

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биохимии и микробиологии

РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БИОМЕХАНИКА СПОРТА»

Методические указания

Составитель Е.В.Бибарцева

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 06.05.01 Биотехнология и биоинформатика.

Оренбург

2021

УДК 796.01
ББК 28.072
Р 59

Рецензент - доцент, кандидат биологических наук, А.Н. Сизенцов

Р 59 **Рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Биомеханика спорта»:** методические указания / составитель Е.В. Бибарцева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 53 с.

Данные методические указания содержат рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Биомеханика спорта» вариативной части по образовательным программам высшего образования по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, в соответствии с требованиями рабочей программы.

УДК 796.01
ББК 28.072

© Бибарцева Е.В,
составление 2021
© ОГУ, 2021

Содержание

1 Практическое занятие № 1 (2 часа). Строение мышц. Биохимическая характеристика белков. Механизм мышечного сокращения.....	4
2 Практическое занятие № 2 (2 часа). Биоэнергетика мышечной деятельности .	9
3 Практическое занятие № 3 (2 часа). Биохимические основы работоспособности. Способы повышения. Роль питания спортсмена	14
4 Практическое занятие № 4 (2 часа). Биохимические изменения в других органах и системах при выполнении мышечной деятельности	23
5 Практическое занятие № 5 (2 часа). Биохимические изменения в организме при утомлении.....	27
6 Практическое занятие № 6 (2 часа). Виды биохимического контроля в спорте. Биохимический контроль систем энергообеспечения организма.....	33
7 Практическое занятие № 7 (2 часа). Биохимический контроль за уровнем тренированности, утомления и восстановления организма спортсмена.....	38
8 Практическое занятие № 8 (2 часа). Допинг контроль в спорте	45
Вопросы для зачета по дисциплине «Биомеханика спорта»	48
Список использованных источников	52

1 Практическое занятие № 1 (2 часа). Строение мышц. Биохимическая характеристика белков. Механизм мышечного сокращения

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Химический состав мышечной ткани. Содержание воды, белков, липидов, углеводов и минеральных соединений в мышечной ткани. Макроэргические соединения мышц, их концентрация и распределение в мышечном волокне. Белки мышц: миозин, актин, тропонин, тропомиозин, миоглобин, белки стромы, ядер, их важнейшие свойства, структурная организация и роль в мышечном волокне. Молекулярное строение миофибрилл. Последовательность химических реакций мышечного сокращения. Роль ацетилхолина, ионов кальция и модуляторных белков в процессе мышечного сокращения.

Важнейшей особенностью функционирования мышц является то, что в процессе мышечного сокращения происходит непосредственное превращение химической энергии АТФ в механическую энергию сокращения мышц. Это явление не имеет аналогов в технике и присуще только живым организмам.

У животных и человека два основных типа мышц: поперечнополосатые и гладкие, причем поперечнополосатые мышцы делятся на два вида – скелетные и сердечные. Гладкие мышцы характерны для внутренних органов, кровеносных сосудов.

Поперечнополосатые мышцы состоят из тысяч мышечных клеток – волокон. Волокна объединены соединительно-тканными прослойками и такой же оболочкой – фасцией. Мышечные волокна – миоциты - представляют собой сильно вытянутые многоядерные клетки гигантских размеров от 0,1 до 10 см длиной и толщиной около 0,1 – 0,2 мм.

Миоцит состоит из всех обязательных компонентов клетки. Особенностью мышечного волокна является то, что внутри эта клетка содержит большое количество сократительных элементов - миофибрилл.

Цитоплазматическая сеть называется в этих клетках саркоплазматической сетью. Она связана с помощью особых трубочек, называемых Т-трубочками, с клеточной мембраной – сарколеммой. Особо следует выделить в саркоплазматической сети пузырьки, называемые цистернами. Они содержат большое количество ионов кальция. С помощью специального фермента кальций накачивается в цистерны. Этот механизм называется кальциевым насосом и необходим для сокращения мышцы.

Цитоплазма или саркоплазма миоцитов содержит большое количество белков. Здесь немало активных ферментов, среди которых важнейшими являются ферменты гликолиза, креатинкиназа. Немалое значение имеет белок миоглобин, сохраняющий кислород в мышцах. Содержатся фосфогены – АТФ, АДФ, АМФ, а также креатинфосфат, необходимые для нормального снабжения мышцы энергией. Основной углевод мышечной ткани – гликоген (3 %). Свободная глюкоза в саркоплазме встречается в малых концентрациях. В тренируемых на выносливость мышцах накапливается запасной жир.

Снаружи сарколемма окружена нитями белка – коллагена. за счет его упругих сил происходит сокращение.

Сократительные элементы – миофибриллы – занимают большую часть объема миоцитов. В нетренированных мышцах миофибриллы расположены, рассеяно, а тренированных они сгруппированы в пучки, называемые полями Конгейма. Миофибриллы состоят из чередующихся светлых и темных участков или дисков, расположенные рядом - совпадают, что создает видимую под микроскопом поперечную исчертанность всего мышечного волокна.

Миофибриллы являются сложными структурами, построенными в свою очередь, из большого числа мышечных нитей двух типов – толстых и тонких,

которые концами заходят друг на друга. Толстые в два раза толще тонких, соответственно 15 и 7 нм.

Участок миофибриллы, состоящий из толстых нитей и находящимися между ними концов тонких нитей, обладает двойным лучепреломлением. Под микроскопом эти участки кажутся темными и получили название анизотропных или темных дисков (А-диски).

Тонкие участки состоят из тонких нитей и выглядят светлыми. Такие участки называются изотропными или светлыми дисками (I-диски). В середине пучка тонких нитей поперечно располагается тонкая пластинка из белка, которая фиксирует положение мышечных нитей в пространстве. Эта пластинка хорошо видна под микроскопом и названа Z-пластинкой или Z-линией. Участок между соседними Z-линиями называется саркомер. Каждая миофибрилла состоит из тысяч саркомеров.

Толстые нити состоят из белка миозина. Эти белки образуют двойную спираль с глобулярной головкой на конце. Миозиновые головки обладают АТФазной активностью, то есть способностью расщеплять АТФ. Второй участок миозина обеспечивает связь толстых нитей с тонкими (рисунок 1).

Тонкие нити состоят из белков актина, тропонина и тропомиозина.

Основной белок в данном случае актин. Он обладает двумя важнейшими свойствами: образует фибриллярный актин, способный к быстрой полимеризации; актин способен соединяться с миозиновыми головками поперечными мостиками.

Механизм мышечного сокращения. Основные положения

1. Источником энергии являются молекулы АТФ.
2. Гидролиз АТФ катализируется при мышечном сокращении миозином, обладающим ферментативной активностью.
3. Пусковым механизмом мышечного сокращения является повышение концентрации ионов кальция в саркоплазме миоцитов, вызываемое нервным двигательным импульсом.

4. Во время мышечного сокращения между тонкими и толстыми нитями миофибрилл возникают поперечные мостики или спайки.

5. Во время мышечного сокращения происходит скольжение тонких нитей вдоль толстых, что приводит к укорочению миофибрилл и всего мышечного волокна в целом (рисунок 1).

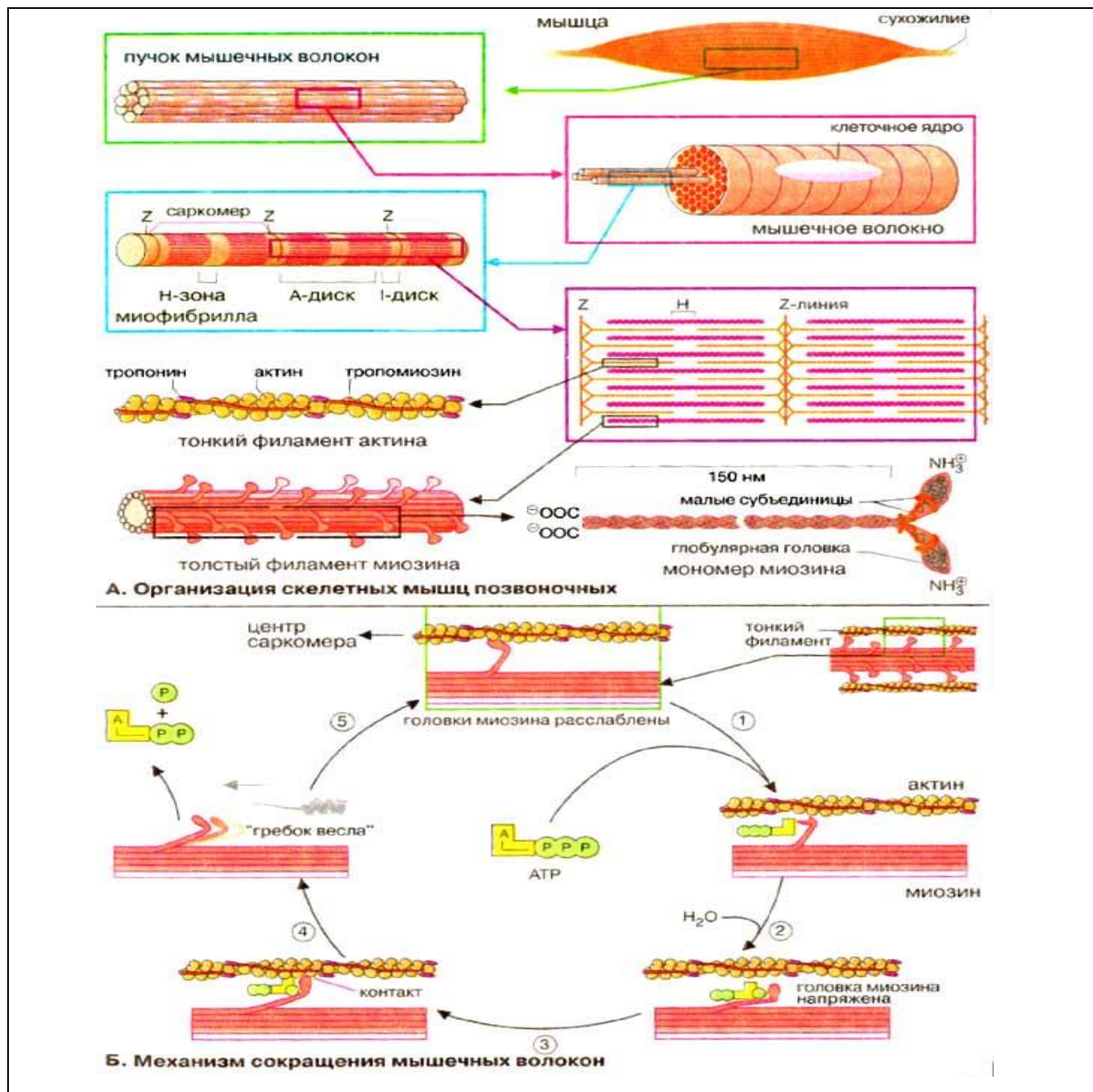


Рисунок 1- Строение скелетных мышц. Механизм сокращения

Гипотез объясняющих механизм мышечного сокращения много, но наиболее обоснованной является так называемая **гипотеза (теория) «скользящих нитей»** или **«гребная гипотеза»**.

В покое мышце тонкие и толстые нити находятся в разъединенном состоянии.

Под воздействием нервного импульса ионы кальция выходят из цистерн саркоплазматической сети и присоединяются к белку тонких нитей – тропонину. Этот белок меняет свою конфигурацию и меняет конфигурацию актина. В результате образуется поперечный мостик между актином тонких нитей и миозином толстых нитей. При этом повышается АТФазная активность миозина. Миозин расщепляет АТФ и за счет выделившейся при этом энергии миозиновая головка подобно шарниру или веслу лодки поворачивается, что приводит к скольжению мышечных нитей навстречу друг другу.

Совершив поворот, мостики между нитями разрываются. АТФазная активность миозина резко снижается, прекращается гидролиз АТФ. Однако при дальнейшем поступлении нервного импульса поперечные мостики вновь образуются, так как процесс, описанный выше, повторяется вновь. В каждом цикле сокращения расходуется 1 молекула АТФ.

Расслабление мышцы происходит после прекращения поступления длительного нервного импульса. Проницаемость стенки цистерн саркоплазматической сети уменьшается, и ионы кальция под действием кальциевого насоса, используя энергию АТФ, уходят в цистерны. Белки вновь приобретают конформацию характерную для состояния покоя.

В гладких мышцах ионы кальция также играют роль в сокращении, но поступают в мышцу не из цистерн, а из внеклеточного вещества. Этот процесс медленный и поэтому медленно работают гладкие мышцы.

Разделы для самостоятельной работы.

АТФ-азная активность миозина и ее роль в сократительной деятельности мышц. Взаимодействие актина и миозина в процессе сокращения. Химические реакции при расслаблении мышц. Роль АТФ в двухфазной мышечной деятельности. Связь показателей механической производительности мышц с особенностями их химического состава и строения, особенностями молекулярного строения миофибрилл.

2 Практическое занятие № 2 (2 часа). Биоэнергетика мышечной деятельности

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Количественные критерии путей ресинтеза АТФ. Аэробный путь ресинтеза АТФ. Показатели для оценки аэробного ресинтеза: максимальное потребление кислорода (МПК), порог аэробного обмена (ПАО), порог анаэробного обмена (ПАНО) и кислородный приход. Анаэробные пути ресинтеза АТФ. Соотношения между различными путями ресинтеза АТФ при мышечной работе. Зоны относительной мощности мышечной работы.

Сокращение и расслабление мышцы нуждаются в энергии, которая образуется при гидролизе молекул АТФ. Однако запасы АТФ в мышце незначительны, их достаточно для работы мышцы в течении 2 секунд. Образование АТФ в мышцах называется ресинтезом АТФ. Таким образом, в мышцах идет два параллельных процесса – гидролиз АТФ и ресинтез АТФ.

Ресинтез АТФ в отличие от гидролиза может протекать разными путями, а всего, в зависимости от источника энергии их выделяют три: аэробный (основной), креатинфосфатный и лактатный.

Для количественной характеристики различных путей ресинтеза АТФ обычно используют несколько критериев.

1. Максимальная мощность или максимальная скорость – это наибольшее количество АТФ, которое может образоваться в единицу времени за счет данного пути ресинтеза. Измеряется максимальная мощность в калориях или джоулях, исходя из того что один ммоль АТФ соответствует физиологическим условиям примерно 12 кал или 50 Дж. Поэтому данный критерий имеет размерность кал/мин-кг мышечной ткани или Дж/мин-кг мышечной ткани.

2. Время разворачивания – это минимальное время, необходимое для выхода ресинтеза АТФ на свою наибольшую скорость, то есть для достижения максимальной мощности. Этот критерий измеряется в единицах времени.

3. Время сохранения или поддержания максимальной мощности – это наибольшее время функционирования данного пути ресинтеза АТФ с максимальной мощностью.

4. Метаболическая ёмкость – это общее количество АТФ, которое может образоваться во время мышечной работы за счет данного пути ресинтеза АТФ.

В зависимости от потребления кислорода пути ресинтеза делятся на аэробные и анаэробные.

Аэробный путь ресинтеза АТФ иначе называется тканевым дыханием – это основной способ образования АТФ, протекающий в митохондриях мышечных клеток. В ходе тканевого дыхания от окисляемого вещества отнимаются два атома водорода и по дыхательной цепи передаются на молекулярный кислород, доставляемый в мышцы кровью, в результате чего возникает вода. За счет энергии, выделяющейся при образовании воды, происходит синтез молекул АТФ из АДФ и фосфорной кислоты. Обычно на каждую образовавшуюся молекулу воды приходится синтез трех молекул АТФ.

Чаще всего водород отнимается от промежуточных продуктов цикла трикарбоновых кислот (ЦТК). ЦТК – это завершающий этап катаболизма в ходе которого происходит окисление ацетилкофермента А до углекислого газа и воды. В ходе этого процесса от перечисленных выше кислот отнимается четыре пары атомов водорода и поэтому образуется 12 молекул АТФ при окислении одной молекулы ацетилкофермента А.

В свою очередь ацетилкофермент А может образовываться из углеводов, жиров аминокислот, то есть через это соединение в ЦТК вовлекаются углеводы, жиры и аминокислоты.

Скорость аэробного обмена АТФ контролируется содержанием в мышечных клетках АДФ, который является активатором ферментов тканевого дыхания. При мышечной работе происходит накопление АДФ. Избыток АДФ

ускоряет тканевое дыхание, и оно может достигнуть максимальной интенсивности.

Другим активатором ресинтеза АТФ является углекислый газ. Избыток этого газа в крови активирует дыхательный центр головного мозга, что в итоге приводит к повышению скорости кровообращения и улучшению снабжения мышцы кислородом.

Максимальная мощность аэробного пути составляет 350 -450 кал/мин-кг. По сравнению с анаэробными путями ресинтеза АТФ тканевое дыхание обладает более низкими показателями, что ограничено скоростью доставки кислорода в мышцы. Поэтому за счет аэробной пути ресинтеза АТФ могут осуществляться только физические нагрузки умеренной мощности.

Время развертывания составляет 3 – 4 минуты, но у хорошо тренированных спортсменов может составлять 1 мин. Это связано с тем, что на доставку кислорода в митохондрии требуется перестройка практически всех систем организма.

Время работы с максимальной мощностью составляет десятки минут. Это дает возможность использовать данный путь при длительной работе мышц.

По сравнению с другими идущими в мышечных клетках процессами ресинтеза АТФ аэробный путь имеет ряд преимуществ.

1. Экономичность: из одной молекулы гликогена образуется 39 молекул АТФ, при анаэробном гликолизе только 3 молекулы.

2. Универсальность в качестве начальных субстратов здесь выступают разнообразные вещества: углеводы, жирные кислоты, кетоновые тела, аминокислоты.

3. Очень большая продолжительность работы. В покое скорость аэробного ресинтеза АТФ может быть небольшой, но при физических нагрузках она может стать максимальной.

Однако есть и недостатки.

1. Обязательное потребление кислорода, что ограничено скоростью доставки кислорода в мышцы и скоростью проникновения кислорода через мембрану митохондрий.

2. Большое время разворачивания.

3. Небольшую по максимальной величине мощность.

Поэтому мышечная деятельность, свойственная большинству видов спорта, не может быть полностью получена этим путем ресинтеза АТФ.

В спортивной практике для оценки аэробного ресинтеза используются следующие показатели: максимальное потребление кислорода (МПК), порог аэробного обмена (ПАО), порог анаэробного обмена (ПАНО) и кислородный приход.

Анаэробные пути ресинтеза АТФ – это дополнительные пути. Таких путей два креатинфосфатный путь и лактатный.

Креатинфосфатный путь связан с веществом креатинфосфатом. Креатинфосфат состоит из вещества креатина, которое связывается с фосфатной группой макроэргической связью. Креатинфосфата в мышечных клетках содержится в покое 15 – 20 ммоль/кг.

Креатинфосфат обладает большим запасом энергии и высоким сродством с АДФ. Поэтому он легко вступает во взаимодействие с молекулами АДФ, появляющимися в мышечных клетках при физической работе в результате реакции гидролиза АТФ. В ходе этой реакции остаток фосфорной кислоты с запасом энергии переносится с креатинфосфата на молекулу АДФ с образованием креатина и АТФ.



Эта реакция катализируется ферментом креатинкиназой. Данный путь ресинтеза АТФ иногда называют креатинкиназным.

Креатинкиназная реакция обратима, но смещена в сторону образования АТФ. Поэтому она начинает осуществляться, как только в мышцах появляются первые молекулы АДФ.

Креатинфосфат – вещество непрочное. Образование из него креатина происходит без участия ферментов. Не используемый организмом креатин, выводится из организма с мочой. Синтез креатинфосфата происходит во время отдыха из избытка АТФ. При мышечной работе умеренной мощности запасы креатинфосфата могут частично восстанавливаться. Запасы АТФ и креатинфосфата в мышцах называют также фосфагены.

Максимальная мощность этого пути составляет 900 -1100 кал/ мин-кг, что в три раза выше соответствующего показателя аэробного пути.

Время разворачивания всего 1 – 2 сек.

Время работы с максимальной скоростью всего лишь 8 – 10 сек.

Главным преимуществом креатинфосфатного пути образования АТФ являются: малой время разворачивания, высокая мощность.

Эта реакция является главным источником энергии для упражнений максимальной мощности: бег на короткие дистанции, прыжки метания, подъем штанги. Эта реакция может неоднократно включаться во время выполнения физических упражнений, что делает возможным быстрое повышение мощности выполняемой работы.

Биохимическая оценка состояния этого пути ресинтеза АТФ обычно проводится двумя показателями: креатиновому коэффициенту и алактатному долгу.

Креатиновый коэффициент – это выделение креатина в сутки. Этот показатель характеризует запасы креатинфосфата в организме.

Алактатный кислородный долг – это повышение потребления кислорода в ближайшие 4 – 5 мин, после выполнения кратковременного упражнения максимальной мощности. Этот избыток кислорода требуется для обеспечения высокой скорости тканевого дыхания сразу после окончания нагрузки для создания в мышечных клетках повышенной концентрации АТФ. У высококвалифицированных спортсменов значение алактатного долга после выполнения нагрузок максимальной мощности составляет 8 – 10 л.

Еще одним важным показателем является лактатный кислородный долг. Лактатный кислородный долг – это повышенное потребление кислорода в ближайшие 1 – 1,5 часа после окончания мышечной работы. Этот избыток кислорода необходим для устранения молочной кислоты, образовавшейся при выполнении мышечной работы. У хорошо тренированных спортсменов кислородный долг составляет 20 – 22 л. По величине лактаного долга судят о возможностях данного спортсмена при нагрузках субмаксимальной мощности.

Разделы для самостоятельной работы.

Молочная кислота, особенности ее влияния на обменные процессы при работе. Пути устранения молочной кислоты при работе и в период восстановления. Биохимические факторы, определяющие кинетические характеристики гликолиза и их изменение под влиянием специализированной тренировки. Ресинтез АТФ в процессе гликолиза. Оценка гликолиза с использованием биохимических методик (измерение концентрации лактата в крови, измерение водородного показателя крови и определение щелочного резерва крови. определение содержание лактата в моче). Роль гликолиза в энергетическом обеспечении мышечной работы.

3 Практическое занятие № 3 (2 часа). Биохимические основы работоспособности. Способы повышения. Роль питания спортсмена

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Компоненты спортивной работоспособности. Алактатная работоспособность. Лактатная работоспособность. Аэробная работоспособность. Специфичность спортивной работоспособности. Возрастные особенности работоспособности. Биохимия и педагогические методы развития компонентов работоспособности. Общая характеристика фармакологических средств

повышения работоспособности. Основы биохимии питания. Рациональное питание.

С биологической точки зрения спортивную работоспособность можно определить как структурно-функциональный потенциал или состояние организма спортсмена, позволяющее ему выполнять специфические физические нагрузки определенной мощности и продолжительности.

Спортивная работоспособность – качество интегральное, проявление которого зависит от многих факторов. Можно выделить следующие факторы ограничивающие работоспособность спортсмена:

- возможности энергетического обеспечения мышечной деятельности;
- функциональное состояние и развитие основных систем организма (мышечной, кардиореспираторной, нервной, эндокринной, пищеварительной, выделительной, иммунной и т. д.) ;
- техника выполнения физических нагрузок характерных для данного вида спорта;
- тактика ведения спортивной борьбы;
- психологическая подготовка спортсмена.

Первые два фактора определяют преимущественно физическую подготовку спортсмена или физическую работоспособность. Их обычно называют факторами внутренних возможностей. Остальные факторы – техника, тактика, психологическая подготовка – являются факторами производительности, от которых зависит проявление факторов возможностей. Только при высоких показателях факторов производительности могут проявиться факторы возможности.

Из всех перечисленных факторов наибольшее значение имеет состояние биоэнергетики, так как невозможно выполнить какую-либо работу без затрат энергии.

В энергообеспечении организма решающую роль играет ресинтез АТФ. В зависимости от доминирования алактатного, лактатного или аэробного пути

ресинтеза АТФ в энергообеспечении выполняемой работы выделяют три компонента работоспособности: алактатную, лактатную и аэробную.

Спортивная работоспособность характеризуется специфичностью, проявляющейся в значительной мере при выполнении нагрузок характерных для данного вида спорта, которым занимается конкретный спортсмен.

Специфичность работоспособности в значительной мере обусловлена тем, что ряд факторов, лимитирующих качества двигательной деятельности являются сугубо специфическими для каждой спортивной дисциплины. Специфичность работоспособности ещё связана с тем, что при выполнении упражнений, используемых в данном виде спорта, совершенствуется техника движений, повышается их эффективность.

Более высокая специфичность характерна для аэробных компонентов работоспособности, связанных преимущественно с внутримышечными факторами возможностей (количеством миофибрилл, концентрацией мышечного креатинфосфата и гликогена, активность внутримышечных ферментов). Развитие этих факторов в отдельных мышцах у спортсменов разных специализаций неодинаково, так как при выполнении упражнений, свойственных конкретному виду спорта, в основном функционируют только определенные группы мышц. Поэтому за счет тренировок именно у этих мышечных групп повышается работоспособность.

Аэробная работоспособность менее специфична. Эта работоспособность аэробного компонента обусловлена тем, что наряду с внутримышечными факторами (количество митохондрий, внутримышечные запасы источников энергии, активность внутримышечных ферментов энергетического обмена) важнейшее значение для проявления аэробной работоспособности имеют внескелетные факторы. Эти факторы требуют хорошего функционирования сердечнососудистой и дыхательной систем, печени, высокой емкости крови, а также запасы легкодоступных для использования энергетических субстратов. Поэтому спортсмен, имеющий высокий уровень работоспособности, может проявить аэробную работоспособность не только в том виде деятельности, где он

прошел специализированную подготовку, но и в других видах мышечной работы. Например, квалифицированный лыжник может показать неплохие результаты при беге на длинные дистанции.

Биохимия и педагогические методы развития работоспособности.

Все виды биохимической работоспособности связаны с определенными двигательными качествами.

Например, алактатная работоспособность связана с быстротой и силой, а аэробная работоспособность – с выносливостью.

Быстрота – это комплекс функциональных свойств организма, непосредственно и преимущественно определяющих время двигательного действия.

Сила – это способность преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему посредством мышечных напряжений.

Сила и быстрота – непосредственно связаны с количеством креатинфосфата в мышце. Чтобы увеличить количество креатинфосфата необходимо выполнять кратковременные (не более 10 сек) упражнения, выполняемые с предельной мощностью (бег на 50 – 60 м, прыжки, заплыв на 10 – 15 м, упражнения на тренажерах, подъем штанги и т.д.).

Хороший эффект дают интервальные тренировки, состоящие из серии упражнений максимальной мощности. Упражнения делаются 8 – 10 сек, а отдых между ними составляет 20 – 30 сек. Именно при таком режиме часть гликолитического ресинтеза АТФ идет на восстановления креатинфосфата. Многократное применение таких тренировок ведет к повышению в мышцах креатинфосфата и положительно сказывается на развитии скоростно-силовых качеств.

Для развития силы часто используется метод повторных упражнений с напряжением 80 – 90% максимальной силы. Наиболее эффективным считается отягощение 85% . в этом случае число повторений «до отказа» обычно 7 – 8. Каждое упражнение на определенные мышцы выполняется сериями по 5 – 10 повторений. Скорость выполнения упражнений зависит от цели тренировки. Для

одновременного развития силы и быстроты упражнения проводятся в взрывчато-плавном режиме начальная фаза движения выполняется с большой скоростью, а завершается оно как можно более плавно.

Время восстановления после скоростно-силовой тренировки составляет 2-3 дня.

Спортивно-педагогическими критериями лактатного компонента работоспособности являются величины скоростных и силовых нагрузок, выполняемых с субмаксимальной мощностью (их продолжительность не более 5 минут).

Главными биохимическими критериями такой тренировки является:

1. тренировка должна приводить к резкому снижению содержания гликогена в мышцах.
2. во время тренировки в мышцах и крови должна накапливаться молочная кислота.

Для достижения этой цели могут быть использованы методы повторной и интервальной работы. Это предельные нагрузки продолжительностью несколько минут. Хороший эффект дает постепенное снижение времени отдыха между рабочими интервалами.

Промежутки отдыха между упражнениями короткие, их недостаточно для восстановления запасов гликогена, его запасы сильно снижаются, а это является обязательным условием суперкомпенсации.

Главной целью тренировок направленных на повышение аэробной выносливости является улучшение работы кардиореспираторной системы.

С этой целью применяются различные варианты повторной и интервальной тренировки, а также непрерывная длительная работа равномерной и переменной мощности. Например, для повышения в мышцах миоглобина может быть использована миоглобиновая интервальная тренировка. Спортсменам предлагается очень короткие (не более 5 – 10 сек.) нагрузки средней интенсивности, чередуемые с такими же короткими промежутками отдыха. Выполняемые в таких условиях нагрузки в основном обеспечиваются

кислородом, который депонирован в мышечных клетках в форме миоглобина. Короткий отдых между упражнениями достаточен для восполнения запасов кислорода в мышцах.

Использование тренировок на среднегорье и использование неспецифических нагрузок, типа подвижных игр способствует развитию аэробных возможностей организма.

Общая характеристика фармакологических средств повышения работоспособности.

В последние десятилетия в спортивной практике все большее применение находят различные фармакологические средства, используемые для повышения общей и специальной работоспособности, для ускорения и оптимизации восстановительных процессов.

Использование в спорте высших достижений фармакологических препаратов связано с тем, что нагрузки выполняются, порой, на пределе возможностей организма. Это ведет к возникновению очень глубоких биохимических и функциональных сдвигов и, как следствие к снижению работоспособности.

Негативное влияние на организм спортсмена также оказывают эмоциональные нагрузки и нервно-психическое напряжение, свойственные соревновательной деятельности и нередко приводящие к нервным срывам и потере спортивной формы. В таких условиях не могут полноценно протекать восстановительные процессы, что также проявляется значительным снижением спортивной работоспособности.

Очень высокие физические и эмоциональные перегрузки свойственные спорту высших достижений, также оказывают неблагоприятное влияние на иммунную систему организма, так как иммунная система детей и подростков к ним более чувствительна.

Применяемые в настоящее время лекарственные средства призваны улучшить биоэнергетику мышечной деятельности, предупредить или ограничить негативные сдвиги, возникающие в организме спортсмена во время

тренировки или соревнования, облегчить их переносимость, ускорить анаболические процессы, лежащие в основе восстановления, укрепить иммунитет и повысить уровень адаптации организма к физическим и психическим нагрузкам. Однако необходимо четко представлять, что лекарственные средства никогда не могут заменить саму спортивную тренировку. Более того позитивное влияние фармакологических средств на организм спортсмена в значительной степени обусловлено использованием адекватных педагогических методов.

Для фармакологической коррекции работоспособности нельзя использовать лекарственные средства, отнесенные к допингам и которые не внесены в реестр лекарственных средств РФ. Применение лекарств должно быть безвредным и не вызывать никаких побочных эффектов. К фармакологическим средствам коррекции работоспособности обычно относят и биологически активные добавки (БАДы).

Выбор конкретного лекарственного препарата его дозировку, продолжительность курса приема определяет спортивный врач. Тренер же должен иметь полное представление о механизме действия применяемого препарата, о его влиянии на биохимические и физиологические процессы, протекающие в организме. Тренер должен уметь подбирать тип лекарства в зависимости от стадии тренировочного процесса и характера физических нагрузок. Только совместная и согласованная деятельность тренера и спортивного врача может обеспечить эффективное использование фармакологических методов повышения работоспособности.

Основы биохимии питания. Рациональное питание.

Питание в организме человека выполняет ряд важнейших функций: снабжает организм энергией, строительным материалом, витаминами, минеральными веществами и водой.

Под питанием обычно понимается поступление пищи в организм, расщепление пищевых веществ и последующее их всасывание.

Процесс переваривания в основном сводится к реакциям гидролиза веществ под действием ферментов пищеварительных соков – слюны, желудочного сока,

панкреатического сока, кишечного сока. Всасывание осуществляется клетками кишечного эпителия.

На основании многовековых традиций и многочисленных научных исследований сформировались принципы рационального питания. Они выражаются в следующем.

- Энергетическая ценность пищевого рациона должна соответствовать энергетическим затратам организма.
- Пищевой рацион должен быть сбалансирован по важнейшим пищевым компонентам, то есть должен содержать белки, жиры и углеводы в строго определенной пропорции.
- Пищевой рацион должен содержать адекватное количество витаминов и минеральных веществ.
- Пищевой рацион должен содержать балластные вещества.
- Должен соблюдаться режим питания.

Энергетическую ценность рациона называют калорийностью. Калорийность оценивается с помощью прибора – калориметра, который регистрирует тепловую энергию, выделяющуюся при сжигании порций пищи.

Минимальное количество энергии необходимое в покое для поддержания физиологических функций и процессов анаболизма называется основным обменом. У нетренированных людей ведущих малоактивный образ жизни основной обмен составляет от 2500 до 2000 ккал. У спортсменов он может достигать 7000 ккал и выше.

Сбалансированность питания – это правильное соотношение в пищевом рационе углеводов жиров и белков. Считается, что в суточном рационе животных белков должно быть не менее 50 % от содержания белков. Около 60 % суточной потребности в энергии должны давать углеводы. Суточный рацион взрослого человека должен содержать до 100 г жиров, что составляет около 35 % от его калорийности. Рацион должен содержать небольшие количества витаминов и солей.

Балластные вещества – это пищевые волокна, то есть клетчатка, пектин, лигнин. Эти вещества нужны для улучшения пищеварения.

Правильный режим питания необходим для ритмичного и эффективного усвоения пищи и нормального протекания метаболических процессов.

Общепринятым является трех- четырехразовое с интервалом между приемами пищи 3 – 4 часов.

Для питания спортсменов характерно:

- большой расход энергии;
- быстрое расщепление белков;
- увеличенная потребность в коферментах, а значит в витаминах.;
- повышенная потребность в минеральных веществах;
- повышенная кратность приема пищи;
- применение биологически активных добавок, которые содержат

аминокислоты, углеводные добавки, поливитаминные комплексы.

Разделы для самостоятельной работы.

Биохимическое обоснование «углеводной ориентации» питания спортсменов. Биохимическое обоснование особенностей питания спортсменов в дни тренировок и соревнований, особенностей питания «на дистанции», при сгонке веса, при тренировках и соревнованиях в условиях среднегорья. Химический состав и технология применения наиболее распространенных пищевых добавок, предназначенных для решения различных практических задач. Составление рациона питания в зависимости от профессиональной деятельности человека (квалификации и специализации спортсмена, умственного и физического труда, пола и возраста).

4 Практическое занятие № 4 (2 часа). Биохимические изменения в других органах и системах при выполнении мышечной деятельности

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Биохимические сдвиги в головном мозге и миокарде. Биохимические изменения в печени. Биохимические изменения в скелетных мышцах. Биохимические сдвиги в крови. Биохимические сдвиги в моче.

Головной мозг. Во время мышечной деятельности в двигательных нейронах коры головного мозга происходит формирование и последующая передача двигательного нервного импульса. Оба эти процесса (формирование и передача нервного импульса) осуществляются с потреблением энергии в виде молекул АТФ. Образование АТФ в нервных клетках происходит аэробно. Поэтому при мышечной работе увеличивается потребление мозгом кислорода из протекающей крови. Другой особенностью энергетического обмена в нейронах является то, что основным субстратом окисления является глюкоза, поступающая с током крови.

В связи с такой спецификой энергоснабжения нервных клеток любое нарушение снабжения мозга кислородом или глюкозой неминуемо ведет к снижению его функциональной активности, что у спортсменов может проявиться в форме головокружения или обморочного состояния.

Миокард. Во время мышечной деятельности происходит усиление и учащение сердечных сокращений, что требует большого количества энергии по сравнению с состоянием покоя. Однако энергоснабжение сердечной мышцы осуществляется главным образом за счет аэробного ресинтеза АТФ. Лишь при ЧСС более 200 уд/мин, включается анаэробный синтез АТФ.

Большие возможности аэробного энергообеспечения в миокарде обусловлены особенностью строения этой мышцы. В отличие от скелетных мышц в миокарде имеется более развитая и густая сеть капилляров, что позволяет

извлекать из крови больше кислорода и субстратов окисления. Кроме того в клетках сердечной мышцы имеется больше митохондрий, содержащих ферменты тканевого дыхания. В качестве источников энергии клетки сердечной мышцы используют и глюкозу, и жирные кислоты, и кетоновые тела, и глицерин. Гликоген миокард сохраняет на «черный день», когда истощаются другие источники энергии.

Во время интенсивной работы сопровождающейся увеличением концентрации лактата в крови, миокард извлекает из крови лактат и окисляет его до углекислого газа и воды.

При окислении одной молекулы молочной кислоты синтезируется до 18 молекул АТФ. Способность миокарда окислять лактат имеет большое биологическое значение. Это дает возможность организму дольше поддерживать в крови необходимую концентрацию глюкозы, что очень существенно для биоэнергетики нервных клеток, для которых глюкоза является почти единственным субстратом окисления. Окисление лактата в миокарде также способствует нормализации кислотно-щелочного баланса, так как при этом в крови снижается концентрация этой кислоты.

Биохимические сдвиги в печени.

При мышечной деятельности активируются функции печени, направленные преимущественно на улучшение обеспечения работающих мышц, внемышечными источниками энергии, переносимыми кровью. Ниже описаны наиболее важные биохимические процессы, протекающие в печени во время работы.

1. Под воздействием адреналина повышается скорость распада гликогена с образованием свободной глюкозы. Образовавшаяся глюкоза выходит из клеток печени в кровь, что приводит к возрастанию её концентрации в крови. При этом снижается содержание гликогена. Наиболее высокая скорость распада гликогена наблюдается в печени в начале работы, когда запасы гликогена ещё велики.

2. Во время выполнения физического упражнения клетки печени активно извлекают из крови жир, жирные кислоты, содержание которых в крови возрастает вследствие мобилизации жира из жировых депо. Поступающий в

печеночные клетки жир сразу подвергается гидролизу и превращается в глицерин и жирные кислоты. Далее жирные кислоты путем β -окисления расщепляются до ацетилкофермента А, из которого затем образуются кетоновые тела. Кетоновые тела являются важным источником энергии. С током крови они переносятся из печени в работающие органы – миокард и скелетные мышцы. В этих органах кетоновые тела вновь превращаются в ацетилкофермент А, который сразу же аэробно окисляется в цикле трикарбоновых кислот до углекислого газа и воды с выделением большого количества энергии.

3. Еще один биохимический процесс, протекающий в печени во время мышечной работы – это образование глюкозы из глицерина, аминокислот, лактата. Этот процесс идет с затратами энергии молекул АТФ. Обычно такой синтез глюкозы протекает при длительной работе, ведущей к снижению концентрации глюкозы в кровяном русле. Благодаря этому процессу организму удается поддерживать в крови необходимый уровень глюкозы.

4. При физической работе усиливается распад мышечных белков, приводящий к образованию свободных аминокислот, которые далее дезаминируются, выделяя аммиак. Аммиак является клеточным ядом, его обезвреживание происходит в печени, где он превращается в мочевины. Синтез мочевины требует значительного количества энергии. При истощающих нагрузках, не соответствующему функциональному состоянию организма, печень может не справляться с обезвреживанием аммиака, в этом случае возникает интоксикация организма этим ядом, ведущая к снижению работоспособности.

Биохимические изменения в скелетных мышцах.

При выполнении физической работы в мышцах происходит глубокие изменения, обусловленные прежде всего интенсивностью процессов ресинтеза АТФ.

Использование креатинфосфата в качестве источника энергии приводит к снижению его концентрации в мышечных клетках и накоплению в них креатина.

Практически при любой работе для получения АТФ используется мышечный гликоген. Поэтому его концентрация в мышцах снижается независимо

от характера работы. При выполнении интенсивных нагрузок в мышцах наблюдается быстрое уменьшение запасов гликогена и одновременное образование и накопление молочной кислоты. За счет накопления молочной кислоты повышается кислотность внутри мышечных клеток. Увеличение содержания лактата в мышечных клетках вызывает также повышением в них осмотического давления. Повышение осмотического давления приводит к тому, что в мышечную клетку из капилляров и межклеточного пространства поступает вода, и мышцы набухают или, как говорят спортсмены, «забиваются».

Продолжительная мышечная работа небольшой мощности вызывает плавное снижение концентрации гликогена в мышцах. В данном случае распад происходит аэробно, с потреблением кислорода. Конечные продукты такого распада – углекислый газ и вода – удаляются из мышечных клеток в кровь. Поэтому после выполнения работы умеренной мощности в мышцах обнаруживается уменьшение содержания гликогена без накопления лактата.

Еще одно важное изменение, возникающее в работающих мышцах – повышение скорости распада белков. Особенно ускоряется распад белков при выполнении силовых упражнений, причем, это затрагивает в первую очередь сократительные белки миофибрилл. Вследствие распада белков в мышечных клетках повышается содержание свободных аминокислот и продуктов их распада – кетокислот и аммиака.

Другими характерным изменением, вызываемым мышечной деятельностью, является снижение активности ферментов мышечных клеток. Одной из причин уменьшения ферментативной активности может быть повышенная кислотность, вызванная появлением в мышцах молочной кислоты.

И наконец, мышечная деятельность может привести к повреждениям внутриклеточных структур – миофибрилл, митохондрий и других биомембран. Так нарушение мембран саркоплазматической цепи ведет к нарушению проведения нервного импульса к цистернам, содержащим ионы кальция. Нарушения целостности сарколеммы сопровождается потерей мышцами многих важных веществ, которые уходят из поврежденной клетки в лимфу и кровь.

Нарушается и работа ферментов, встроенных в мембраны. Нарушается работа кальциевого насоса и ферментов тканевого дыхания, расположенных на внутренней поверхности мембран митохондрий.

Разделы для самостоятельной работы.

Понятие об срочных, отставленных и кумулятивных биохимических изменениях, их взаимосвязь. Биохимические изменения в работающих мышцах, крови, других органах и тканях. Биохимические особенности мобилизации энергетических субстратов и транспорта кислорода к работающим тканям. Особенности регуляции обмена веществ при работе в различных условиях. Классификация мышечных упражнений по биохимическим критериям. Особенности биохимических изменений в критических условиях мышечной деятельности: на уровне «порога анаэробного обмена», на «критической» мощности, на «мощности истощения», на уровне максимальной анаэробной мощности, при выполнении упражнений разных зон относительной мощности.

5 Практическое занятие № 5 (2 часа). Биохимические изменения в организме при утомлении

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Охранительное или запредельное торможение. Нарушение функций вегетативных и регуляторных систем. Истощение энергетических резервов. Роль лактата в утомлении. Повреждение биологических мембран свободнорадикальным окислением.

Утомление – это временное снижение работоспособности, вызванное биохимическими, функциональными и структурными сдвигами, возникающими в ходе выполнения физической работы.

С биологической точки зрения утомление – это защитная реакция предупреждающая нарастание биохимических и физиологических изменений в организме, которые достигнув определенной глубины, могут стать опасными для здоровья и для жизни.

У спортсменов в основе развития утомления лежат разные механизмы. Прежде всего – это возникновение, так называемого, охранительного или запредельного торможения, возникающего в нервной системе.

Субъективно, охранительное торможение воспринимается как чувство усталости. В зависимости от распространенности усталость может быть местной (локальной) или общей (глобальной). При местной усталости биохимические сдвиги обнаруживаются в определенных группах мышц., а общая усталость отражает биохимические и физиологические сдвиги, возникающие не только в работающих мышцах, но и в других органах сопровождаются снижением работоспособности сердечной, дыхательной, нервной систем, изменением состава крови и функционирования печени. Биологическая роль усталости состоит, по-видимому, в том, что это чувство является субъективным сигналом возникновения в организме неблагоприятных сдвигов.

Охранительное торможение, а значит и усталость, могут быть снижены за счет эмоций. Высокий эмоциональный подъем помогают организму преодолеть порог охранительного торможения. Это наверное и случилось со знаменитым марафонским бегуном, когда все ограничения охранительного торможения были сняты, а изменения в организме, несовместимые с жизнью уже произошли. Наоборот выполнение монотонной, однообразной работы повышает вероятность развития охранительного торможения.

Химические вещества, вводимые в организм, могут усиливать или наоборот уменьшать развитие запредельного торможения.

Для повышения работоспособности издавна пользуются кофеином. Это природное соединение действует очень мягко и повышение работоспособности происходит в пределах физиологических возможностей организма. Подобным образом действуют женьшень, элеутерококк, китайский лимонник, пантокрин,

названные природными адаптогенами. Есть и фармакологические препараты, позволяющие сохранить высокую работоспособность.

Противоположное действие оказывают седативные препараты, в частности, производные брома. При их использовании запредельное торможение и чувство усталости возникает раньше, что приводит к ограничению работоспособности.

Развитие тормозных процессов в ЦНС зависит от возраста. У пожилых людей чувство усталости развивается быстрее.

Нарушение функций регуляторных и вегетативных систем.

В обеспечении мышечной деятельности, наряду с нервной системой активнейшее участие принимают системы вегетативного обеспечения: дыхательная, сердечнососудистая, печень.

Дыхательная и сердечнососудистая системы отвечают в организме, прежде всего, за доставку и удаление газов к различным органам, в том числе и мышцам. При активной физической работе эти системы могут стать весьма серьезным ограничителем работоспособности, и, стало быть, внести немалый вклад в развитие утомления.

Еще один орган, способствующий развитию утомления – это печень. В печени во время мышечной работы протекают такие важные процессы, как образование глюкозы, β -окисление жирных кислот, кетогенез, глюконеогенез, которые направлены на обеспечение мышц важнейшими источниками энергии: глюкозой и кетоновыми телами. Кроме того в печени во время мышечной работы осуществляется обезвреживание аммиака путем синтеза мочевины. Поэтому уменьшение функциональной активности печени ведет к снижению работоспособности, то есть развитию утомления. В связи с такой важной ролью печени в обеспечении мышечной деятельности в спортивной практике широкое применение находят вещества, улучшающие обменные процессы печени – гепатопротекторы.

При продолжительной физической работе возможно снижение функции надпочечников. В результате уменьшается выделение в кровь гормонов

адреналина и коры надпочечников. Это вызывает снижение работоспособности мышц.

Исчерпание энергетических резервов.

Выполнение физической работы сопровождается большими энергетическими затратами.

В спортивной литературе часто используются термины энергетические резервы и доступные источники энергии. Под этим понимается та часть углеводов, жиров и аминокислот, которая может служить источником энергии при выполнении мышечной работы. Таким источниками можно считать мышечный креатинфосфат, который может быть почти полностью использован при интенсивной работе, значительную часть мышечного и печеночного гликогена. Часть запасов жира, находящегося в жировых депо, а также аминокислоты, которые начинают окисляться при очень продолжительных нагрузках. Энергетическим резервом можно также считать способность организма поддерживать в крови во время выполнения физической работы необходимый уровень глюкозы.

Исчерпание энергетических субстратов, несомненно, ведет к снижению выработки в организме АТФ и уменьшению баланса АТФ/ АДФ.

Снижения этого показателя в нервной системе приводит к нарушениям формирования передачи нервных импульсов, в том числе, управляющих скелетной мускулатурой. Такое нарушение в функционировании нервной системы и является основной причиной развития охранительного торможения. Уменьшение скорости синтеза АТФ в клетках скелетных мышц и миокарда нарушает сократительную функцию миофибрилл, следствием чего является снижение мощности выполняемой работы.

Для поддержания энергетических ресурсов в организме при выполнении продолжительной работы (например, лыжные гонки, марафонский бег, шоссейные велогонки) на дистанции организуется питание, что позволяет спортсменам длительно сохранять работоспособность.

Роль лактата в утомлении.

Обычно лактат образуется в мышцах в больших количествах при выполнении нагрузок субмаксимальной мощности. Накопление молочной кислоты в мышечных клетках существенно влияет на их функционирование. В условиях повышенной кислотности, вызванной нарастанием концентрации молочной кислоты, снижается сократительная способность белков, участвующих в мышечной деятельности, уменьшается каталитическая активность белков-ферментов, в том числе АТФазная активность миозина и активность кальциевой АТФазы (кальциевый насос), изменяются свойства мембранных белков, что приводит к повышению проницаемости биологических мембран. Кроме того, накопление лактата в мышечных клетках ведет к набуханию этих клеток вследствие поступления в них воды, что в итоге уменьшает сократительную возможность мышц (как говорят спортсмены, «мышцы забились»). Можно также предположить, что избыток лактата внутри мышечных клеток связывает часть ионов кальция и тем самым ухудшает управление процессами сокращения и расслабления мышц.

На практике для предупреждения возможного негативного воздействия лактата на работоспособность используются различные приемы, способствующие удалению его из работающих мышц.

Повреждение биологических мембран свободнорадикальным окислением.

Известно, что незначительная часть кислорода, поступающего из воздуха в организм, превращается в активные формы, называемые свободными радикалами. Свободные радикалы кислорода, обладая высокой химической активностью, вызывают окисление белков, жиров и нуклеиновых кислот. Чаще всего окислению подвергается липидный слой биологических мембран. Такое окисление называют перекисным окислением мембран (ПОЛ).

В физиологических условиях свободнорадикальное окисление протекает с низкой скоростью, так как ему противостоит защитная антиоксидантная система организма, предупреждающая накопление свободных радикалов кислорода и ограничивающая тем самым скорость вызываемых ими реакций окисления.

Однако исследования показывают, что физические нагрузки, свойственные современному спорту приводят к значительному росту ПОЛ. Этим грешит практически любая физическая работа, протекающая в условиях повышенного потребления кислорода.

В ациклических видах спорта (спортивные игры, единоборства) характер мышечной деятельности многократно меняется. Такие изменения сопровождаются несоответствием между продолжающимся повышенным поступлением кислорода и снижением его потребления митохондриями миоцитов. Подобное несоответствие вызывает относительную гипероксию в мышечной ткани, что, несомненно, приводит к еще большему образованию свободных радикалов и дальнейшему нарастанию их повреждающего действия на биомембраны. К повышению скорости свободнорадикального окисления приводит также повышение кислотности – ацидоз – возникающее у спортсменов вследствие накопления в мышечных клетках лактата. Не менее большой вклад в эти процессы делает стресс – постоянный спутник современного спорта. А ведь стресс, а именно, стрессовые гормоны, оказывают огромное влияние на развитие в организме свободнорадикального окисления.

Чрезмерная активизация ПОЛ оказывает негативное влияние на мышечную деятельность. Затрудняется передача длительных нервных импульсов, так как повышается проницаемость мембран нервных и мышечных клеток. Нарушается кальциевый насос, что неизбежно приводит к снижению способности мышечных клеток к сокращению. Нарушение митохондриальных мембран, неизбежно ведет к снижению уровня окислительного фосфорилирования, а значит ухудшает снабжение мышечных клеток энергией.

Таким образом, активизация ПОЛ сокращает работоспособность спортсмена.

Свободнорадикальное окисление – это один из важнейших механизмов развития утомления при спортивной деятельности.

К экзогенным средствам препятствующим развитию утомления при спортивной деятельности следует отнести витамин Е (токоферол), тимол и ряд других.

Разделы для самостоятельной работы.

Утомление и выносливость. Биохимические изменения, приводящие к развитию утомления: истощение энергетических субстратов, нарушение гомеостаза внутренних сред организма, угнетение ферментативной активности продуктами «рабочего» обмена, нарушение пластического обеспечения функций, изменения нервной и гормональной регуляции. Роль «центральных» и «периферических» биохимических изменений в развитии утомления. Биохимические факторы, определяющие проявление выносливости.

6 Практическое занятие № 6 (2 часа). Виды биохимического контроля в спорте. Биохимический контроль систем энергообеспечения организма

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Задачи, виды и организация биохимического контроля. Типы тестирующих физических нагрузок. Условия проведения биохимических исследований. Объекты исследования и основные биохимические показатели. Основные биохимические показатели состава крови и мочи, их изменение при мышечной деятельности

Без биохимического контроля в спорте трудно ждать хороших результатов. Основными задачами биохимического контроля являются:

- Оценка уровня общей и специальной тренированности спортсмена.
- Оценка соответствия применяемых тренировочных нагрузок функциональному состоянию спортсмена, выявление перетренированности.

- Контроль протекания восстановления после тренировки.
- Оценка эффективности новых методов и средств развития скоростно-силовых качеств, повышения выносливости, ускорения восстановления и т.д.
- Оценка состояния здоровья спортсмена, обнаружение начальных симптомов заболеваний.

Особенностью проведения биохимических исследований в спорте является их сочетание с физической нагрузкой.

Физические нагрузки, которые используются при тестировании можно разделить на два типа: стандартные и максимальные.

Стандартные нагрузки являются строго дозированными. Их параметры определены заранее. Поэтому группы спортсменов для тестирования подбираются примерно одной квалификации. Упражнения используют, как правило, циклические, например, работу на велотренажере.

Максимальные или предельные нагрузки не имеют заранее заданного объема. Например, можно использовать в работе «до отказа» плавание, велогонка, бег на лыжах, на коньках и т.д. Как уже подчеркивалось выше, эта работа может дать информацию об аэробных и анаэробных возможностях организма, в зависимости от мощности.

Объектами биохимического контроля являются кровь, моча, выдыхаемый воздух, слюна, пот, биоптат мышечной ткани.

При анализе крови исследуют следующие параметры:

Количество форменных элементов; концентрацию гемоглобина; водородный показатель – pH ; щелочной резерв крови; концентрацию белков плазмы; концентрацию глюкозы; концентрацию лактата; концентрацию жира и жирных кислот; концентрацию кетоновых тел; концентрацию мочевины.

При анализе мочи исследуют следующие биохимические показатели:

Объем; плотность; кислотность (pH); сухой остаток; лактат; мочевины; показатели свободнорадикального окисления; патологические компоненты: белок, глюкоза, кетоновые тела.

Анализ **воздуха** делается с помощью прибора газоанализатора. При сравнении вдыхаемого и выдыхаемого воздуха можно определить: МПК; кислородный приход; алактатный долг; лактатный долг.

Анализ пота, и слюны проводятся редко, но не потому, что они дают мало информации, а потому, что эти методы находятся в стадии разработки.

Биоптат мышечной ткани – это микробиопсия, когда делается маленький разрез мышцы и на анализ берется кусочек мышцы до 3 куб мм. Это нужно для того, чтобы определить состав мышцы и соотношение в ней быстрых и медленных волокон.

Биохимические сдвиги в крови.

Изменения химического состава крови является отражением тех биохимических сдвигов, которые возникают при мышечной деятельности в различных внутренних органах, скелетных мышцах и миокарде.

Биохимические сдвиги, возникающие в крови, в значительной мере зависят от характера работы, поэтому их анализ следует проводить с учетом мощности и продолжительности физических нагрузок.

При выполнении мышечной работы в крови чаще всего обнаруживаются следующие изменения.

1. Изменения концентрации белков в плазме крови. Причин этого две. Во-первых, усиленное потоотделение приводит к уменьшению содержания воды в плазме крови и, следовательно, к ее сгущению. Это вызывает возрастание концентрации веществ, содержащихся в плазме. Во-вторых, вследствие повреждения клеточных мембран наблюдается выход внутриклеточных белков в плазму крови. В этом случае часть белков кровяного русла переходит в мочу, а другая часть используется в качестве источников энергии.

2. Изменение концентрации глюкозы в крови во время работы проходит ряд фаз. В самом начале работы уровень глюкозы возрастает. Глюкоза выходит из печени, где происходит ее образование из гликогена. Кроме того мышцы, имеющие запасы гликогена, на этой стадии в глюкозе из крови остро не нуждаются. Но затем наступает стадия когда гликоген в печени и мышцах

заканчивается. Тогда наступает следующая фаза, когда для извлечения энергии используется глюкоза крови. Ну а в конце работы наступает фаза истощения и, как следствие, гипогликемия – снижение концентрации глюкозы в крови.

3. Повышение концентрации в крови лактата наблюдается практически при любой спортивной деятельности, но степень накопления лактата в значительной степени зависит от характера выполняемой работы и тренированности спортсмена. Наибольший подъем уровня молочной кислоты в крови отмечается при выполнении физических нагрузок в зоне субмаксимальной мощности. Так как в этом случае главным источником энергии для работающих мышц является анаэробный гликолиз, приводящий к образованию и накоплению лактата.

Следует помнить, что накопление лактата происходит не сразу, а через несколько минут после окончания работы. Поэтому и измерение уровня лактата нужно проводить через 5 – 7 минут после окончания работы. Если уровень лактата в покое не превышает 1 – 2 ммоль/л, то у высоко-тренированных спортсменов после тренировки он может достигать 20 – 30 ммоль/л.

4. Водородный показатель (pH). При выполнении упражнений субмаксимальной мощности уровень pH может довольно значительно снижаться (на 0,5 ед.)

5. Физические упражнения сопровождаются повышением концентрации свободных жирных кислот и кетоновых тел в крови. Это связано с мобилизацией жира в печени и выходом продуктов этого процесса в кровь.

6. Мочевина. При кратковременной работе концентрация мочевины в крови меняется незначительно, при длительной работе уровень мочевины возрастает в несколько раз. Это связано с усилением метаболизма белков при физических нагрузках.

Биохимические сдвиги в моче.

Физические упражнения влияют на физико-химические свойства мочи, сдвиги в которых объясняются существенными сдвигами в химическом составе мочи.

В моче появляются вещества, которые обычно в ней отсутствуют. Эти вещества называют патологическими компонентами. У спортсменов наблюдаются после напряженной работы, следующие патологические компоненты.

1. Белок. Обычно в моче не более 100мг белка. После тренировки наблюдается значительное выделение мочой белка. Это явление получило название протеинурия. Чем тяжелее нагрузки, тем выше содержание белка. Причиной этого явления, возможно, является повреждение почечных мембран. Однако снижение нагрузок полностью восстанавливает нормальный состав мочи.

2. Глюкоза. В покое глюкоза в моче отсутствует. После завершения тренировки в моче нередко обнаруживается глюкоза. Это обусловлено двумя основными причинами. Первая, избыточное содержание глюкозы в крови при физической работе. Во-вторых нарушение почечных мембран вызывает нарушение процесса обратного всасывания.

3. Кетоновые тела. До работы кетоновые тела в моче не обнаруживаются. После нагрузок с мочой могут выделяться в больших количествах кетоновые тела. Это явление называется кетонурия. Она связана с повышением концентрации кетоновых тел в крови и наращением реабсорбции их почками.

4. Лактат. Появление молочной кислоты в моче обычно наблюдается после тренировок, включающих упражнения субмаксимальной мощности. По выделению лактата с мочой можно судить об общем вкладе гликолиза в энергетическое обеспечение всей работы, выполненной спортсменом за тренировку.

Наряду с влиянием на химический состав мочи физические нагрузки меняют и физико-химические свойства мочи.

Плотность. Объем мочи после тренировок, как правило, меньше, так как большая часть воды уходит с потом. Это сказывается на плотности мочи, которая возрастает. Увеличение плотности мочи связано также с появлением в ней веществ, которые обычно в моче отсутствуют.

По плотности можно рассчитать содержание растворенных химических соединений в отдельных порциях мочи.

Кислотность. Кетоновые тела и молочная кислота, выделяемые с мочой, меняют её кислотность. Обычно рН мочи 5 – 6 ед. После работы он может снизиться до 4 – 4,5 ед.

Разделы для самостоятельной работы.

Направленность изменений концентрации гормонов в крови при физических нагрузках. Биохимический контроль развития систем энергообеспечения организма при мышечной деятельности. Биохимический контроль за уровнем тренированности, утомления и восстановления организма спортсмена

7 Практическое занятие № 7 (2 часа). Биохимический контроль за уровнем тренированности, утомления и восстановления организма спортсмена

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Срочное восстановление. Отставленное восстановление. Методы ускорения восстановления. Долговременная адаптация

Восстановление является важнейшим периодом подготовки спортсмена, так как именно в это время в организме закладываются основы роста спортивной работоспособности и развития скоростно-силовых качеств и выносливости.

С точки зрения биохимии различают восстановление срочное и отставленное.

На этапе срочного восстановления устраняются продукты анаэробного обмена, главным образом креатин и молочная кислота.

Креатин накапливается в мышечных клетках во время физических нагрузок за счет креатинфосфатной реакции.



Эта реакция обратима. Во время восстановления она протекает в обратном порядке.



Обязательным условием превращения креатина в креатинфосфат является избыток АТФ, который создается в мышцах после работы, когда уже нет больших энергозатрат на мышечную деятельность. Источником АТФ при восстановлении является тканевое дыхание, протекающее с достаточно высокой скоростью и потребляющее значительное количество кислорода. В качестве окисляемых субстратов при этом чаще всего используются жирные кислоты.

На устранение креатина требуется не более 5 минут. (Это максимально!) В течение этого времени наблюдается повышенное потребление кислорода, называемое алактатный кислородный долг.

Алактатный кислородный долг характеризует вклад креатинфосфатного пути ресинтеза АТФ в энергообеспечение выполняемой физической нагрузки. Наибольших значений алактатный долг достигает в зоне выполнения физических нагрузок максимальной мощности и достигает величины 8 – 10 л.

Другой продукт анаэробного обмена – молочная кислота – образуется и накапливается в результате функционирования гликолиза. Устранение лактата происходит преимущественно во внутренних органах, так как она легко выходит из клеток в кровяное русло.

Лактат, поступающий из крови в миокард, подвергается аэробному окислению и превращается в конечные продукты – углекислый газ и воду. Такое окисление требует кислорода и сопровождается выделением энергии, которая используется для обеспечения работы сердечной мышцы.

Значительная часть лактата из крови попадает в печень и превращается в глюкозу. Этот процесс называется глюконеогенезом. Процесс этот идет с затратами энергии молекул АТФ, источниками которых являются процессы

тканевого дыхания, протекающие с повышенной скоростью и потреблением избыточного количества кислорода по сравнению с покоем.

Повышенное потребление кислорода в ближайшие 1,5 – 2 часа после завершения мышечной работы, необходимое для устранения лактата называется лактатным кислородным долгом.

Лактатный кислородный долг характеризует вклад гликолиза в энергообеспечение мышечной работы и достигает большой величины 20 – 22 л.

Частично алактатный и лактатный долг может устраняться во время тренировки, при снижении тренировочных нагрузок, а также в промежутках отдыха. Такое восстановление называется текущим.

Отставленное восстановление.

Отставленное восстановление связано с восполнением запасов гликогена, жиров и белков. Собственно синтезы этих веществ и составляют биохимическую сущность этих процессов.

Синтез гликогена протекает в мышцах и в печени, причем в первую очередь накапливается мышечный гликоген. Синтез гликогена происходит, главным образом, из глюкозы, поступающей с пищей. Предельное восстановление в организме запасов гликогена составляет 24 – 36 часов.

Синтез жиров осуществляется в жировой ткани. Вначале образуются глицерин и жирные кислоты, затем они соединяются в молекулу жира. Жир также образуется в стенке тонкой кишки путем ресинтеза из продуктов переваривания жира пищи. С током лимфы, а затем крови ресинтезированный жир поступает в жировую ткань. Для восполнения запасов жира необходимо не более 36 – 48 часов.

Отставленное восстановление также включает и восстановление поврежденных внутриклеточных структур. Это касается миофибрилл, митохондрий, различных клеточных мембран. По времени это самый длительный процесс, требующий от 72 до 96 часов.

Все биохимические процессы, составляющие отставленное восстановление протекают с потреблением энергии, источником которой являются молекулы

АТФ, возникающие за счет окислительного фосфорилирования. Поэтому для фазы отставленного восстановления характерно несколько повышенное потребление кислорода, но не такое выраженное, как при срочном восстановлении.

Важной особенностью отставленного восстановления является наличие сверхвосстановления или суперкомпенсации. Суть этого явления заключается в том, что вещества, разрушенные при работе, во время восстановления синтезируются в больших концентрациях по сравнению с их предрабочим уровнем. К сожалению, суперкомпенсация носит временный характер. Затем уровень работоспособности возвращается к исходному. Однако, если суперкомпенсация возникает часто, то это ведет к постепенному повышению исходного уровня. Так вот, показано, что уровень работоспособности напрямую связан с концентрацией гликогена в мышцах.

Основной причиной суперкомпенсации является повышенное содержание в крови гормонов, влияющих на синтетические процессы. Время наступления суперкомпенсации зависит от скорости распада веществ при работе: чем выше скорость расщепления какого-либо вещества во время работы, тем быстрее происходит его синтез при восстановлении и раньше наступает суперкомпенсация.

Высота суперкомпенсации определяется глубиной распада веществ при работе. Чем глубже распад вещества при работе, тем более выражена и выше суперкомпенсация. Эта особенность суперкомпенсации заставляет тренеров применять на тренировках упражнения высокой мощности и продолжительности, чтобы вызвать в организме спортсмена достаточно глубокий распад тех веществ, от содержания которых значительно зависит работоспособность.

Для спортсмена суперкомпенсация имеет исключительное значение. На высоте суперкомпенсации существенно возрастают все качества двигательной деятельности, что несомненно способствует росту спортивных результатов.

Методы ускорения восстановления.

В настоящее время в практике спорта применяются три группы восстановительных средств: педагогические, психологические и медико-биологические.

К педагогическим способам ускорения восстановления относятся:

- использование в тренировочном процессе физических нагрузок, соответствующих функциональному состоянию спортсмена;
- рациональная регулярность тренировочных занятий, наличие необходимой продолжительности отдыха между тренировками;
- чередование анаэробных и аэробных нагрузок, предупреждающее чрезмерное образование и накопление в организме лактата с последующим повышением кислотности.

Психологические средства ускоряющие восстановление, разнообразны. На практике используются следующие способы психологического воздействия:

- психологическая саморегуляция;
- аутогенная психомышечная тренировка;
- внушение и гипноз;
- музыка и цветомузыка;
- специальные дыхательные упражнения;
- психогигиена (благоприятные условия быта, разнообразие досуга, исключение отрицательных эмоций и т. д.)

Медико-биологические средства ускорения восстановления работоспособности играют важную роль в подготовке спортсменов любой квалификации и широко применяются в спортивной практике. Сюда относятся:

- гидротерапия;
- массаж;
- полноценное питание;
- лекарственные средства.

В конечном итоге все способы *гидротерапии и массажа* приводят к усилению лимфо- и кровообращения. Благодаря этому внутренние органы и особенно мышцы освобождаются от конечных продуктов метаболизма (прежде

всего, лактата) и получают в больших количествах кислород, источники энергии, строительный материал.

За счет *питания* в организм извне поступают источники энергии, строительный материал, витамины и минеральные вещества, то есть все то, что необходимо для быстрого протекания восстановительных процессов. Однако несбалансированное питание может отрицательно сказаться.

Применение разрешенных лекарственных средств способствует росту работоспособности, ускорению восстановления, повышению уровня адаптации к мышечным нагрузкам. Фармакологические средства также могут стимулировать иммунные свойства организма, улучшать биоэнергетику организма.

Долговременная или хроническая адаптация.

Этап долговременной адаптации происходит в промежутках отдыха между тренировками и требует много времени. Биологическое значение долговременной адаптации – создание в организме структурно-функциональной базы для лучшей реализации механизмов срочной адаптации, то есть долговременная адаптация предназначена для подготовки организма к выполнению последующих физических нагрузок в оптимальном режиме.

Можно выделить следующие основные направления долговременной адаптации.

1. Повышение скорости восстановительных процессов. Особенно большое значение для развития долговременной адаптации имеет усиление синтеза белков и нуклеиновых кислот. Это приводит к увеличению содержания сократительных белков, белков-ферментов, кислородно-транспортных белков. Благодаря повышению содержания в клетках белков-ферментов ускоряется синтез других биологически важных соединений, в частности креатинфосфата, гликогена, липидов. В результате такого воздействия существенно возрастает энергетический потенциал организма.

2. Увеличение содержания внутриклеточных органоидов. В процессе развития адаптации в миоцитах становится больше сократительных элементов – миофибрилл, увеличивается размер и количество митохондрий, наблюдается

развитие саркоплазматической сети. В конечном счете эти изменения вызывают мышечную гипертрофию.

3. Совершенствование механизмов нервно-гуморальной регуляции. При этом возрастают синтетические возможности эндокринных желез, что позволяет при выполнении физических нагрузок дольше поддерживать в крови высокий уровень гормонов, обеспечивающих мышечную деятельность.

4. Развитие устойчивости (резистентности) к биохимическим сдвигам, возникающим в организме во время мышечной работы. Прежде всего это устойчивость организма к повышению кислотности, вызванному накоплением лактата. Предполагается, что нечувствительность к росту кислотности у адаптированных спортсменов обусловлена образованием у них молекулярных форм белков, сохраняющих свои биологические функции при пониженных значениях pH.

В ходе тренировочного процесса оба этапа адаптации – срочная и долговременная – поочередно повторяются и оказывают друг на друга взаимное влияние. Так, срочная адаптация, проявляющаяся во время физической работы, приводит к возникновению в организме глубоких биохимических и физиологических сдвигов, которые являются предпосылками для запуска механизмов долговременной адаптации. В свою очередь, долговременная адаптация, повышая энергетический потенциал организма, увеличивает возможности срочной адаптации. Такое взаимодействие срочной и долговременной адаптации ведет к росту работоспособности спортсмена.

Разделы для самостоятельной работы.

Биологические принципы спортивной тренировки (принцип сверхотягощения, цикличности, регулярности, последовательности, специфичности, обратимости (повторности)). Тренировочный эффект (кумулятивный, отставленный, срочный). Биохимические закономерности адаптации к мышечной работе.

8 Практическое занятие № 8 (2 часа). Допинг контроль в спорте

Теоретический раздел. Вопросы для подготовки:

Биохимическая характеристика отдельных классов фармакологических средств. Допинги. Психические изменения при применении допинга. Нарушение сердечно-сосудистой системы при применении допинга. Нарушение функции почек при применении допинга. Биологический паспорт спортсмена.

К фармакологическим веществам, применяемым в спорте можно отнести: аминокислоты, витамины, адаптогены, анаболизаторы, энергизаторы, гепатопротекторы, иммуностимуляторы.

Среди аминокислот важнейшее место занимают глицин, метионин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, глутамин, лизин.

Глицин входит в состав белков, участвует в синтезе нуклеотидов, из него образуется креатин.

Метионин участвует в строительстве белков, а также в синтезах адреналина, креатина, холина.

Аспарагиновая кислота принимает активное участие в синтезе мочевины, влияет на скорость синтеза белков.

Глутаминовая кислота и глутамин играют важную роль в обезвреживании аммиака.

Лизин участвует в синтезе карнитина, который играет важную роль в сжигании жиров, что повышает аэробную выносливость. Лизин необходим для синтеза коллагена.

О роли витаминов речь шла выше (тема 8). Из витаминных комплексов одним из лучших для спортсменов является компливит, а из зарубежных vitrum, centrum, оолиговит и др.

Адаптогены – это лекарственные средства, имеющие растительное или животное происхождение. Они способствуют развитию неспецифической адаптации организма к нагрузкам. К адаптогенам относятся женьшень препараты, сделанные на его основе, элеутерококк, китайский лимонник, левзея(маралий корень), аралия, родиола розовая(золотой корень), а также препараты, сделанные на их основе – леветон, элтон, адаптон, фитотон.

Анаболизаторы – это ускорители анаболизма и, прежде всего, синтеза белка.

Экдистен – природный растительный стероид, способствующий росту мышечной массы, но не вызывающий негативного влияния на организм.

Оротат калия обеспечивает синтез нуклеиновых кислот, а значит синтез белков.

Такую же роль играет рибоксин аминокислоты глицин, метионин, лизин.

Энергизаторы - это АТФ, адениловая кислота, креатин, лимонная и янтарная кислоты, карнитин, липоевая кислота. Все эти вещества улучшают энергетический обмен, так как являются непосредственными участниками катаболизма.

Гепатопротекторы – это различные вещества улучшающие работу печени и способствующие её восстановлению после мышечных нагрузок. В спортивной практике часто применяют следующие вещества этой группы: эссенциале, карсил, легалон, аллохол, кукурузные рыльца, цветки бессмертника песчаного.

Иммуностимуляторы - это вещества улучшающие работу иммунной системы. Сюда относят: иммуноглобулин, интерферон, препараты прополиса, препараты цветочной пыльцы и др. Правда, при пользовании этой группой веществ нельзя забывать об аллергии.

Допингом принято считать фармакологические препараты, которые оказывают влияние на спортивный результат, нанося при этом вред здоровью спортсмена. Даже если вред не очевиден на данный момент, он может стать очевидным через какое-то время.

В настоящее время в список запрещенных препаратов внесено несколько сотен наименований. При этом не имеет значения, как влияет данный препарат на конкретный результат в конкретном виде спорта.

Все препараты можно разбить на несколько групп.

1. Препараты, влияющие на нервную систему. В эту группу внесены препараты, как возбуждающие нервную систему, так и тормозящие. Как правило, их применяют перед соревнованиями. Вред от этих препаратов очевиден, так как они могут расшатать нервную систему, вызвать привыкание. К этой группе вполне можно отнести транквилизаторы, наркотики, алкоголь.

2. Препараты, влияющие на обмен веществ. Сюда относят многие гормональные препараты, которые способствуют росту мышечной массы, прежде всего, печально знаменитые анаболические стероиды. Эти препараты могут вызвать нарушение обмена веществ с непредсказуемыми последствиями. Кроме того, один из побочных эффектов хорошо известен – импотенция, так как большинство этих препаратов либо экзогенные мужские половые гормоны, либо их аналоги, которые подавляют работу половых желез. У женщин эти препараты вызывают маскулинизацию, то есть такое изменение гормонального фона, когда женщина становится больше похожей на мужчину. Маскулинизация часто ведет к бесплодию.

3. Препараты, влияющие на разные формы выносливости. К этой группе, например, относят препараты, меняющие формулу крови, увеличивающие количество эритроцитов в крови и содержание гемоглобина в ней. Эти препараты довольно трудно обнаружить, так как их применение может быть проведено задолго до соревнований. Поэтому у допинг-контроля вызывает подозрение само увеличение в крови эритроцитов или гемоглобина. Эта позиция вызывает больше всего нареканий у тренеров и спортсменов, так как указанное повышение может быть, во-первых, результатом тренировки в горах, а, во-вторых, у ряда людей от природы эти показатели высокие. Поэтому контроль по этой группе проводится в динамике, то есть пробы берутся в разное время года и суток. Многие спортсмены жаловались, что их будили даже ночью.

К этой группе примыкает и кровяной допинг, когда спортсмену делается дополнительное переливание крови перед стартом. Как правило, кровь берут и замораживают у самого спортсмена, чтобы не вызвать отторжения переливаемой крови.

4. В этой группе – препараты, которые допингом сами не являются, но могут маскировать его присутствие в организме. Сюда относятся, например, диуретики, то есть препараты, способствующие эвакуации допинга из организма.

Допинг-контроль – это специальная процедура, направленная на выявление допинга. Для этого у спортсмена берется кровь и моча. Проба, взятая у спортсмена делится на две группы – пробу А и пробу В. Если после анализа пробы А допинга не обнаруживается, то процедура на этом завершается. Если в пробе А обнаружено запрещенное вещество, то анализу подвергается проба В, чтобы исключить случайность. Если же и после этого обнаружен запрещенный препарат, то выносится решение о наказании спортсмена.

Разделы для самостоятельной работы.

Оценка эффективности новых методов и средств развития скоростносиловых качеств, повышения выносливости, ускорения восстановления. Медико-биологический контроль здоровья спортсменов. Виды биологического контроля.

Вопросы для зачета по дисциплине «Биомеханика спорта»

1. Строение мышц. Химический состав мышечной ткани.
2. Уровни структурной организации мышцы.
3. Особенности химического состава гладкой мускулатуры.
4. Особенности химического состава сердечной мышцы.
5. Типы волокон скелетной мышцы
6. Процессы, лежащие в основе мышечного сокращения.
7. Режимы и виды мышечных сокращений.
8. Сила мышц. Абсолютная сила мышцы.

9. Сила мышц. Факторы, влияющие на силу мышц. Методы измерения мышечной силы.

10. Работа мышц. Виды работы.

11. Нарушение структуры и биохимического состояния мышц

12. Нарисуйте схему двигательной (нейромоторной) единицы (ДЕ).

13. Перечислите виды двигательных единиц и дайте им краткую характеристику.

14. Дайте краткую характеристику изометрическим и изотоническим типам сокращений.

15. Нарисуйте схему саркомера мышечного волокна и взаимное расположение актина и миозина. Дайте краткую биохимическую характеристику актиновых и миозиновых нитей.

16. Обозначьте на схеме саркомера мышечного волокна и укажите функциональную роль всех морфологических и биохимических структур, принимающих участие в сокращении мышцы: сократительные и регуляторные белки, СПР, АТФ, АТФ-аза.

17. Опишите последовательность событий, возникающих в мышечном волокне при электро-механическом сопряжении: от возникновения ПКП до сокращения и расслабления мышцы.

18. Строение нервно-мышечного синапса. Механизм выделения медиатора и его действие на постсинаптическую мембрану. Миниатюрные потенциалы и потенциал концевой пластинки.

19. Строение саркомера. Сократительные и регуляторные белки, их свойства. Молекулярный механизм мышечного сокращения. Роль ионов Ca^{++} и АТФ в мышечном сокращении.

20. Фазы одиночного мышечного сокращения.

21. Биоэнергетика мышечной деятельности

22. Ресинтез АТФ при мышечном сокращении.

23. Анаэробные реакции ресинтеза АТФ

24. Аэробная реакция ресинтеза АТФ

25. Соотношение процессов аэробного и анаэробного ресинтеза атф при мышечной работе разной мощности и длительности
26. Источники энергии для мышечной работы
27. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности в зависимости от ее характера и длительности.
28. Каков химизм усиления гликолиза и дыхательного фосфорилирования при мышечной деятельности
29. Понятия «кислородной задолженности» и «кислородного запроса»
30. Компоненты спортивной работоспособности.
31. Алактатная работоспособность.
32. Лактатная работоспособность.
33. Аэробная работоспособности
34. Специфичность спортивной работоспособности
35. Возрастные особенности работоспособности
36. Биохимия и педагогические методы развития компонентов работоспособности.
37. Основные принципы питания спортсменов.
38. Потребность спортсмена в белках
39. Потребность спортсмена в жирах
40. Потребность спортсмена в углеводах
41. Потребность спортсмена в минеральных веществах
42. Алгоритм комплексной оценки пищевого статуса спортсмена
43. Соблюдение питьевого режима
44. Основные принципы составления рационов питания
45. Биохимические изменения в органах и системах при выполнении мышечной деятельности
46. Обмен белков и азотсодержащих веществ при мышечной деятельности
47. Факторы, влияющие на биохимические изменения при мышечной деятельности

48. Биохимические изменения в головном мозгу.
49. Биохимические изменения в печени.
50. Биохимические изменения в миокарде.
51. Биохимические изменения в крови.
52. Биохимические изменения в организме при утомлении
53. Общая характеристика утомления
54. Биохимическая характеристика мышц при утомлении
55. Охранительное или запредельное торможение.
56. Нарушение функций вегетативных и регуляторных систем.
57. Истощение энергетических резервов.
58. Роль лактата в утомлении.
59. Повреждение биологических мембран свободнорадикальным окислением.
60. Срочное восстановление.
61. Отставленное восстановление
62. Методы ускорения восстановления.
63. Задачи, виды и организация биохимического контроля.
64. Объекты исследования при биохимическом контроле.
65. Определение уровня общей тренированности спортсмена
66. Основные биохимические показатели состава крови, изменение при мышечной деятельности (показатели углеводного и липидного обменов).
67. Основные биохимические показатели состава крови, изменение при мышечной деятельности (показатели белкового обмена).
68. Основные биохимические показатели состава мочи, изменение при мышечной деятельности (показатели белкового обмена).
69. Основные биохимические показатели состава мочи, изменение при мышечной деятельности (показатели углеводного и липидного обменов).
70. Биохимический контроль развития систем энергообеспечения организма при мышечной деятельности.
71. Тестирующие нагрузки

72. Биохимические изменения при стандартной и максимальной работе в зависимости от уровня тренированности
73. Определение уровня специальной тренированности
74. Классификация допингов
75. Краткая история допинга в спорте
76. Принцип действия допингов и последствия их применения
77. Характеристика анаболических стероидов. Механизм действия
78. Психические изменения при применении допинга
79. Нарушение сердечно-сосудистой системы при применении допинга
80. Нарушение функции почек при применении допинга
81. Влияние на иммунную систему применение допинга
82. Допинги нестероидной структуры
83. Допинг в различных видах спорта
84. Допинговые нарушения
85. Парадокс допинга

Список использованных источников

1 Ахметов, И.И. Молекулярная генетика спорта / И.И. Ахметов. - М. : Советский спорт, 2009. - 268 с. - ISBN 978-5-9718-0412-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210351>

2 Барышева, Е. С. Практические основы биохимии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). -

Оренбург : ОГУ, 2011. -Adobe Acrobat Reader 5.0 Издание на др. носителе [Текст] . - № гос. регистрации 0321103142.

3 Барышева, Е. С. Теоретические основы биохимии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург; М-во образования и науки Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2011. -Adobe Acrobat Reader 5.0 Издание на др. носителе [Текст] . - № гос. регистрации 0321102524.

4 Волков, Н.И. Биоэнергетика спорта / Н.И. Волков, В.И. Олейников. - М. : Советский спорт, 2011. - 160 с. - ISBN 978-5-9718-0525-0 ; То же [Электронныйресурс].-URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210517>

5 Ларичев, Т.А. Основы химии элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.А. Ларичев, Т.Ю. Кожухова. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 147 с. - ISBN 978-5-8353-1515-4: - [Режим доступа: http://www.biblioclub.ru / book/232759](http://www.biblioclub.ru/book/232759).

6 Михайлов, С.С. Биохимия двигательной деятельности : учебник / С.С. Михайлов. - 6-е изд., доп. - М. : Спорт, 2016. - 296 с. : ил. - ISBN 978-5-906839-41-1;[Электронный ресурс].-URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454250>

7 Михайлов, С. С. Спортивная биохимия : учебник для вузов и колледжей физической культуры. / С. С. Михайлов. – Изд. 3-е, доп. – М. : Советский спорт, 2006.-252 с.

8 Мохан, Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Гринхафф ; пер. с англ. В. Смутьский. – Киев: Олимпийская литература, 2001.- 296 с.