозами.

Инулин – полимер, мономером которого является фруктоза. Резервный углевод растений семейства Сложноцветные и др. Содержание инулина в клубнях топинамбура – 10-18%, корнях цикория – 40-60%. Применяется как заменитель крахмала и сахара при сахарном диабете. Служит исходным материалом для промышленного получения фруктозы.

Гликопротеины – комплексные вещества, образующиеся в результате соединения углеводов и белков.

Биологические функции полисахаридов

- Энергетическая: за счет окисления углеводов организм получает 50 % необходимой энергии, которая накапливается в виде АТФ (при окислении 1 г углеводов образуется 17,6 кДж энергии). Крахмал и гликоген составляют «депо» углеводов в клетке; при необходимости они быстро расщепляются на легко усваиваемый источник энергии – глюкозу.
- Запасная: полисахариды откладываются в виде зерен крахмала (амилопектин), гликогена; у человека в печени запасается 6 %, в мышцах – 0,5– 2 %.
- Структурная (опорная): гиалуроновая кислота и муреин являются структурными межклеточными веществами. В клетках растений клеточная стенка состоит из целлюлозы (клетчатка), у бактерий – из мурамидина, у грибов – из хитина. Хрящи человека – хондроитинсульфат.
- Защитная: полисахариды входят в состав клеточных стенок мембран и участвуют в защитных реакциях организма, обеспечивая иммунитет. Хитин – сложный углевод, образующий с другими веществами наружный слой членистоногих.
- Пластическая: полисахариды используются в синтезе сложных белков (гликопротеинов), ферментов, гормонов, липидов и некоторых аминокислот.
- Барьерная: антигены по своей химической структуре являются гликопротеидами (антигенная специфичность углеводов). Некоторые углеводы являются рецепторами для связывания различных токсинов.
- Гидроосмотическая и ионрегулирующая: гиалуроновая кислота, благодаря высокой гидрофильности и отрицательному заряду, связывает межклеточную воду и катионы, регулируя межклеточное осмотическое давление.
- Регуляторная: клетчатка, попавшая в кишечник, вызывает его раздражение и способствует перистальтике.

Липиды. Строение и функции

Липиды (от греч. *lipos* – жир) – обширная группа жиров и жироподобных веществ, в состав которых входят жирные кислоты и их производные. Они содержатся во всех живых клетках. В некоторых клетках липидов очень мало, всего несколько процентов, а вот в клетках подкожной жировой клетчатки млекопитающих и семенах, например подсолнечника, их содержание достигает 90%.

Для большинства липидов характерны свойства гидрофобности и липофильности, это значит, что липиды плохо растворимы в воде и хорошо растворимы в неполярных растворителях (спирты – фенол, стирол, эфир, хлороформ, толуол, бензол и др.).

В зависимости от особенности строения молекул различают:

Простые липиды, представляющие собой двухкомпонентные вещества, являющиеся сложными эфирами высших жирных кислот и какого-либо спирта. К ним относятся нейтральные жиры и воска.

Сложные липиды, имеющие многокомпонентные молекулы: фосфолипиды, липопротеины, гликолипиды.

Липоиды, к которым относятся стероиды – полициклический спирт холестерин и его производные.

Нейтральные жиры, или триглицериды, – наиболее простые и широко распространенные липиды. Их молекулы образуются в результате присоединения трех остатков высокомолекулярных жирных кислот к одной молекуле трехатомного спирта – глицерина.

В составе триглицеридов обнаружено более 500 жирных кислот, молекулы которых имеют сходное строение. Жирные кислоты имеют одинаковую для всех кислот группировку – карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) и радикал ($\text{R}-$), которым они отличаются друг от друга. Обычно в реакцию вступают все три гидроксильные группы глицерина, поэтому продукт реакции называется триглицеридом.

Среди соединений этой группы различают **жиры**, остающиеся твердыми при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$, и **масла**, которые в этих условиях становятся жидкими. Масла более типичны для растений, но могут встречаться и у животных.

Воска – сложные эфиры, образуемые жирными кислотами и многоатомными спиртами. Они покрывают кожу, шерсть, перья животных, смягчая их и предохраняя от действия воды. Восковой защитный слой покрывает также стебли, листья и плоды многих растений.

Фосфолипиды по своей структуре сходны с жирами, но в их молекуле один или два остатка жирных кислот замещены остатком фосфорной кислоты. Фосфолипиды являются составным компонентом клеточных мембран.

Липопротеины (липопротеиды) – комплексные вещества, образующиеся в результате соединения белков и липидов.

Гликолипиды – комплексные вещества, образующиеся в результате соединения углеводов и липидов.

Стероиды – липиды, не содержащие жирных кислот и имеющие особую структуру. К стероидам относятся гормоны, в частности кортизон, вырабатываемый корой надпочечников, различные половые гормоны, витамины А, D, E, К и ростовые вещества растений. Стероид холестерин – важный компонент клеточных мембран у животных, однако его избыток в организме может привести к заболеваниям сердечно-сосудистой системы и образованию желчных камней.

Биологические функции липидов

- Энергетическая: при окислении липидов в организме выделяется энергия (при окислении 1 г липидов выделяется 39,1 кДж).
- Запасающая: содержащиеся в подкожной клетчатке млекопитающих липиды используются при недостатке корма; они также являются источником эндогенной воды, особенно у животных пустыни.
- Структурная: липиды являются одним из основных компонентов биологических мембран и клеточных структур (в основном, фосфолипиды).
- Транспортная: липиды участвуют в транспорте веществ через липидный слой.
- Механическая (защитная): липиды соединительной ткани, окружающей внутренние органы, и подкожного жирового слоя предохраняют органы от повреждений при внешних механических воздействиях, являясь хорошими амортизатором.

- Теплоизолирующая: благодаря своей низкой теплопроводности липиды сохраняют тепло в организме, предохраняя его от переохлаждения.

Вопросы для закрепления изученного материала:

1. Охарактеризуйте химический состав клетки. Укажите классы и роль основных неорганических и органических веществ.
2. Охарактеризуйте структуру и функции углеводов в клетке и организме.
3. Охарактеризуйте структуру и функции липидов в клетке и организме.

Лекция №3. Общие закономерности и особенности обмена веществ при занятиях физической культурой

План изучения темы

1. Две стороны обмена веществ – ассимиляция и диссимиляция.
2. Кортикальная регуляция обмена веществ при выполнении спортивных упражнений.

Краткое изложение теоретических вопросов:

Процесс обмена веществ имеет две стороны:

ассимиляция (*assimile* – уподобляю, лат.) – процесс синтеза сложных органических веществ из более простых компонентов, поступающих в клетку извне, с использованием внутренней энергии клетки;

диссимиляция (*di* – два; здесь – другой способ, лат.) – процесс распада сложных органических веществ самой клетки до более простых компонентов (впоследствии выводимых наружу) с выделением энергии.

Разновидности ассимиляции и диссимиляции

Разновидности ассимиляции (в зависимости от исходных веществ):

ассимиляция автотрофная – если поступающие в биотическую систему вещества минеральные (например, у растений).

ассимиляция гетеротрофная – если эти вещества органические (например, у животных или у грибов); данной разновидности ассимиляции может предшествовать подготовительный процесс: пищеварение (у животных), хотя он может и отсутствовать (у грибов).

Разновидности диссимиляции (в зависимости от конечных продуктов):

брожение – разновидность, при которой происходит неполный распад исходных веществ (до органических составляющих, еще способных к дальнейшему распаду с выделением энергии); брожение у разных форм может протекать как в присутствии кислорода (в аэробной среде), так и в его отсутствие (в анаэробных условиях),

дыхание – разновидность, осуществляемая только при участии кислорода, при которой происходит полный распад исходных веществ (до минеральных компонентов); дыханию всегда предшествует брожение.

Популяции организмов, отличающиеся по характеру обмена веществ, играют разную роль в экосистемах. Характер обмена веществ определяет потребности организма и его требования к среде обитания.

Биохимические изменения в организме при мышечной деятельности

Биохимические изменения в организме связаны со следующими факторами:

- 1) Обеспечение клеток кислородом
- 2) Интенсивность расходования и восстановления АТФ
- 3) Преобладающий тип восстановления АТФ
- 4) Процесс, который выигрывает конкуренцию за источник энергии
- 5) Активность нервной и эндокринной системы
- 6) Характер и мощность мышечной системы

В зависимости от степени удовлетворения организма кислородом по мере выполнения мышечной работы различают следующие состояния:

- 1) Истинно-устойчивое состояние (потребность в кислороде полностью удовлетворяется, работа осуществляется за счёт аэробных процессов)
- 2) Неустойчивое состояние (потребность в кислороде возрастает по мере выполнения работы). Работа осуществляется за счёт аэробных и анаэробных процессов).
- 3) Ложно-устойчивое состояние (потребность в кислороде достигается за счёт НПК 100-200 м.). Работа осуществляется за счёт аэробных процессов.

Ресинтез АТФ за счёт макроэргических фосфорных соединений, образующихся в процессе мышечной деятельности, также может осуществляться двумя путями:

1) путём гликолитического фосфорилирования.

2) путём дыхательного фосфорилирования.

Гликолитическое фосфорилирование, подобно креатинкиназной и миокиназной реакциям, является анаэробным путём ресинтеза АТФ. Ресинтез АТФ гликолитическим фосфорилированием является преобладающим при спортивных упражнениях максимальной интенсивности (бег на 100, 200, 400, 800 м.), когда имеет место резкое несоответствие между сильно возросшей потребностью организма в кислороде и ограниченными возможностями её удовлетворения.

Однако гликолиз имеет и недостатки, заключающиеся в его малой энергетической эффективности и в том, что не полное окисление глюкозы приводит к накоплению в организме недоокисленных продуктов кислотного характера — молочной и пировиноградной кислот.

Дыхательное фосфорилирование, в цикл аэробного окисления, сопряженного с фосфорилированием, могут вовлекаться не одни углеводы, а широкий круг веществ (углеводы, липиды, продукты дезаминирования аминокислот).

Во-вторых, дыхательное фосфорилирование энергетически во много раз эффективнее, а следовательно, экономнее гликолитического.

В-третьих, конечными продуктами аэробного окисления являются вода — вещество, не вызывающее резких изменений во внутренней среде организма, а летучая углекислота, легко из него удаляется.

Ресинтез АТФ при мышечной деятельности может осуществляться как в ходе реакции, идущих без кислорода, так и за счёт окислительных превращений в клетках, связанных с потреблением кислорода. В обычных условиях Ресинтез АТФ происходит в основном путём аэробных превращений, но при напряженной мышечной деятельности, когда доставка кислорода к мышцам затруднена, в тканях одновременно усиливаются и анаэробные процессы ресинтеза АТФ. В скелетных мышцах человека выявлено три вида анаэробных процессов, в ходе которых возможен Ресинтез АТФ:

- Креатин-фосфокиназная реакция (фосфогенный или алактатный анаэробный процесс), где Ресинтез АТФ происходит за счёт перефосфорилирования между креатинфосфатом и АДФ;

- Миокиназная реакция, при которой Ресинтез АТФ осуществляется за счёт дефосфорилирования определённой части АДФ;
- Гликолиз (лактаcidный анаэробный процесс), где Ресинтез АТФ осуществляется по ходу ферментативного анаэробного расщепления углеводов, заканчивающегося образованием молочной кислоты.

Для количественной оценки процессов анаэробного и аэробного преобразования энергии при мышечной деятельности используются три основных критерия:

- Критерии мощности, оценивающий скорость преобразования энергии в данном процессе;
- Критерии емкости, отражающий общие запасы энергетических веществ или количество освобождаемой энергии и выполненной работы;
- Критерии эффективности, который показывает соотношение между энергией, затраченной на Ресинтез АТФ, и общим количеством энергии, выделенной в ходе данного процесса.

Анаэробные и аэробные процессы преобразования энергии заметно различаются по мощности, емкости и эффективности. По этим параметрам анаэробные процессы имеют преимущество при выполнении кратковременных упражнений высокой интенсивности, а аэробные - при длительной работе умеренной интенсивности.

Энергетическое обеспечение мышечной деятельности в зависимости от её характера и длительности.

При переходе от состояния относительного покоя к интенсивной мышечной деятельности потребность организма в кислороде возрастает во много раз. Однако сразу же эта повышенная потребность не может быть удовлетворена, так нужно известное время для того, чтобы усилилась деятельность систем дыхания и кровообращения и чтобы кровь, обогащенная кислородом, смогла дойти до работающих мышц. Поэтому начало всякой интенсивной работы происходит в условиях неудовлетворенной потребности организма в кислороде (кислородный дефицит). Если работа совершается с максимальной интенсивностью и длится короткое время, то поглощение кислорода не успевает во время работы достигнуть максимальной величины. При этом потребность в кислороде так велика, что даже и максимально возможное

поглощение кислорода не могло бы удовлетворить её. Чем меньше интенсивность работы и больше длительность, тем лучшие условия создаются для удовлетворения потребности организма в кислороде. При работе умеренной интенсивности может установиться соответствие между потребностью организма в кислороде и фактическим его потреблением, так называемое, устойчивое состояние. Однако устойчиво состояние возможно только при работе постоянной умеренной интенсивности. Всякое увеличение мощности работы по ходу её (успокоения, спурты) приводит к повышению потребности в кислороде, которая сразу же не может быть удовлетворена. В этих случаях также временно возникают несоответствие между потребностью в кислороде и её удовлетворением, т.е. кислородная задолженность и аэробные условия, которые ликвидируются лишь при возвращении к работе прежней интенсивности. При более длительной интенсивной работе всё в большей степени используется гликолиз. Интенсивная работа длительностью более 5-10 сек. всегда сопровождается повышением содержания молочной кислоты в крови, образующейся в мышцах в результате быстрого протекающего процесса гликолиза. Наибольших величин оно достигает при выполнении упражнений максимальной и субмаксимальной интенсивности. (бег на 100, 200, 400м). При выполнении упражнений средней и умеренной интенсивности, но большей длительности ресинтез АТФ за счёт креатинфосфата и гликолиза имеет место лишь в начале работы, а затем постепенно сменяется дыхательным фосфорилированием. Содержание молочной кислоты в крови, повысившееся в начале работы, по мере её продолжения постепенно снижается, а к концу работы может достигать даже нормально уровня, так как молочная кислота в процессе подвергается аэробному окислению до углекислоты и воды, а частично используется для ресинтеза углеводов. При работе различной интенсивности и длительности в качестве субстратов, окисляемых для ресинтеза АТФ, используются различные вещества в зависимости от степени снабжения организма кислородом. В условиях аэробного гликолитического ресинтеза АТФ расщепляется преимущественно находящийся в мышцах гликоген, содержание которого по мере продолжения работы снижается. Свободная глюкоза, приносимая к мышцам кровью, используется при этом мало. Для вовлечения в процесс гликолиза требуется её фосфорилирование, происходящее с участием АТФ. Содержание АТФ, расходуемое на энергетическое обеспечение мышечных сокращений, в этих условиях снижено. Расходование же гликогена в этих условиях происходит без затруднений, так как для образования из него гексофосфорных эфиров требуется неограниченная фосфорная кислота, содержание которой в мышцах даже повышено вследствие расщепления АТФ.

Тема: «Биохимия спорта»

Дата: 8.06.2024г.

Курс: 2 «Ф»

Биохимия спорта является частью биохимии, поэтому она изучает химические реакции в клетках различных органов в процессе выполнения физических упражнений, а также количественные молекулярные изменения в клетках в ответ на выполнение физических упражнений, тренировок или тренировочного процесса. Биохимия спорта описывает химические процессы при их активизации и в период восстановления. С помощью биохимии спорта разработаны правила для облегчения обработки данных, доступных тренеру или учителю физической культуры (пульс, давление, потовыделение, изменение цвета кожи, температура, утомление, результаты контрольных тестов и др.).

Биохимия мышечного сокращения

Мышцы состоят из отдельных мышечных волокон, каждое из которых представляет собой специализированную мышечную клетку. Её толщина колеблется от 10 до 100 мкм, а длина равна длине мышцы. Мышечная клетка (мышечное волокно) включает продольно расположенные нити - фибриллы диаметром около 1 мкм. В фибриллах чередуются тёмные и светлые участки - диски. Тёмные диски отличаются, двойным лучепреломлением и называются А-дисками (анизотропными). Светлые диски не обладают двойным лучепреломлением и называются I-дисками (изотропными). В средней части А-диска имеется более светлый участок - H-зона. В середине I-диска расположена плотная линия Z. Пучок миофибрилл, заключённый между двумя соседними Z-линиями, - саркомер. Сокращение мышцы - результат сокращения составляющих ее мышечных клеток (мышечных волокон), следствие укорочения каждого его саркомера. Изменения биохимических процессов в организме при мышечной деятельности зависят

от мощности и продолжительности упражнения, а также от тренированности спортсмена. Между мощностью работы и ее продолжительностью существует обратная зависимость - чем больше мощность работы, тем меньше время, которое можно ее выполнять. Характер мышечной деятельности, её длительность, интенсивность определяют специфику энергетических превращений в организме бадминтониста. Особенности протекания этих процессов являются основой спортивной работоспособности. Механизмы энергообразования при выполнении работы существенно различаются в зависимости от ее интенсивности и продолжительности. Принято различать два вида источников энергии, которые отличаются друг от друга тем, что один "живёт" за счёт кислорода, потребляемого извне, другой за счёт внутренних ресурсов организма. Первый вид энергии принято называть аэробным, или дыхательным, второй - анаэробным, то есть идущим без притоков кислорода извне. Одним из основных показателей аэробной производительности является максимальное потребление кислорода в минуту. В современном бадминтоне розыгрыши непродолжительные (15-20 сек.), но очень энергичные, со множеством челночных перемещений в различных направлениях. По длительности матчевые встречи в среднем проходят 20-30 минут, но не редки и матчи, которые длятся 1-1,5 часа. В таких ситуациях для успешных действий спортсмену необходимо большое потребление кислорода. Анаэробный источник энергии в зависимости от специфики мышечной деятельности подразделяют на алактатный анаэробный и лактатный анаэробный.

Согласно специфике основных источников энергии, все существующие нагрузки можно разделить на 4 группы:

- 1) Упражнения, выполняемые за счёт алактатной анаэробной энергии. Мощность упражнений максимальна, длительность 10-15 сек. К этой группе относятся: спринт, прыжковые упражнения, различные упражнения с отягощениями.

2) Упражнения, выполняемые в основном за счёт лактатный анаэробной энергии; они близки по своей мощности к максимальной. Продолжительность упражнений не более 2 мин. Типичным упражнением этой группы является бег на 400 м.

3) Длительная работа умеренной мощности, выполняемая в основном за счёт аэробной, или дыхательной, производительности. Продолжительность такой работы может составлять несколько часов. Частота сердечных сокращений, как правило, не превышает 150 уд/мин. К этой работе могут быть отнесены все виды циклических упражнений: бег на длинные дистанции, лыжные гонки, часовая гребля и др.

4) Упражнения смешанного аэробного характера. Во время их выполнения наряду с возрастающей ролью аэробных процессов имеют место и анаэробные. Длительность упражнений - 10-30 мин. Пульс при их выполнении поднимается до 170-180 уд/мин. Различия, вызванные спецификой энергообеспечения, существующие между работами в этих четырёх группах, предполагают и разные методы повышения работоспособности в каждой из них. Иными словами, специальная выносливость в том или ином виде спорта в основном будет зависеть от уровня развития того источника энергии, за счёт которого совершается работа. Поэтому и методы развития специальной выносливости в видах спорта различны. Так, методы развития специальной выносливости в кратковременной работе будут отличаться от методов развития этого качества в длительной работе. В процессе воспитания выносливости тренировочная нагрузка характеризуется 5-ю компонентами:

1. Интенсивностью упражнений (скорость передвижений)
2. Продолжительностью упражнений
3. Длительностью интервалов отдыха

4. Характер отдыха (заполнение пауз другими видами деятельности)

5. Число повторений. В спортивной практике разработаны общие положения для развития аэробных и анаэробных возможностей. Для развития аэробных возможностей рекомендуется применять длительные упражнения умеренной мощности, позволяющие достигать высокого уровня потребления кислорода и максимальных величин сердечной производительности. В процессе исследований прерывистой деятельности циклического характера установлено, что интенсивная мышечная деятельность, осуществляемая многократными сериями с короткими фазами работы и отдыха, практически протекает в аэробных или близких к ним условиях и потому зависит от уровня аэробной производительности спортсмена. Можно предположить, что длительная работа прерывистого комбинированного характера типа игры в бадминтон протекает в основном в аэробных условиях и требует от спортсмена больших энергетических затрат. Вследствие этого одним из ведущих факторов, определяющих выносливость бадминтониста, является аэробная возможность организма. Видимо, это обстоятельство побудило некоторых исследователей определить аэробную производительность бадминтонистов, измерив уровень их максимального потребления кислорода (МПК). Касаясь специфики бадминтона, подчёркивают наличие прерывистости в действиях игроков (периоды активных действий сменяются небольшими паузами отдыха). Например, длительность розыгрыша одного очка на площадке в среднем равна 15-20 сек. (здесь не берутся в расчёт минимальные величины, когда розыгрыш очка заканчивается одним ударом). Нагрузка подобной длительности обеспечивается алактатной анаэробной энергией. Поэтому есть основание считать, что каждый отдельно взятый розыгрыш очка происходит за счёт энергии алактатного анаэробного процесса. И чем больше мощность этого процесса, тем выше двигательная активность спортсмена. Таким образом, учитывая специфику двигательной деятельности бадминтонистов, можно предположить, что специальная

выносливость игроков в основном зависит от алактатной анаэробной производительности, то есть от способности к максимальной двигательной активности в течение 15-20 сек., и от аэробной производительности, или способности совершать работу многократными сериями в течение длительного времени. Следовательно, основными методами развития специальной выносливости в бадминтоне являются методы, направленные преимущественно на повышение алактатной анаэробной и аэробной производительности. Повышать специальную выносливость бадминтониста можно как средствами общей физической подготовки, так и средствами самой игры, или средствами специальных упражнений, близких по своей структуре к действиям спортсмена на площадке. Биохимия физических упражнений и спорта. Длительная мышечная деятельность неизменно приводит к снижению общей работоспособности. Такое состояние называется утомлением. Утомление - защитная реакция организма. Организм начинает сигнализировать о неблагоприятных функциональных и биохимических сдвигах, снижая при этом интенсивность мышечной деятельности, в результате чего нарушается деятельность ЦНС по формированию двигательных импульсов и передаче их к работающим мышцам.

Состояние утомления характеризуется: снижением концентрации АТФ в нервных клетках снижением скорости расщепления АТФ в миофибриллах; уменьшением активности ферментов аэробного окисления; нарушением сопряжения реакций окисления с ресинтезом АТФ; истощением запасов энергетических субстратов (креатинфосфата, гликогена);

6. накоплением продуктов распада (молочная кислота, кетоновые тела);

7. резким сдвигом внутриклеточной среды.

В зависимости от условий мышечной деятельности и индивидуальных особенностей организма роль ведущего звена в развитии утомления может

принимать на себя любые орган или функция, возможности которых в определённый момент работы становятся неадекватными требованиям нагрузки. Поэтому первопричиной утомления может стать и снижение энергетических ресурсов организма, и уменьшение активности ключевых ферментов из-за угнетающего действия продуктов метаболизма тканей, и нарушенной целостности функционирующих структур из-за недостаточности пластического обеспечения, и изменение нервной или гормональной регуляции функций, и многое другое. Следует отметить, что при интенсивной кратковременной работе основной причиной утомления служит развитие охранительного торможения в ЦНС из-за нарушения баланса АТФ/АДФ и угнетение миозиновой АТФ-азы в работающих мышцах под влиянием накопившихся продуктов обмена. А при относительно умеренной продолжительной работе основными причинами утомления становятся факторы, связанные с нарушением деятельности механизмов энергообеспечения (например, истощение внутримышечных запасов гликогена или накопление продуктов неполного окисления жиров) и со снижением возбудимости мышц из-за выхода калия в межклеточное пространство. Биохимическая характеристика тренированного организма. В период отдыха после работы биохимические изменения, произошедшие в мышцах и других органах во время физических нагрузок, постепенно ликвидируются. Наиболее выраженные изменения обнаруживаются в сфере энергетического обмена. Они состоят в том, что в процессе работы в мышцах снижается содержание субстратов энергетических превращений (креатинфосфата, гликогена, а при длительной работе и липидов) и повышается содержание продуктов внутриклеточного метаболизма (АДФ, АМФ, H_3PO_4 , молочной кислоты, кетоновых тел и т. п.). Накопление продуктов "рабочего" метаболизма и усиление гормональной активности стимулируют окислительные процессы в тканях в период отдыха после работы, что способствует восстановлению внутримышечных запасов энергетических веществ, приводит к норме водно-электролитный баланс

организма и обеспечивает индуктивный синтез белков в органах, подвергнутых действию нагрузки. Выделяют два типа восстановительных процессов - срочное и отставленное восстановление, которые различаются общей направленностью биохимических сдвигов в организме и времени, необходимого для их возвращения к норме. Срочное восстановление распространяется на первые 0,5-1,5 часа отдыха после работы; оно сводится к устранению накопившихся за время упражнения продуктов анаэробного распада и к оплате образовавшегося кислородного долга. Отставленное восстановление распространяется на многие часы отдыха после работы. Оно заключается в усиливающихся процессах пластического обмена и в реставрации нарушенного во время упражнения ионного и эндокринного равновесия в организме. В период отставленного восстановления завершается возвращение к норме энергетических запасов организма, усиливается синтез разрушенных при работе структурных и ферментных белков.

**Тема: «ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ»**

Дата :15.06.2024г.

Курс: 2 «Ф»

Все спортивные упражнения можно разделить на две большие группы. Для упражнений первой группы характерны очень большие (на соревнованиях — предельные) физические нагрузки, которые предъявляют исключительно высокие запросы к ведущим физиологическим системам и требуют предельного проявления таких двигательных физических качеств, как сила, быстрота или выносливость. К таким упражнениям относятся все виды легкой атлетики, плавание, лыжный и конькобежный спорт, гребля, спортивные игры, единоборства и т.д. Вторую группу составляют технические упражнения: авто, мотоспорт, парусный, санный, парашютный, конный, авиа- и дельтапланеризм. Перемещение спортсмена в пространстве при выполнении упражнений первой, наиболее многочисленной группы осуществляется в основном за счет внутренних (мышечных) сил. При выполнении технических упражнений перемещение спортсмена происходит главным образом за счет внешних (не мышечных) сил: тяги двигателя машины (в автоспорте), гравитационных сил (в санном, парашютном спорте), силы воздушного потока (в парусном спорте, авиа- и дельтапланеризме). Успех в технических упражнениях в очень большой мере определяется техническим оборудованием (в конном спорте — качествами лошади) и степенью владения им. Эти спортивные упражнения требуют исключительно высокого развития у спортсменов специфических психофизиологических функций: внимания, быстроты реакции, тонкой координации движений и т. д. В то же время упражнения в технических видах спорта, как правило, не предъявляют предельных требований к энергетической и мышечной системам, к системам вегетативного обеспечения, а также к физическим качествам: силе мощности и выносливости.

В соответствии с общей кинематической характеристикой упражнений, т. е. характером протекания во времени упражнения первой группы делят на циклические и ациклические.

К **циклическим упражнениям** переместительного характера относятся бег и ходьба, бег на коньках и на лыжах, плавание, гребля, езда на велосипеде. Для этих упражнений характерно многократное повторение стереотипных циклов движений. При этом относительно постоянны не только общий рисунок движений, но и средняя мощность нагрузки или скорость перемещения спортсмена (велосипеда, лодки) по дистанции. Исключения составляют очень короткие циклические упражнения (дистанции) и начальный отрезок любой дистанции, т. е. период разгона, на протяжении которых скорость перемещения изменяется очень значительно. Иначе говоря, циклические упражнения — это упражнения относительно постоянных структуры и мощности.

К **ациклическим** относятся такие упражнения, на протяжении выполнения которых резко меняется характер двигательной активности. Упражнениями такого типа являются все спортивные игры, спортивные единоборства, метания и прыжки, гимнастические и акробатические упражнения, упражнения на водных и горных лыжах, в фигурном катании на коньках. Для ациклических упражнений характерны также резкие изменения мощности по ходу их выполнения. Это справедливо не только для соревновательных, но и для тренировочных упражнений (например, повторное пробегание отрезков с различной скоростью).

Важнейшую классификационную характеристику упражнений, кроме технических, составляет их мощность. Учитывая, что она относительно постоянна в циклических упражнениях, их можно классифицировать по средней мощности нагрузки на протяжении любого (достаточно длинного) отрезка времени выполнения упражнения.

На протяжении выполнения ациклических упражнений выделяют периоды наибольшей активности (мощности) — рабочие периоды,

чередующиеся с промежуточными периодами относительно невысокой активности (мощности), вплоть до полного отдыха (нулевой мощности). При классификации ациклических упражнений остается неясным, оценивать ли мощность основных рабочих периодов («пиковую» мощность) или «среднюю» мощность за все время упражнения, включая основные рабочие периоды и промежуточные периоды относительного или полного отдыха. Физиологическая характеристика ациклических упражнений при использовании каждого из таких показателей будет различной.

Механическая, или физическая, мощность выполняемого упражнения измеряется физическими величинами — в ваттах, кгм/мин. Она определяет физическую нагрузку. В подавляющем большинстве случаев очень трудно достаточно точно измерить физическую мощность спортивных упражнений. В циклических упражнениях мощность (физическая нагрузка) и скорость перемещения (при неизменной технике выполнения движений) связаны линейной зависимостью: чем больше скорость, тем выше физическая нагрузка.

Совокупность физиологических (и психофизиологических) реакций организма на данную физическую нагрузку позволяет определить физиологическую мощность нагрузки или физиологическую нагрузку на организм работающего человека. «Физиологическая нагрузка» или «физиологическая мощность» — понятия близкие к термину «тяжесть работы». У каждого человека при выполнении упражнения одного и того же характера в одинаковых условиях внешней среды физиологическая мощность нагрузки находится в прямой зависимости от физической нагрузки. Например, чем выше скорость бега, тем больше физиологическая нагрузка.

Однако одинаковая физическая нагрузка вызывает неодинаковые физиологические реакции у людей разного возраста и пола, у людей с неодинаковой степенью функциональной подготовленности (тренированности), а также у одного и того же человека в разных условиях (например, при повышенных или пониженных температуре или давлении

воздуха). Кроме того, различные физиологические реакции наблюдаются у одного и того же человека при одинаковой по мощности физической нагрузке, выполняемой разными мышечными группами (руками или ногами) или при разных положениях тела (лежа или стоя). Так, у гребцов на каноэ; пловцов или бегунов, выполняющих одинаковую по физической мощности работу (с одинаковой скоростью потребления O_2), физиологические нагрузки (реакции) сильно различаются.

Следовательно, показатели физической мощности упражнения не могут быть использованы в качестве критерия для единой физиологической классификации различных спортивных упражнений, выполняемых людьми разного пола и возраста, с неодинаковыми функциональными возможностями и подготовленностью (тренированностью) или одним и тем же спортсменом в разных условиях. Поэтому в качестве классификационного признака чаще используются показатели физиологической мощности или физиологической нагрузки.

Одним из таких показателей служит предельное время выполнения данного упражнения. Действительно, чем выше физиологическая мощность («тяжесть работы»), тем короче предельное время выполнения работы. Проанализировав по данным мировых рекордов зависимость между скоростью преодоления разных дистанций и предельным (рекордным) временем, В. С. Фарфель разделил «кривую рекордов» на четыре зоны относительной мощности: с предельной продолжительностью упражнений до 20 с (зона максимальной мощности), от 20 с до 3—5 мин (зона субмаксимальной мощности), от 3—5 до 30—40 мин (зона большой мощности) и более 40 мин (зона умеренной мощности). Такая классификация спортивных циклических упражнений получила широкое распространение

Другой подход к характеристике физиологической мощности состоит в определении относительных физиологических сдвигов. Характер и величина ответных физиологических реакций на одну и ту же физическую нагрузку зависят прежде всего от предельных функциональных возможностей и

ведущих (для данного упражнения) физиологических систем. При выполнении одинаковой физической нагрузки у людей с более высокими функциональными возможностями ведущих систем величина реакций (физиологические сдвиги) меньше, и следовательно, физиологическая нагрузка на ведущие (и другие) системы и соответственно на организм в целом относительно меньше, чем у людей с более низкими функциональными возможностями. Одинаковая физическая нагрузка будет относительно труднее («тяжелее») для вторых, и, следовательно, предельное время ее выполнения у них будет короче, чем у первых. Соответственно первые способны выполнять такие большие физические нагрузки, которые недоступны вторым.

Таким образом, для физиологической классификации спортивных упражнений используются показатели относительной физиологической мощности: физиологической нагрузки, физиологической напряженности, тяжести работы. Такими показателями служат относительные физиологические сдвиги, которые возникают в ведущих функциональных системах в ответ на данную физическую нагрузку, выполняемую в определенных условиях внешней среды. Эти сдвиги выявляются путем сравнения текущих рабочих показателей деятельности ведущих физиологических систем с предельными (максимальными) показателями.