

Е.А. Мадера, Н.Ю. Шунайлова

**БИОХИМИЯ МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**методические указания для студентов
педагогического факультета физической
культуры**

**Ижевск
2007**

Федеральное агентство по образованию
ГОУВПО «Удмуртский государственный университет»
Кафедра анатомии и физиологии человека и животных

Е.А. Мадера, Н.Ю. Шунайлова

**БИОХИМИЯ МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
методические указания для студентов
педагогического факультета физической
культуры

Ижевск
2007

УДК 612.7(07)
ББК 28.982р30
М 13

Мадера Е.А., Шунайлова Н.Ю.

М 13 Биохимия мышечной деятельности. Методические указания для студентов педагогического факультета физической культуры / УдГУ. Ижевск, 2007. 56 с.

Данные методические указания предназначены для студентов очного и заочного отделений педагогического факультета физической культуры. Содержат рекомендации по изучению биохимии мышечного сокращения в соответствии с программой курса биохимии в институтах физической культуры. В пособии изложены основные требования к изучению программного материала, планы самоподготовки студентов по каждой теме. Приведены некоторые сведения, отсутствующие в учебнике, сформулированы контрольные вопросы и задания, позволяющие студенту проверить и закрепить свои знания.

УДК 612.7(07)
ББК 28.982р30
М 13

© Е.А. Мадера, Н.Ю. Шунайлова, 2007

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение.....	4
Тема 1. Введение. Предмет биохимии, её значение для специалистов по физическому воспитанию и спорту.....	7
Тема 2. Биохимия мышц и мышечного сокращения.....	9
Тема 3. Биоэнергетические процессы при мышечной деятельности.....	14
Тема 4. Динамика биохимических изменений в организме при работе. Биохимические основы утомления.....	19
Тема 5. Биохимические изменения в организме в период отдыха после мышечной работы.....	24
Тема 6. Биохимические основы скоростно-силовых качеств спортсменов.....	28
Тема 7. Биохимические основы выносливости спортсменов.....	31
Тема 8. Биохимические факторы спортивной работоспособности.....	34
Тема 9. Закономерности адаптационных биохимических изменений в организме под влиянием систематических занятий физическими упражнениями и спортом.....	37
Тема 10. Биохимические изменения, происходящие в организме при занятиях различными видами спорта.....	41
Тема 11. Биохимическое обоснование методики занятий физической культурой и спортом с лицами разного возраста и пола.....	45
Тема 12. Биохимические основы питания при занятиях физическими упражнениями и спортом.....	50
Тема 13. Биохимический контроль при занятиях физическими упражнениями и спортом.....	53

ВВЕДЕНИЕ. Учебное пособие имеет целью помочь студентам, обучающимся на очных и заочных педагогических факультетах физической культуры, правильно организовать работу по изучению курса биохимии мышечного сокращения. Учебное пособие содержит основные разделы и темы, соответствующие программе курса биохимии в институтах физической культуры. В настоящем пособии содержатся планы самоподготовки студентов по каждой теме, изложены основные требования к изучению программного материала, приведены некоторые сведения, отсутствующие в учебнике, сформулированы контрольные вопросы и задания, позволяющие студенту проверить и закрепить свои знания.

Учебная работа проводится в форме лекций, семинарских и лабораторных занятий, в течение семестра для студентов очного отделения; в форме лекций во время установочных сессий, консультаций и самостоятельной работы в межсессионной период для студентов заочного отделения.

На лекциях студентам освещаются основные вопросы программы и сообщаются современные научные данные, не нашедшие отражения в учебнике. Содержание лекций рекомендуется конспектировать и использовать эти записи в самостоятельной работе. Желательно также составление конспектов самостоятельно изучаемой литературы по курсу биохимии.

Лабораторные опыты выполняются на групповых занятиях. Их описание помещено в тексте методических указаний. Выполняя лабораторную работу, студент должен записать в журнал ее цель, содержание опытов, наблюдения в ходе их проведения и выводы. Там, где это необходимо, записываются уравнения происходящих

реакций, делаются расчеты по данным, полученным в ходе опыта.

Работая в лаборатории, необходимо соблюдать правила техники безопасности, проводить опыты в точном соответствии с их описанием, приведенном в тексте методических указаний.

Студентам-заочникам рекомендуется широко пользоваться как устными, так и письменными консультациями.

На факультетах очного обучения курс биохимии изучается в 6-м семестре. Оценка знаний студентов производится в форме экзамена в 6-м семестре. Студент допускается к сдаче сессионного экзамена только после того, как получены оценки за все текущие контрольные работы, коллоквиумы и промежуточные тесты.

Оформление контрольной работы студентами заочного отделения. При выполнении контрольной работы необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. К выполнению контрольной работы приступать после усвоения учебного материала по соответствующим разделам курса биохимии.
2. Перед каждым ответом записать полностью вопрос.
3. Прежде чем писать ответ, следует составить его план.
4. Ответ должен быть последовательным, хорошо обоснованным, иметь объяснение употребляемых понятий, условных обозначений; при решении задач нужно объяснять ход решения.
5. Ответ должен быть построен в виде связного текста, в котором не допускаются сокращения слов и отрывочные замечания. Не следует дословно переписывать текст учебника или иной изученной литературы.
6. Отвечать следует на все без исключения вопросы контрольного задания.

7. При написании уравнений реакций или схем биохимических процессов следует пользоваться структурными формулами. Под химическими формулами необходимо писать названия соответствующих веществ, за исключением тех, которые считаются общеизвестными.

8. В конце работы указывается, какая литература изучена при ее подготовке (в списке литературы приводится точное название книги, брошюры, автор, место издания, издательство, год выпуска работы, для журнальных статей - дополнительно название журнала и его номер).

9. Работа должна быть написана разборчиво, аккуратно оформлена (с полями для замечаний рецензента).

10. Работа должна быть подписана исполнителем, на обложке указывается его адрес.

ЛИТЕРАТУРА.

Основная:

1. Биохимия: учебник для институтов физической культуры / Под ред. Волкова Н.И., Несен Э.М., Осипенко Г.А., Корсун С.Н. Киев: Олимпийская литература, 2000
2. Биохимия: учебник для институтов физической культуры / Под ред. В.В. Меньшикова и Н.И. Волкова.-М.: ФиС, 1986.

Дополнительная:

1. Метаболизм в процессе мышечной деятельности / Под ред. М.Харгривса - Киев: Олимпийская литература, 1998
2. Дж.Уилмор, Д.Л.Костилл. Физиология спорта. - Киев: Олимпийская литература, 2001.

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ БИОХИМИИ, ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ВОСПИТАНИЮ И СПОРТУ.

Цель изучения темы: получить общие представления о месте биохимии в системе наук, изучающих организм человека при занятиях физическими упражнениями и спортом, и о возможностях использования достижений биохимии для совершенствования организма человека в процессе спортивной тренировки.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Биохимия – наука о химическом составе живых организмов и химических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности. Характерные биохимические признаки живого.
2. Разделы биохимии: статическая, динамическая, функциональная.
3. Значение биохимии для подготовки преподавателей физической культуры и тренеров по спорту.

Целевые задачи.

Получить общие представления о теоретических основах выбора методов исследования для решения специфических задач функциональной биохимии.

Методические указания к изучению темы.

Прорабатывая материал этой темы, необходимо составить четкие представления об основном содержании и задачах биохимии спорта, а также ее значении для теории и практики физического воспитания и спорта.

Биохимия – наука, изучающая химический состав живой материи, функции и превращения химических составных частей организма в процессе его жизнедеятельности.

Раздел, изучающий химический состав живых организмов и свойства химических соединений, выделенных из живых тканей, называется **статической биохимией**. Все многообразие химических реакций в организме, их взаимосвязь и регуляция, а также сопряженные с ними превращения энергии в процессах жизнедеятельности изучаются **динамической биохимией**.

Биохимические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности отдельных тканей и органов и проявления их специфической функции, рассматриваются различными разделами **функциональной биохимии**. Специальным разделом функциональной биохимии является **биохимия спорта**, которая подробно изучает химический состав и процессы обмена веществ в мышечной ткани, а также ряд специальных вопросов: биохимические основы построения спортивной тренировки, обеспечение энергией мышечной работы различной мощности и продолжительности, особенности протекания биохимических процессов при занятиях физическими упражнениями у людей разного возраста и т.п.

Биохимический контроль в спорте позволяет выявить влияние на организм человека и отдельных тренировочных упражнений, и всей системы тренировки в целом. Он дает возможность оценить по объективным показателям уровень тренированности спортсменов, скорость восстановительных процессов после работы, выбрать в соответствии с решаемой спортивно-педагогической задачей наилучшую продолжительность тренировочной работы и отдыха. Зная

закономерности протекания биохимических процессов в организме, можно регулировать его функциональное состояние с помощью специально подобранной диеты, ускорять процессы восстановления после выполнения напряженной работы, подбирать в ходе тренировки такие упражнения, которые приводят к усилению конкретных биохимических процессов, лежащих в основе проявления различных двигательных качеств спортсменов: быстроты, выносливости, силы и т.п.

Контрольные вопросы и задания.

1. Что является предметом изучения биохимии мышечной деятельности?
2. Какими конкретными примерами можно подтвердить важную роль биохимических знаний при разработке методов физического совершенствования человека?

Тема 2. БИОХИМИЯ МЫШЦ И МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ.

Цель изучения темы: научиться применять знания о химическом составе мышечной ткани, биохимических процессах при мышечном сокращении для выявления сущности процесса адаптации организма к мышечным нагрузкам и определения биохимических факторов, лимитирующих спортивную работоспособность.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Химический состав мышечной ткани:

а) содержание и роль воды в мышечной ткани;

б) важнейшие белки мышц: миозин, актин, тропомиозин, тропонин, белки сарколеммы и мышечной стромы, белки-ферменты, миоглобин, их содержание, важнейшие свойства и роль в обеспечении мышечного сокращения;

в) макроэргические соединения мышц, их концентрация и локализация в мышечном волокне.

2. Важнейшие структурные компоненты мышечного волокна и их роль в метаболизме клетки. Структурная организация миозиновых и актиновых нитей.

3. Последовательность химических реакций в мышце при ее сокращении и расслаблении.

4. Роль АТФ в сокращении и расслаблении мышцы.

5. Роль ионов кальция в сокращении и расслаблении мышцы.

6. Особенности преобразования энергии при мышечном сокращении и расслаблении.

Целевые задачи.

1. На основе знания структуры и химических свойств соединений, входящих в состав мышечного волокна, научиться выявлять их роль в метаболизме мышечной клетки и прогнозировать количественные изменения их содержания при систематической тренировке различной направленности.

2. Научиться использовать знания об особенностях строения и свойств аденозинтрифосфорной кислоты для объяснения ее роли как промежуточного передатчика энергии от энергодепонирующих веществ к сократительным структурам мышечного волокна и преобразователя энергии из химической в механическую.

Методические указания к изучению темы.

При изучении данной темы необходимо обратить особое внимание на связь химического состава и структурной организации мышечного волокна с его функцией. Следует четко представлять себе роль химических составных частей и структурных компонентов мышечного волокна в обменных процессах, обеспечивающих возможность выполнения мышечной работы. Особое внимание при этом следует обратить на молекулярное строение миофибрилл и роль их химических составных частей при мышечном сокращении, которое является следствием взаимодействия активных центров, располагающихся на поверхности актиновых и миозиновых нитей. Инициатором этого взаимодействия служит нервный импульс. Его поступление вызывает освобождение ацетилхолина в нервно-мышечном синапсе. Ацетилхолин меняет проницаемость клеточной оболочки (сарколеммы) для ионов, вызывая тем самым их перераспределение. Возникающая при этом волна возбуждения распространяется внутрь мышечного волокна по мембранам саркоплазматического ретикулула и приводит к освобождению ионов Ca^{+2} , ранее связанных с одним из белков этой структуры. Под влиянием ионов кальция освобождаются активные центры сократительного белка актина, блокированные в покое регуляторными белками тропонином и тропомиозином. Под влиянием ионов кальция осуществляется также переход в активное состояние центров аденозинтрифосфатазной активности, находящихся в составе сократительного белка миозина. Под действием активного миозина происходит расщепление АТФ. Освобождающаяся при этом энергия используется при взаимодействии активных центров миозиновых и актиновых нитей. Развивается напряжение, приводящее к взаимному перемещению этих нитей и

укорочению мышечного волокна. Когда действие нервного импульса прекращается, ионы кальция переходят в связанное состояние, центры аденозинтрифосфатазной активности миозина становятся неактивными, происходит разрыв связи между миозином и актином. С приходом нового нервного импульса весь цикл повторяется. Один цикл сокращения обеспечивает лишь незначительное укорочение волокна. Полное мышечное сокращение - результат многих таких последовательных циклов.

Необходимо четко представлять себе роль АТФ как непосредственного источника энергии для мышечного сокращения и расслабления, который сам «заряжается» энергией, получая ее при распаде других органических молекул, способных депонировать энергию в значительных количествах. Запасы самой АТФ в мышцах невелики, а скорость расхода ее в процессе сокращения может быть большой. Поэтому мышечная деятельность возможна только в условиях постоянного возобновления (ресинтеза) запасов этого макроэрга. АТФ выступает в роли не только источника, но и трансформатора энергии из химической в механическую. Ни углеводы, ни жиры, ни белки таким свойством преобразования энергии не обладают.

Контрольные вопросы и задания.

1. Какова роль отдельных структурных компонентов мышечной клетки в ее жизнедеятельности?
2. Какие белки содержатся в мышечной ткани и какова их роль в осуществлении ее специфической функции?
3. Какое вещество способно депонировать кислород в мышечных волокнах?
4. В чем особенность липидного состава мышечных волокон? Как может изменяться содержание различных липидов в них при тренировке?

5. Какие азотистые и безазотистые экстрактивные вещества имеются в мышцах и какова их роль в них?
6. Какие макроэргические вещества имеются в мышечной клетке в качестве запасных источников энергии, и какие образуются во время выполнения работы как промежуточные продукты распада углеводов, липидов, белков?
7. Каковы свойства сократительных белков миозина и актина и локализация этих белков в мышечном волокне?
8. Напишите схему, отражающую последовательность химических реакций в мышечном волокне при его сокращении и расслаблении.
9. Какова роль АТФ в мышечной деятельности? Почему концентрация этого макроэрга в мышце должна поддерживаться на определенном уровне?
10. Какова роль ионов кальция, тропонина и тропомиозина в мышечном сокращении и расслаблении?
11. Какова роль мышечной стромы в расслаблении мышцы?
12. Напишите структурные формулы важнейших макроэргических соединений мышц.
13. Напишите уравнение реакции гидролиза АТФ, происходящего при мышечном сокращении.
14. Каковы особенности энергетических превращений в процессе мышечного сокращения?
15. Напишите структурную формулу вещества, служащего посредником в передаче возбуждения с нерва на мышцу.

Тема 3. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания кинетических особенностей различных биохимических процессов, сопряженных с ресинтезом АТФ, для научно обоснованного подбора средств и методов повышения спортивной работоспособности.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Относительное постоянство концентрации АТФ — необходимое условие сократительной деятельности мышц.
2. Понятие о мощности, емкости и эффективности процессов, обеспечивающих ресинтез АТФ.
3. Ресинтез АТФ в ходе креатинфосфокиназной реакции. Скорость развертывания, мощность, емкость и эффективность этого процесса.
4. Роль креатинфосфокиназной реакции в энергетическом обеспечении мышечной работы.
5. Ресинтез АТФ в ходе гликолиза; скорость развертывания, мощность, емкость и эффективность гликолиза.
6. Роль гликолиза в энергетическом обеспечении мышечной работы.
7. Ресинтез АТФ при анаэробном образовании янтарной кислоты.
8. Ресинтез АТФ в ходе аэробных окислительных процессов. Скорость развертывания, мощность, емкость и эффективность аэробного процесса.
9. Роль аэробных процессов в энергетике мышечной работы.
10. Изменение степени сопряжения окисления и фосфорилирования при мышечной деятельности различного характера и в период отдыха после нее.

Целевые задачи.

1. На основе знания биохимических превращений при ресинтезе АТФ в анаэробных и аэробных процессах научиться выявлять биохимические факторы, лимитирующие мощность, емкость и эффективность различных путей ресинтеза АТФ.

2. На основе знания особенностей регуляции биохимических процессов, участвующих в возобновлении запасов АТФ, научиться выбирать методы воздействия на организм человека с целью увеличения возможностей ресинтеза АТФ в этих процессах.

Методические указания к изучению темы.

Изучая материал данной темы, необходимо помнить, что невысокое содержание АТФ в мышце (0,25—0,4% от ее веса), высокая скорость расходования (всего запаса АТФ хватает на несколько сильных сокращений), потеря мышцами способности к сокращению и расслаблению при значительном снижении концентрации АТФ предъявляют высокие требования к процессам, обеспечивающим восполнение ее запасов. Под влиянием тренировки может немного повышаться общее содержание АТФ в мышце, но в расчете на единицу веса оно остается постоянным. Происходящее с развитием тренированности повышение мышечной работоспособности обусловлено в первую очередь совершенствованием процессов, возобновляющих запас АТФ в мышце.

Процессы, осуществляющие ресинтез АТФ, могут быть охарактеризованы с помощью нескольких показателей: максимальной мощности, метаболической емкости, энергетической эффективности. Под максимальной мощностью процесса понимают наибольшее количество энергии, которое может быть получено для ресинтеза АТФ в этом процессе в единицу

времени. **Метаболическая емкость** — общее количество энергии, которое может быть освобождено при распаде определенного энергетического источника до исчерпания возможностей его мобилизации в данных условиях.

Эффективность биохимического процесса характеризуется отношением количества энергии, использованной для выполнения механической работы, к общему количеству освободившейся энергии. Различные энерговыделяющие процессы существенно отличаются по скорости разветвления — достижения процессом максимальной мощности.

Аэробный процесс — основной способ энергообеспечения живых организмов. Он характеризуется широким кругом субстратов окисления (углеводов, липидов, продуктов белкового обмена). При его протекании в организме не накапливаются токсические продукты обмена. В наиболее благоприятных условиях его эффективность очень высока. Однако многостадийность этого процесса, сложный путь транспорта кислорода к работающим тканям и ограниченные возможности систем, обеспечивающих этот транспорт, делают аэробный процесс ограниченным по максимальной мощности. Наибольшая скорость ресинтеза АТФ в аэробных реакциях у хорошо тренированных спортсменов, выполнивших предварительную разминку, достигается в мышцах не ранее, чем через минуту после начала интенсивной мышечной работы.

Анаэробные процессы, включающие меньшее число промежуточных реакций, чем аэробные, и не зависящие от скорости доставки кислорода, имеют более высокую скорость разветвления и большую максимальную мощность. Однако их метаболическая емкость, зависящая от величины запасов креатинфосфата и гликогена, а также от устойчивости организма к воздействию продуктов

анаэробного обмена, значительно уступает емкости аэробного процесса.

Изучая данную тему, необходимо выявить особенности каждого биохимического пути ресинтеза АТФ, факторы, лимитирующие скорость развертывания, максимальную мощность, метаболическую емкость и эффективность их, обратив особое внимание на изменение эффективности аэробного процесса в зависимости от функционального состояния организма за счет изменения степени сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи митохондрий.

В энергообеспечении любой мышечной работы участвуют, как правило, все основные реакции ресинтеза АТФ, но соотношение между ними при выполнении разных физических нагрузок различно. Следует определить тот круг физических нагрузок, в которых каждый из изученных способов ресинтеза АТФ играет главную роль.

Контрольные вопросы и задания.

1. Какова скорость расходования АТФ при напряженной мышечной работе?
2. Какие биохимические факторы определяют мощность, емкость и эффективность креатинфосфокиназной реакции? Напишите уравнение этой реакции.
3. В каких условиях может осуществляться прямая и обратная креатинфосфокиназная реакция?
4. В чем заключается химическая сущность миокиназной реакции, и какова ее роль при мышечной деятельности?
5. Напишите уравнения тех реакций гликолиза, в которых происходит ресинтез АТФ.
6. Какие факторы определяют скорость выработки энергии в гликолитическом процессе? Каковы причины

снижения скорости гликолиза при накоплении высоких концентраций молочной кислоты?

7. Чем определяется емкость гликолитического процесса?

8. Рассчитайте энергетическую эффективность гликолиза, если при расщеплении 1 г-моля глюкозы до молочной кислоты освобождается 56 ккал энергии, из них 20 ккал используется на ресинтез АТФ, а в механическую работу преобразуется 40% энергии, накопленной в молекулах АТФ.

9. Назовите промежуточные продукты распада углеводов, липидов, белков, которые могут быть субстратами окисления в аэробном процессе.

10. Каков химизм окислительного фосфорилирования?

11. Под действием каких факторов может происходить разобщение окисления и фосфорилирования при мышечной деятельности?

12. Чем лимитируется скорость аэробных превращений в мышцах?

13. От каких факторов зависит емкость аэробного ресинтеза АТФ?

14. Рассчитайте энергетическую эффективность аэробного окисления глюкозы, зная, что при полном окислении 1 г-моля глюкозы освобождается 686 ккал энергии, в наиболее благоприятных условиях эта энергия накапливается в 38 г-молях АТФ, каждый г-моль АТФ при расщеплении выделяет 10 ккал, из них 40% преобразуется в механическую работу.

Тема 4. ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ РАБОТЕ. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УТОМЛЕНИЯ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о зависимости характера и глубины биохимических изменений, а также механизмов развития утомления от особенностей выполняемой работы для оценки направленности различных тренировочных нагрузок на совершенствование определенных биохимических систем организма.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Понятие о метаболических функциях. Изменение метаболических функций при мышечной деятельности.
2. Кислородное потребление при работе. Биохимические особенности транспорта кислорода и его депонирования в мышцах.
3. Биохимические процессы, приводящие к образованию кислородного дефицита и кислородного долга.
4. Особенности мобилизации различных энергетических источников при мышечной деятельности. Последовательность их использования при работе различного характера.
5. Регуляция энергетического обмена при мышечной деятельности.
6. Биохимические изменения в скелетных мышцах, крови, миокарде, печени, головном мозге при мышечной деятельности различного характера.
7. Понятие об утомлении. Биохимические изменения, приводящие к развитию утомления.

Целевые задачи.

1. На основе знания изменений, происходящих в организме человека при работе различного характера, научиться определять роль процессов, поставляющих кислород и энергетические субстраты к работающим органам, в срочной адаптации к физическим нагрузкам.
2. Научиться выбирать биохимические показатели, количественная оценка которых дает наибольшую информацию об уровне развития различных систем энергообеспечения и регуляторных систем организма.
3. Научиться использовать знания о биохимических процессах, протекающих в центральной нервной системе и периферических органах при развитии утомления, для выбора наиболее эффективных методов борьбы с утомлением и ускорения восстановительных процессов.

Методические указания к изучению темы.

Мышечная работа вызывает в организме разнообразные биохимические изменения, происходящие не только в работающих мышцах, но и в крови, в различных органах и тканях. Резко увеличивается во время работы скорость распада АТФ и процессы распада других энергетических источников, обеспечивающие ресинтез АТФ. Возрастает поступление кислорода в организм, ускоряется его транспорт к работающим органам. Участие анаэробных реакций в энергообеспечении работы приводит к снижению запасов креатинфосфата и гликогена в мышцах, накоплению креатина, неорганического фосфата, молочной кислоты. Усиливается мобилизация энергоресурсов из депо, в результате чего в крови возрастает концентрация глюкозы, жирных кислот, кетоновых тел, глицерина.

Продолжительная напряженная мышечная работа приводит к усилению распада белков и увеличению содержания в клетках и в крови азотистых низкомолекулярных веществ, в частности мочевины. При подобных нагрузках усиливается потоотделение, что приводит к изменению водно-солевого баланса организма: потере воды, потере и перераспределению в организме минеральных ионов.

Мышечная деятельность характеризуется усилением выработки некоторых гормонов и увеличением их содержания в крови.

Характер и глубина происходящих биохимических изменений определяются мощностью и продолжительностью выполняемых упражнений, режимом деятельности мышц (статическим или динамическим), количеством участвующих в работе мышечных групп, числом повторений упражнений, величиной пауз отдыха и т. п.

Под утомлением понимается вызванное работой временное снижение работоспособности. Оно является защитной реакцией организма, предохраняющей от чрезмерных биохимических сдвигов, которые при продолжении работы могли бы стать необратимыми и привели бы к опасным для здоровья и даже жизни последствиям. Утомление представляет собой нарушение какого-либо звена в единой взаимосвязанной системе органов и физиологических функций, обеспечивающих выполнение определенного вида работы. Единой причины утомления для всех видов деятельности обнаружить не удалось. При напряженной мышечной деятельности, происходящей с участием множества мышц тела и характерной для большинства видов спорта, утомление во многом определяется биохимическими изменениями, вызываемыми деятельностью механизмов энергетического

обеспечения (нарушением согласованности скоростей распада и ресинтеза АТФ в нервных центрах, мышцах и других работающих органах, снижением содержания энергетических субстратов, накоплением промежуточных и конечных продуктов обмена, нарушением постоянства внутренней среды организма), а также снижением активности ряда ферментов, усилением катаболизма структурных белков, потерей и перераспределением в организме воды и минеральных веществ, нарушением нормальной регуляции метаболических процессов и физиологических функций.

При выполнении кратковременных упражнений высокой интенсивности наиболее значительные биохимические изменения происходят в центральной нервной системе, осуществляющей интенсивную «переработку» импульсов, приходящих от проприо- и хеморецепторов периферических органов, и формирование ответных двигательных импульсов.

С увеличением продолжительности работы наряду с биохимическими сдвигами в центральной нервной системе все более значимыми становятся изменения в работающих мышцах, крови, внутренних органах.

При длительной работе существенную роль в развитии утомления может играть нарушение гормональной регуляции обмена веществ.

Контрольные вопросы и задания.

1. Как зависят биохимические изменения в организме человека во время работы от его обеспечения кислородом?
2. Каковы причины возникновения кислородного дефицита при работе?
3. Как осуществляется транспорт кислорода в организме?

4. Какими биохимическими особенностями характеризуются истинное и ложное устойчивое состояние кислородного потребления в организме?
5. Каковы соотношения интенсивности анаэробных и аэробных процессов в организме человека в состоянии покоя, в начале мышечной деятельности, при продолжительной равномерной работе, при изменении интенсивности по ходу работы, при переходе от работы к отдыху?
6. Какие биохимические процессы лежат в основе образования кислородного долга?
7. Какие биохимические изменения происходят в мышцах, крови, головном мозге, внутренних органах при работе различного характера?
8. Какие биохимические показатели дают наибольшую информацию об изменениях углеводного, липидного, белкового обмена, обмена макроэргических соединений во время работы?
9. Охарактеризуйте изменения в водно-солевом балансе организма во время работы.
10. Как влияет на соотношение различных процессов ресинтеза АТФ мощность и продолжительность выполняемой работы?
11. Охарактеризуйте влияние режима деятельности мышц на биохимические изменения при работе.
12. Какие изменения происходят в центральной нервной системе при утомлении?
13. Какие биохимические сдвиги наблюдаются при утомлении в работающих мышцах и других органах?
14. С какими биохимическими изменениями в организме связано развитие хронического утомления?

Тема 5. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОРГАНИЗМЕ В ПЕРИОД ОТДЫХА ПОСЛЕ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЫ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания об особенностях протекания биохимических процессов в период отдыха после работы для подбора наиболее эффективных восстановительных средств и совершенствования планирования тренировочных микроциклов.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Направленность биохимических превращений в организме в период отдыха после мышечной работы.
2. Биохимические процессы, происходящие при «оплате» быстрого и медленного компонентов кислородного долга. Соотношение величин кислородного долга с размерами анаэробных превращений при работе.
3. Взаимосвязь процессов расщепления и ресинтеза.
4. Понятие о срочном и отставленном восстановлении.
5. Гетерохронность восстановления различных веществ, израсходованных при работе.
6. Использование продуктов «рабочего» обмена и липидов в качестве источников энергии для процессов восстановления.
7. Понятие о суперкомпенсации. Особенности регуляции биохимических процессов в фазе сверхвосстановления.
8. Роль гормонов в регуляции метаболических процессов в период отдыха после работы.

Целевые задачи.

1. На основе знания особенностей протекания биохимических процессов и их регуляции в период отдыха

после работы научиться выбирать оптимальные соотношения работы и отдыха при построении тренировки, направленной на совершенствование определенных биохимических систем.

2. На основании знаний об исходных веществах, используемых в процессах ресинтеза основных энергетических источников и структурных компонентов клеток, научиться обосновывать использование различных пищевых веществ для стимуляции восстановительных процессов.

Методические указания к изучению темы.

Процессы, происходящие в организме после работы, заключаются в устранении накопившихся во время работы продуктов распада и восполнении запасов израсходованных веществ. В первую очередь возобновляются ресурсы креатинфосфата, затем содержание гликогена в жизненно важных органах: головном мозге, сердце, позже в скелетных мышцах и печени. Значительно медленнее восполняются запасы липидов и белков. Новообразование израсходованных во время работы веществ происходит с превышением исходного дорабочего уровня. Такая особенность восстановительных процессов носит название суперкомпенсации (сверхвосстановления).

Суперкомпенсация явление временное, при полном восстановлении после работы оно исчезает. Причиной возникновения суперкомпенсации является усиленное образование некоторых метаболитов и гормонов во время работы и после ее окончания, влияющее на активность ферментов, особенно тех, которые стимулируют аэробные окислительные и анаболические (синтетические) процессы. В период отдыха эти метаболиты и гормоны разрушаются

не сразу, а некоторое время продолжают циркулировать в крови, активность ферментов также остается повышенной.

В результате интенсивность ресинтеза АТФ в процессах окислительного фосфорилирования после работы остается высокой, что при отсутствии трат энергии на мышечную деятельность создает благоприятные условия для протекания биосинтетических реакций. Источником энергии для реакций ресинтеза креатинфосфата и гликогена становится окисление образовавшейся во время работы молочной кислоты, глюкозы, мобилизуемой из печени, и липидов из жировых депо. Окисление этих веществ требует дополнительного (по сравнению с уровнем покоя) количества кислорода, потребляемого в период восстановления после работы. Это послерабочее кислородное потребление получило название «оплаты» кислородного долга. Существенную роль в поставке субстратов для суперкомпенсации энергетических и пластических компонентов клеток играют перераспределение веществ в организме и поступление их с пищей.

Как уже указывалось, восстановление разрушенных за работу белков происходит сравнительно медленно. Как правило, именно ресинтез белков лимитирует восстановление работоспособности после тренировки или участия в соревнованиях. В этой связи показатели белкового обмена могут дать ценную информацию о тяжести выполненной работы, о ходе восстановления. Одним из таких показателей, широко используемых в настоящее время в практике спорта, является мочевины крови. Мочевина представляет собой главный азотсодержащий продукт метаболизма белков, нуклеиновых кислот и мононуклеотидов.

Степень увеличения содержания мочевины в крови под влиянием физической нагрузки является показателем

переносимости ее (в таком случае уровень мочевины в крови должен измеряться через 1,5—2 часа после окончания работы). Повышенное по сравнению с нормой содержание мочевины в крови на поздних фазах восстановления (например, утром следующего дня после тренировки или соревнования) свидетельствует о недостаточной скорости восстановительных реакций. Возвращение этого показателя к норме указывает на завершение восстановительных процессов и нормализацию белкового обмена.

Контрольные вопросы и задания.

1. В чем проявляется взаимосвязь процессов распада и ресинтеза веществ в организме?
2. Постройте график изменения содержания энергетических веществ во время работы и отдыха, выделите фазы их расходования, неполного восстановления, суперкомпенсации, полного восстановления.
3. Какова последовательность ресинтеза веществ, расщепленных во время работы?
4. Укажите ориентировочные сроки восстановления различных веществ после утомительной работы.
5. Что такое суперкомпенсация и каковы биохимические причины ее возникновения?
6. Какие условия необходимы для суперкомпенсации гликогена в скелетных мышцах? В печени?
7. Какие составные части пищи могут стимулировать суперкомпенсацию креатинфосфата?
8. Какими путями можно усилить синтез белков в период отдыха после мышечной работы?
9. Какие биохимические показатели можно применить для оценки скорости срочного и отставленного восстановления?

Тема 6. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ СПОРТСМЕНОВ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о биохимических факторах, определяющих проявление скоростно-силовых качеств для рационализации процесса их совершенствования.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Биохимические и структурные факторы, определяющие проявление мышечной силы и быстроты.
2. Биохимические и структурные изменения в мышцах и нервных волокнах при тренировке с использованием скоростно-силовых упражнений.
3. Биохимическое обоснование методов развития мышечной массы.
4. Биохимическая характеристика методов развития максимальной мышечной силы.
5. Биохимическое обоснование методов развития скоростных качеств спортсменов.

Целевые задачи.

1. На основе знаний о биохимических изменениях в организме при работе скоростно-силового характера научиться выявлять генетические и адаптационные факторы, определяющие развитие скоростных и силовых качеств спортсменов.
2. На основе знания общих закономерностей развития тренированности научиться определять последовательность биохимических изменений при тренировке скоростно-силовых качеств и на каждом этапе тренировки определять необходимый комплекс физических нагрузок.

Методические указания к изучению темы.

Физические качества человека, проявляющиеся при мышечной деятельности (сила, быстрота, выносливость, ловкость и т. п.) зависят от биохимических, физиологических, морфологических особенностей человека, особенностей его психики, технической и тактической подготовленности.

Сила, которую развивает отдельное мышечное волокно, находится в прямой зависимости от содержания в нем сократительных белков актина и миозина, в свою очередь, определяющих количество сократительных структур - миофибрилл и их активных центров, при взаимодействии которых происходит укорочение волокна или развитие в нем напряжения. Большое значение для проявления силы имеет АТФ-азная активность миозина, определяющая способность к мобилизации энергии; немаловажную роль играет также длина саркомера и мышечного волокна в целом, а также особенности возникновения и проведения волны возбуждения в нервных и мышечных волокнах.

Тренировка силового характера в зависимости от вида применяемых упражнений и интервалов отдыха между ними может обеспечивать преимущественное развитие максимальной мышечной силы или способствовать увеличению мышечной массы. Необходимо детально разобраться в биохимических изменениях, сопряженных с выполнением работы той и другой преимущественной направленности, и определить их место в общей системе силовой тренировки.

Биохимические предпосылки проявления быстроты во многом те же, что и качества силы: большое содержание сократительных белков и высокая активность миозина как фермента, расщепляющего АТФ. Кроме того, большое значение имеет способность к быстрому ресинтезу АТФ, в

основном, в креатинфосфокиназной реакции, концентрация ионов кальция, магния, натрия и калия и возможность их быстрого связывания и освобождения.

Работая над данной темой, необходимо выявить взаимосвязь биохимических процессов, происходящих при выполнении специфических скоростно-силовых упражнений и в интервалах отдыха между ними, с отставленными тренировочными эффектами, а также роль пищевых веществ в создании биохимических предпосылок для проявления этих двигательных качеств.

Контрольные вопросы и задания.

1. Охарактеризуйте роль сократительных белков и их важнейших свойств в проявлении мышечной силы.
2. Как влияет структура саркомеров и их количество, одновременно включающееся в работу, на проявление мышечной силы?
3. Какое значение имеет соотношение волокон различных типов в мышце для проявления силы и быстроты?
4. Какие кумулятивные биохимические изменения происходят в мышечных и нервных волокнах при тренировке, направленной на увеличение максимальной мышечной силы?
5. Каковы срочные и кумулятивные биохимические эффекты упражнений, направленных на увеличение мышечной массы?
6. Охарактеризуйте биохимические предпосылки для проявления быстроты.
7. В чем заключается взаимосвязь между биохимическими процессами, лежащими в основе проявления мышечной силы и скоростных качеств мышц? Какую роль в этих процессах играют ионы металлов?

Тема 7. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫНОСЛИВОСТИ СПОРТСМЕНОВ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о биохимических процессах, лежащих в основе проявления выносливости, для подбора наиболее эффективных методов ее тренировки.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Специфичность проявления выносливости в различных видах спортивной деятельности.
2. Понятие об алактатном, гликолитическом и аэробном компонентах выносливости.
3. Биохимические факторы, определяющие проявление алактатного компонента выносливости.
4. Биохимические факторы, определяющие проявление гликолитического компонента выносливости.
5. Биохимические факторы, определяющие проявление аэробного компонента выносливости.
6. Биохимические показатели, применяемые для оценки различных компонентов выносливости спортсменов.
7. Биохимическое обоснование непрерывных, повторных и интервальных методов развития алактатного, гликолитического и аэробного компонентов выносливости.

Целевые задачи.

1. На основе знаний о биохимических процессах, определяющих проявление различных компонентов выносливости, научиться выявлять «ведущие» компоненты для различных видов специальной выносливости.
2. На основе знания классификации физических упражнений по преимущественной направленности на развитие определенных биохимических систем научиться

обосновывать выбор методов для тренировки различных компонентов выносливости.

Методические указания к изучению темы.

Выносливость проявляется в способности отодвигать время наступления утомления при работе, а также эффективно выполнять работу в условиях нарастания утомления. Эта способность связана прежде всего с уровнем развития систем энергообеспечения. В соответствии с тремя основными путями ресинтеза АТФ при физических нагрузках различают три биохимических компонента выносливости: лактатный, гликолитический, аэробный. Все эти компоненты вносят свой вклад в проявление любого специфического вида выносливости, однако один из них играет ведущую роль, и определение такого ведущего компонента очень важно для правильного выбора тренировочных средств и методов.

Уровень развития алактатного компонента выносливости зависит от величины запасов креатинфосфата в работающих органах и экономичности его расходования при работе, определяемой, в свою очередь, эффективностью спортивной техники.

Для гликолитического компонента выносливости важную роль играет не только величина углеводных ресурсов организма и экономичность их расходования, но и возможности буферных систем нейтрализовать избыток водородных ионов, продуцируемых молочной кислотой, а также устойчивость ферментных систем к изменениям кислотно-щелочного баланса организма.

Аэробный компонент выносливости определяется величиной мобилизуемых при работе энергетических резервов организма (углеводов, липидов, белков), скоростью функционирования и устойчивостью систем, обеспечивающих доставку кислорода к работающим

органам, количеством и активностью ферментов аэробного обмена.

Хотя выносливость, как и другие двигательные качества человека, зависит от множества факторов, биохимические особенности организма играют в ее проявлении наиболее значительную роль.

Каждый из методов, используемых в спортивной практике для развития выносливости, оказывает неодинаковое воздействие на разные компоненты выносливости и даже на различные биохимические системы, лежащие в их основе. Учитывая это, при изучении данной темы нужно внимательно рассмотреть биохимические эффекты применения различных тренировочных нагрузок в тренировке этого двигательного качества. Следует также учесть, что хотя тренировка оказывает преимущественное воздействие на одно какое-либо двигательное качество, это не исключает ее влияния и на другие качества. Так, при развитии силы создаются предпосылки для увеличения быстроты и скоростной выносливости, а развитие аэробного компонента выносливости может приводить к снижению силовых качеств мышц.

Контрольные вопросы и задания.

1. Какова роль механизмов преобразования энергии в проявлении выносливости?
2. Какими биохимическими особенностями организма определяется проявление алактатного компонента выносливости? Как изменяются его биохимические основы при специализированной тренировке?
3. Какую роль играют величина энергетических запасов, регулируемая скорость их мобилизации и устойчивость организма к действию недоокисленных продуктов

анаэробного обмена в проявлениях гликолитического компонента выносливости?

4. Каковы биохимические факторы, определяющие проявление аэробного компонента выносливости?

5. Чем объясняется высокая специфичность анаэробных компонентов выносливости?

6. С помощью каких биохимических показателей можно оценить уровень развития выносливости у спортсменов, имеющих разную спортивную специализацию? Каковы предельные значения этих показателей на разных уровнях тренированности?

7. Дайте биохимическое обоснование методическим приемам, которые могут быть использованы в тренировке, направленной на совершенствование биохимических систем, лежащих в основе алактатного, гликолитического и аэробного компонентов выносливости.

8. Какие биохимические особенности организма определяют более раннюю потерю скоростных качеств по сравнению с выносливостью при прекращении тренировки?

Тема 8. БИОХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СПОРТИВНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ.

Цель изучения темы: научиться применять знания о биохимических факторах спортивной работоспособности для оценки влияния специализированной тренировки на функциональные возможности лиц, занимающихся физической культурой и спортом, а также для отбора для занятий определенным видом спорта.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

- 1. Понятие об аэробных и анаэробных факторах, определяющих спортивную работоспособность.**
- 2. Биохимические показатели уровня развития аэробной и анаэробных составляющих спортивной работоспособности.**
- 3. Соотношение в уровнях развития аэробной и анаэробных составляющих работоспособности у представителей различных видов спорта.**
- 4. Особенности биохимических изменений в организме при выполнении работы в «критических условиях мышечной деятельности».**
- 5. Возрастные изменения аэробной и анаэробных составляющих спортивной работоспособности.**
- 6. Влияние тренировки на уровень развития аэробной и анаэробных составляющих спортивной работоспособности.**
- 7. Значение тренируемых и не тренируемых факторов спортивной работоспособности для отбора лиц, специализирующихся в различных видах спорта.**

Целевые задачи.

- 1. На основе знаний о мощности, метаболической емкости и эффективности аэробных и анаэробных энергетических процессов научиться оценивать уровень развития аэробной и анаэробных составляющих работоспособности у лиц, специализирующихся в различных видах спорта.**
- 2. На основе знаний об особенностях протекания биохимических процессов в критических условиях мышечной деятельности научиться проводить биохимический анализ эргометрических кривых.**

Методические указания к изучению темы.

Изучая данную тему, следует иметь в виду, что физическая работоспособность человека представляет собой интегральное свойство организма, определяемое большим числом факторов. Все эти факторы могут быть разделены на две группы: факторы потенциалов (внутренних возможностей) и факторы производительности, определяющие степень реализации внутренних возможностей в конкретных условиях тренировок и соревнований по данному виду спорта.

К факторам потенциалов относятся скоростно-силовые качества и способность к выработке энергии для мышечной деятельности. К факторам производительности - техника и тактика выполнения упражнений, мотивация, волевые качества спортсменов и т.п.

Следует четко определить взаимосвязь факторов спортивной работоспособности с особенностями протекания биохимических процессов, обратить внимание на специфичность их проявления в различных видах спорта, выявить биохимические показатели, с помощью которых можно оценивать уровень развития метаболических систем, лежащих в основе проявления спортивной работоспособности.

Контрольные вопросы и задания.

1. Что называется аэробной работоспособностью спортсмена, какие биохимические факторы ее определяют?
2. Что называется анаэробной работоспособностью спортсмена? Какие химические факторы ее лимитируют?
3. Каковы особенности биохимических изменений в организме спортсмена при работе с мощностью, соответствующей «порогу анаэробного обмена»?

4. В чем сущность биохимических изменений в организме при выполнении физической нагрузки на «критической» мощности?
5. Что такое «мощность истощения»? Какой биохимический процесс преобладает в энергетическом обеспечении работы с такой мощностью?
6. Каковы особенности биохимических изменений в организме при работе с «максимальной анаэробной мощностью»?
7. Какие биохимические факторы спортивной работоспособности способны испытывать изменения в процессе тренировки? Какие факторы определяются генетическими свойствами организма?

Тема 9. ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ БИОХИМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНИЗМЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о биохимических изменениях в организме человека в процессе адаптации к систематической мышечной деятельности для выбора наиболее адекватных средств и методов повышения спортивной работоспособности.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Понятие срочной и долговременной адаптации. Деадаптация, реадаптация, дезадаптация.
2. Биохимическая характеристика срочного, отставленного и кумулятивного эффектов тренировки.

3. Направленность кумулятивных биохимических изменений и их роль в повышении функциональных возможностей организма под влиянием систематической тренировки.

4. Классификация физических нагрузок по преимущественной биохимической направленности.

5. Закономерности адапционных биохимических изменений в процессе тренировки (биологические принципы тренировки).

6. Биохимические особенности взаимодействия тренировочных эффектов повторных нагрузок, выполняемых:

а) в период полного восстановления от предшествующей нагрузки;

б) в период недовосстановления;

в) в период суперкомпенсации.

7. Последовательность биохимических изменений в организме при тренировке и растренировке.

8. Биохимическая характеристика тренированного организма.

Целевые задачи.

1. На основе знания закономерностей протекания биохимических процессов при выполнении повторных физических нагрузок научиться подбирать мощность и продолжительность упражнений и величину интервалов отдыха между ними в зависимости от необходимости совершенствовать определенные двигательные качества спортсменов.

2. На основе знания особенностей суммирования отставленных биохимических эффектов тренировки научиться рационально распределять тренировочные средства и методы в микро-, мезо- и макроциклах.

Методические указания к изучению темы.

Приступая к изучению данной темы, следует разобраться, в чем отличие срочной адаптацией от долговременной, точно определить понятия срочных, отставленных и кумулятивных биохимических изменений при тренировке. Срочные изменения — это те сдвиги, которые происходят во время выполнения работы и могут быть обнаружены после ее окончания. Отставленными называются изменения, происходящие на поздних стадиях восстановления после работы. Центральным явлением, составляющим отставленный эффект тренировки, является суперкомпенсация энергетических источников и структурных компонентов клетки.

Кумулятивные изменения возникают как результат суммирования следов многих тренировочных занятий (долговременная адаптация). Они заключаются в накоплении легко доступных для использования в работе энергетических субстратов, увеличении количества ферментов, повышении буферной емкости и устойчивости организма к образованию избытков недоокисленных продуктов обмена, усилении синтеза веществ, составляющих основу клеточных структур (белков, липидов), совершенствовании регуляторных систем организма, если повторение тренировочной нагрузки происходит в фазе суперкомпенсации после предыдущей работы.

Кумулятивные изменения носят ярко выраженный специфический характер. Наиболее значительны они в тех органах и тканях, которые принимают активное участие в выполнении определенного вида физической работы. При правильно построенной тренировке кумулятивные изменения обеспечивают повышение функциональных возможностей организма и «экономизацию» ответной реакции организма на нагрузку. Меньшие биохимические

сдвиги во время выполнения работы приводят после нее к менее выраженной суперкомпенсации, поэтому положительный тренировочный эффект может иметь место только при постепенном увеличении нагрузок в тренировочном цикле.

Контрольные вопросы и задания.

1. Охарактеризуйте срочные биохимические изменения, происходящие в организме под влиянием участия в соревнованиях по избранному вами виду спорта (срочная адаптация).

2. Каковы биохимические особенности отставленного эффекта тренировки в избранном вами виде спорта (долговременная адаптация)?

3. Дайте характеристику кумулятивным биохимическим изменениям в процессе тренировки, в котором повторная нагрузка выполняется в период недовосстановления после предыдущей работы.

4. Каков кумулятивный биохимический эффект тренировки, в которой повторная нагрузка начинается в фазе суперкомпенсации после предшествовавшей работы?

5. Какие биохимические изменения происходят при правильно построенной систематической тренировке в мышцах, крови, сердце, печени, головном мозге?

6. Каковы биохимические особенности состояния перетренированности (дезадаптации)?

7. Как биохимически обосновывается необходимость постепенного увеличения нагрузок в тренировочном цикле?

8. Какова последовательность биохимических изменений в организме при систематической тренировке (долговременная адаптация) и растренировке (деадаптация) и чем она объясняется?

9. В чем заключается принцип специфичности изменений при тренировке?

10. В чем смысл явления обратимости тренировки?

Тема 10. БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ОРГАНИЗМЕ ПРИ ЗАНЯТИЯХ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ СПОРТА.

Цель изучения темы: научиться использовать знания об особенностях энергетического и пластического обеспечения функций при занятиях различными видами физических упражнений и спорта для выявления факторов, лимитирующих уровень работоспособности в них, и рационализации тренировочного процесса.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Факторы, определяющие характер и глубину биохимических изменений в условиях тренировок и соревнований по различным видам спорта.
2. Биохимическое обоснование классификации спортивных упражнений по относительной мощности.
3. Биохимические изменения в организме при тренировках и соревнованиях в циклических видах спорта.
4. Биохимические изменения в организме при занятиях ациклическими видами спорта.
5. Влияние условий среднегорья на характер и глубину биохимических изменений в организме спортсмена при тренировках и соревнованиях. Кумулятивные биохимические изменения, происходящие в организме спортсменов при проведении учебно-тренировочных

сборов в условиях среднегорья. Использование интервальной гипоксической тренировки для повышения работоспособности и ускорения процессов восстановления.

6. Биохимические изменения в организме спортсмена в предстартовом состоянии, их зависимость от особенностей предстоящей работы и тренированности спортсмена.

7. Биохимическое обоснование необходимости разминки.

Целевые задачи.

1. На основе знаний особенностей протекания биохимических процессов при тренировках и соревнованиях в различных видах спорта научиться классифицировать определенные виды физических упражнений по зонам относительной мощности.

2. Научиться определять, какие внешние условия наиболее благоприятны для достижения высокого спортивного результата в различных видах спорта.

3. Научиться использовать знания о влиянии горного климата на биохимические превращения в организме при тренировках и соревнованиях для повышения эффективности учебно-тренировочных сборов в среднегорье. Уметь использовать интервальную гипоксическую тренировку (метод «горный воздух») в качестве альтернативы пребывания в среднегорье.

4. Научиться использовать знания о биохимических изменениях в организме в предстартовом состоянии и при разминке для планирования предсоревновательной подготовки.

Методические указания к изучению темы.

Изучая биохимические изменения, происходящие в организме при тренировках и соревнованиях по различным видам спорта, следует обратить внимание на то, что

несмотря на большое разнообразие этих изменений, в них можно обнаружить и определенное сходство. Так, упражнения, характерные для различных видов спорта, но имеющие одинаковую мощность и продолжительность, сопровождаются сходными по характеру и глубине биохимическими сдвигами, поскольку наиболее выраженные изменения обычно связаны с биоэнергетическими процессами. В свою очередь, энергетическое обеспечение работы определяется такими особенностями мышечной деятельности, как количество участвующих в работе мышц, статический или динамический режим работы и другие ее параметры.

В ряде видов спорта действуют и специфические факторы: у пловцов значительно уменьшено потоотделение, из-за чего некоторые промежуточные продукты обмена накапливаются в более высоких концентрациях, чем у представителей других спортивных специализаций; при занятиях игровыми видами спорта, сопровождающихся большой эмоциональной напряженностью, как правило, существенно возрастает продукция гормонов.

Изучая данную тему, необходимо детально рассмотреть биохимические сдвиги в организме при легкоатлетическом беге, где наиболее четко проявляется их зависимость от мощности и продолжительности упражнения.

Условия проведения тренировок и соревнований в среднегорье (1000—3000 м над уровнем моря) отличаются от таковых на уровне моря прежде всего пониженным парциальным давлением кислорода в воздухе, из-за чего снижается насыщение гемоглобина крови кислородом, повышенной сухостью воздуха, увеличивающей потери воды через дыхание и потоотделение, снижением общего атмосферного давления, приводящим к увеличению потерь

углекислоты и сдвигу кислотно-щелочного равновесия в щелочную сторону.

Срочный тренировочный эффект в среднегорье проявляется в большей по сравнению с работой на уровне моря активации анаэробных систем энергообразования, а кумулятивные адаптационные изменения обеспечивают как улучшение поступления, транспорта и использования кислорода, так и совершенствование анаэробных механизмов ресинтеза АТФ.

Это проявляется в увеличении количества гемоглобина в крови и миоглобина в мышцах, повышении их сродства к кислороду, увеличении количества дыхательных ферментов в митохондриях и ферментов анаэробного метаболизма, улучшении кровоснабжения работающих органов, повышении в мышцах концентрации креатинфосфата и гликогена.

Первые признаки акклиматизации обнаруживаются через 12—14 дней тренировки в горных условиях, через 2—3 месяца пребывания в этих условиях скорость адаптационных изменений резко снижается.

Контрольные вопросы и задания.

1. Какие биохимические особенности организма лежат в основе сходства срочных и кумулятивных биохимических изменений при выполнении циклических упражнений, относящихся к одной зоне мощности?
2. Охарактеризуйте срочные и кумулятивные биохимические эффекты тренировок в виде спорта, в котором вы специализируетесь.
3. Приведите примеры влияния специфических особенностей избранного вами вида спорта на биохимические изменения при работе.
4. Какие условия среднегорья оказывают наибольшее влияние на протекание биохимических процессов во время

тренировок и соревнований? В чем это влияние заключается?

5. Почему в условиях среднегорья возможности гликолитического ресинтеза АТФ повышаются?

6. С чем связано возрастание в условиях среднегорья потребности в водорастворимых витаминах?

7. Как меняется в среднегорье характер гормональной регуляции биохимических процессов?

8. Какие изменения происходят в крови и мышечных волокнах спортсменов в предстартовом состоянии?

9. Как осуществляется регуляция «предстартовой реакции» организма?

10. Чем отличаются биохимические изменения в организме легкоатлета, пробегающего средние и длинные дистанции с предварительной разминкой и без нее?

Тема 11. БИОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ С ЛИЦАМИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о возрастных и половых особенностях протекания биохимических процессов при мышечной деятельности для выбора оптимальных средств и методов тренировки, обеспечивающих улучшение состояния здоровья и достижения высокой физической работоспособности.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Особенности химического состава организма и биохимических превращений у детей и подростков.
2. Высокая интенсивность пластического обмена как причина пониженных функциональных возможностей у детей.
3. Биохимическое обоснование методики физического воспитания и спортивной тренировки в детском и юношеском возрасте.
4. Особенности химического состава организма и биохимических превращений у лиц преклонного возраста.
5. Биохимические изменения, лежащие в основе снижения функциональных возможностей стареющего организма.
6. Биохимическое обоснование положительного влияния систематических занятий физическими упражнениями и спортом на здоровье и работоспособность человека в различные возрастные периоды.
7. Биохимическое обоснование методики занятий физическими упражнениями в пожилом возрасте.
8. Особенности регуляции обменных процессов при мышечной деятельности у лиц разного пола.

Целевые задачи.

1. На основе знаний об особенностях протекания биохимических процессов в растущем организме научиться точно учитывать энерготраты, связанные с пластическим обменом, при выборе характера и объема тренировочных нагрузок, чтобы предотвратить задержку роста и развития детей и подростков.
2. На основе знаний об особенностях биохимических превращений в стареющем организме научиться выбирать средства и методы тренировки, которые целесообразно применять лицам пожилого возраста для замедления

процессов старения и сохранения высокой работоспособности.

Методические указания к изучению темы.

Рассматривая особенности растущего организма, следует обратить внимание на тот факт, что для него характерны большие энерготраты на пластические процессы, а запасы энергетических субстратов невелики и возможности их мобилизации ограничены. Поэтому на мышечную работу дети и подростки могут тратить значительно меньше энергии, чем взрослые. Дополнительные трудности в работе энергообразующих систем создаются из-за низкой устойчивости растущего организма к гипоксическим состояниям, избыточному накоплению продуктов анаэробного метаболизма, сдвигу кислотно-щелочного равновесия, а также из-за несовершенства регуляторных механизмов: слишком высокой подвижности нервных процессов, быстрого истощения возможностей эндокринных желез к выработке гормонов. Все эти особенности обуславливают сравнительно быстрое развитие утомления при выполнении работы высокой интенсивности, плохую переносимость непрерывной длительной монотонной работы.

С особой осторожностью должны использоваться в тренировке детей и подростков упражнения, приводящие к накоплению высоких концентраций молочной кислоты, которая в этом случае может вызывать в первую очередь нарушения в деятельности нервных клеток.

Для стареющего организма характерно общее снижение интенсивности обменных процессов, связанное, прежде всего, с нарушением нормального обмена белков и нуклеиновых кислот. Процессы диссимиляции жизненно важных химических веществ в этом возрастном периоде

преобладают над процессами их ассимиляции. Снижается содержание в организме структурных белков и белков-ферментов, легко мобилизуемых энергетических субстратов, липоидных компонентов клеточных структур, буферных веществ, ограничиваются возможности регуляторных систем и систем транспорта кислорода. К старости увеличивается содержание солей в костной ткани, что делает ее более хрупкой, усиливается отложение холестерина и кальциевых солей в стенках кровеносных капилляров, ухудшающее их проницаемость и снижающее прочность, при резком ограничении подвижности образуются избыточные жировые запасы.

Все эти изменения приводят к тому, что выполнение интенсивных упражнений скоростного и скоростно-силового характера становится опасным для здоровья. Лицам пожилого возраста рекомендуются упражнения умеренной интенсивности, оказывающие всестороннее воздействие на организм, выполняемые с достаточно большими интервалами отдыха. Чтобы активизировать мобилизацию энергетических источников, необходимых для выполнения работы, целесообразно создавать для нее положительный эмоциональный фон, организуя занятия в лесу, парке, хорошо оформленном зале.

Контрольные вопросы и задания.

1. Каковы соотношения функционального и пластического обмена в разных возрастных периодах?
2. В чем заключаются отличия обмена веществ детей и подростков от обмена в организме взрослого в покое и во время выполнения мышечной работы?
3. Как меняется интенсивность белкового обмена в детском, подростковом и юношеском возрасте?

4. Дайте характеристику энергетическим ресурсам и особенностям функционирования систем энергообеспечения детей и подростков.
5. Какие биохимические особенности организма ограничивают работоспособность детей и подростков в упражнениях, требующих проявления выносливости?
6. Дайте биохимическое обоснование особенностям построения занятий физическими упражнениями и спортом с детьми и подростками.
7. В чем причина снижения интенсивности метаболических процессов в стареющем организме?
8. Каковы изменения в обмене белков и нуклеиновых кислот у лиц пожилого возраста?
9. Какие биохимические процессы, протекающие в организме стареющего человека, приводят к снижению прочности и эластичности связок, сухожилий, стенок кровеносных сосудов, костной ткани?
10. Каковы причины пониженных возможностей производства энергии в аэробных и анаэробных процессах у лиц пожилого возраста?
11. Каковы особенности методики занятий физическими упражнениями с лицами пожилого возраста и как они биохимически обосновываются?
12. В чем заключаются различия в действии регуляторных систем в женском и мужском организмах при выполнении мышечной работы?

Тема 12. БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПИТАНИЯ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о функциях различных пищевых веществ в организме для оптимизации питания на различных этапах тренировочного цикла.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Питание как основной путь восполнения энергетических затрат организма.
2. Роль питания в обновлении клеточных структур.
3. Роль питания в обеспечении организма веществами-регуляторами.
4. Зависимость потребности организма человека в основных пищевых веществах от возраста, пола и мышечной активности.
5. Биохимическое обоснование особенностей питания представителей различных видов спорта.
6. Использование факторов питания для ускорения биохимических процессов в период отдыха после физических нагрузок, повышения спортивной работоспособности, ускорения биохимической адаптации к нагрузкам.

Целевые задачи.

1. Научиться определять наиболее рациональное соотношение между углеводами, липидами и белками в питании представителей различных видов спорта, определять для этих лиц потребность в незаменимых факторах питания, производить выбор конкретных пищевых продуктов для удовлетворения этой потребности.

2. Научиться обосновывать использование дополнительных факторов питания для повышения спортивной работоспособности во время тренировок и соревнований, ускорения восстановительных процессов и адаптации к напряженной мышечной деятельности.

Методические указания к изучению темы.

Рациональное питание - одно из главных условий существования человека, сохранения его здоровья и трудоспособности. С питанием человек получает источники энергии, пластические материалы, вещества, участвующие в регуляции метаболизма. Энергетическая ценность питания должна точно соответствовать величине энергозатрат организма, а конкретные соотношения белков, углеводов и липидов в питании - подбираться в связи с интенсивностью физических нагрузок. Увеличение вклада анаэробных процессов в энергетическое обеспечение интенсивной мышечной работы сопровождается возрастанием потребности в углеводах и некоторым снижением потребности в жирах. Напряженная мышечная работа связана с усилением катаболизма белков, в связи с чем необходимо увеличить содержание белков в питании спортсменов по сравнению с людьми, не занимающимися спортом.

Изучая материал данной темы, необходимо обратить внимание на зависимость качественного и количественного состава пищи от специфики избранного вида спорта. Высокая интенсивность обмена веществ при выполнении физической работы и в период отдыха после нее, значительное потоотделение повышает потребность спортсменов в минеральных веществах, особенно в соединениях калия, кальция, натрия, магния, фосфора, железа и витаминах. При большом объеме физических нагрузок, требующих проявления выносливости, важную

роль в питании приобретают так называемые липотропные вещества.

Питание спортсмена должно не только обеспечивать нормальные условия для жизнедеятельности, но и выполнять особые функции повышения спортивной работоспособности, ускорения восстановительных процессов, адаптации организма к большому объему и высокой интенсивности физических нагрузок. Рассматривая эту функцию питания, следует обратить внимание на роль в ее выполнении низкомолекулярных метаболитов энергетического обмена, сбалансированных комплексов аминокислот, белковых гидролизатов, веществ, способных становиться предшественниками в синтезе нуклеиновых кислот, веществ, повышающих способность организма работать в условиях гипоксии.

Занятия некоторыми видами спорта сопряжены с регулированием веса тела. В период сгонки веса необходим особый режим питания, предусматривающий снижение содержания в пище углеводов, жиров, воды, солей натрия при сохранении или даже увеличении в ней содержания белков, солей калия и кальция, а также клетчатки, не усваиваемой организмом, но создающей ощущение сытости и способствующей быстрому продвижению пищи по желудочно-кишечному тракту.

Контрольные вопросы и задания.

1. Как зависят суточные энерготраты человека от возраста, пола, условий жизни, мышечной активности?
2. Как классифицируются различные виды спорта в зависимости от величины суточных энерготрат спортсменов?
3. Каково оптимальное соотношение углеводов, белков и жиров в питании спортсменов в зависимости от

величины суточных энерготрат, интенсивности и других параметров тренировочных и соревновательных нагрузок?

4. Какие пищевые вещества обеспечивают обновление клеточных структур организма?

5. Потребление каких витаминов спортсменами должно увеличиваться по сравнению с людьми, не занимающимися спортом, и почему?

6. Как изменяется потребность в минеральных веществах в зависимости от условий выполнения физических упражнений?

7. С помощью каких быстродействующих факторов питания можно повысить спортивную работоспособность во время тренировок и соревнований?

8. Какие пищевые вещества способствуют ускорению восстановительных процессов?

9. Как с помощью факторов питания можно ускорить развитие тренированности?

Тема 13. БИОХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ И СПОРТОМ.

Цель изучения темы: научиться использовать знания о методах биохимического контроля для решения практических задач отбора для занятий различными видами спорта, оценки срочного, отставленного и кумулятивного эффектов тренировки, воздействия специальных средств и методов, применяемых в спорте, на организм человека.

Учебно-целевые вопросы (план самоподготовки по теме).

1. Общая характеристика методов биохимических исследований, применяемых в спортивной практике.
2. Требования, предъявляемые к проведению биохимических исследований в лабораторных и «полевых» условиях.
3. Характеристика основных объектов биохимических исследований у человека: крови, мочи, выдыхаемого воздуха, проб мышечной ткани, пота, слюны; нормативные величины содержания различных химических составных частей в этих объектах.
4. Биохимические показатели срочного и отставленного тренировочного эффекта. Интерпретация результатов исследований, применяемых в диагностике срочного и отставленного тренировочного эффекта.
5. Биохимические критерии состояния тренированности. Биохимическое обоснование выбора тестов, предназначенных для оценки тренированности.
6. Методы выявления признаков перетренированности и непереносимости тренировочных нагрузок.

Целевые задачи.

1. Научиться выбирать наиболее информативные биохимические показатели для решения конкретных задач биохимического контроля в спорте.
2. Научиться интерпретировать результаты наиболее распространенных в практике спорта биохимических исследований.

Методические указания к изучению темы.

Рассматривая материал этой темы, следует учесть, что биохимические исследования в практике физической культуры и спорта дают наиболее объективную информацию о состоянии организма тогда, когда

сочетаются с педагогическими, медицинскими, физиологическими методами контроля, однако не исключается и самостоятельное использование биохимических методов с целью оценки состояния здоровья, тренированности, ответной реакции организма на тренировочные нагрузки, хода восстановительных процессов, эффективности применения специальных средств и методов при тренировках и соревнованиях.

В любом биохимическом исследовании можно выделить три этапа: получение биологического материала; биохимический анализ этого материала; сопоставление полученных результатов с нормативными величинами для здоровых людей, с результатами других подобных определений.

Выбор методов биохимических исследований зависит от конкретных задач этих исследований. При оценке общей и специальной тренированности большое значение имеет выбор тестирующих нагрузок в соответствии со специализацией и квалификацией спортсмена. Поскольку в состоянии покоя биохимические различия между тренированным и нетренированным организмом ярко выражены только в химическом составе мышечной ткани и внутренних органов, а в крови, моче, выдыхаемом воздухе и других легко доступных объектах исследования эти различия проявляются только в ответной реакции на тестирующую нагрузку.

При обследовании спортсменов наиболее целесообразно исследовать такие биохимические показатели, которые в наибольшей мере характеризуют уровень развития так называемой «ведущей» функции, определяющей результат у представителей данного вида спорта.

Контрольные вопросы и задания.

1. Какие практические задачи могут быть решены с помощью методов биохимического контроля?
2. Какие биохимические показатели могут быть использованы для оценки срочного тренировочного эффекта?
3. Назовите и охарактеризуйте биохимические методы, используемые для оценки степени утомления и хода восстановительного процесса.
4. Какие биохимические методы используются для контроля за динамикой тренированности спортсмена?
5. Каковы основы для выбора биохимических показателей, используемых для выявления признаков перетренированности?
6. Чем отличаются биохимические ответные реакции тренированного и нетренированного организма на стандартные и максимальные тестирующие нагрузки?
7. У какого из спортсменов - стайера или бегуна на средние дистанции возможны более значительные сдвиги кислотно-щелочного равновесия в крови при выполнении одинаковой предельной работы?
8. У какого из спортсменов - тренированного или нетренированного обнаружится большая концентрация молочной кислоты в крови после выполнения предельной работы субмаксимальной мощности и почему?

Отпечатано с оригинал-макета заказчика.

Подписано в печать 4.05.2007. Формат 60x84 1/16.

Тираж 150 экз. Заказ № 780.

Типография ГОУВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4.