

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего и профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра биохимии и физиологии человека и
ЖИВОТНЫХ



Красноярск 2007

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего и профессионального образования

Сибирский федеральный университет

Кафедра биохимии и физиологии человека и животных



Автор: доцент, к.б.н. Замай Татьяна Николаевна

БИОХИМИЯ

ЧАСТЬ 3. Спортивная биохимия.

*факультет физической культуры и спорта
направление - физическая культура*

Содержание

ЧАСТЬ 3. СПОРТИВНАЯ БИОХИМИЯ

Тема 11. Биохимия мышечного сокращения.

Тема 12. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности.

Тема 13. Биохимические изменения в организме при работе различного характера. Биохимические изменения при утомлении.

Тема 14. Биохимические превращения в период восстановления после мышечной работы.

Тема 15. Закономерности биохимической адаптации под влиянием систематической тренировки.

Тема 16. Биохимический контроль при занятиях физической культурой и спортом.

Тема 17. Биохимические основы силы, быстроты и выносливости.

Тема 18. Биохимическое обоснование методики занятий физической культурой и спортом с лицами разного возраста. Биохимические основы рационального питания при занятиях физической культурой.

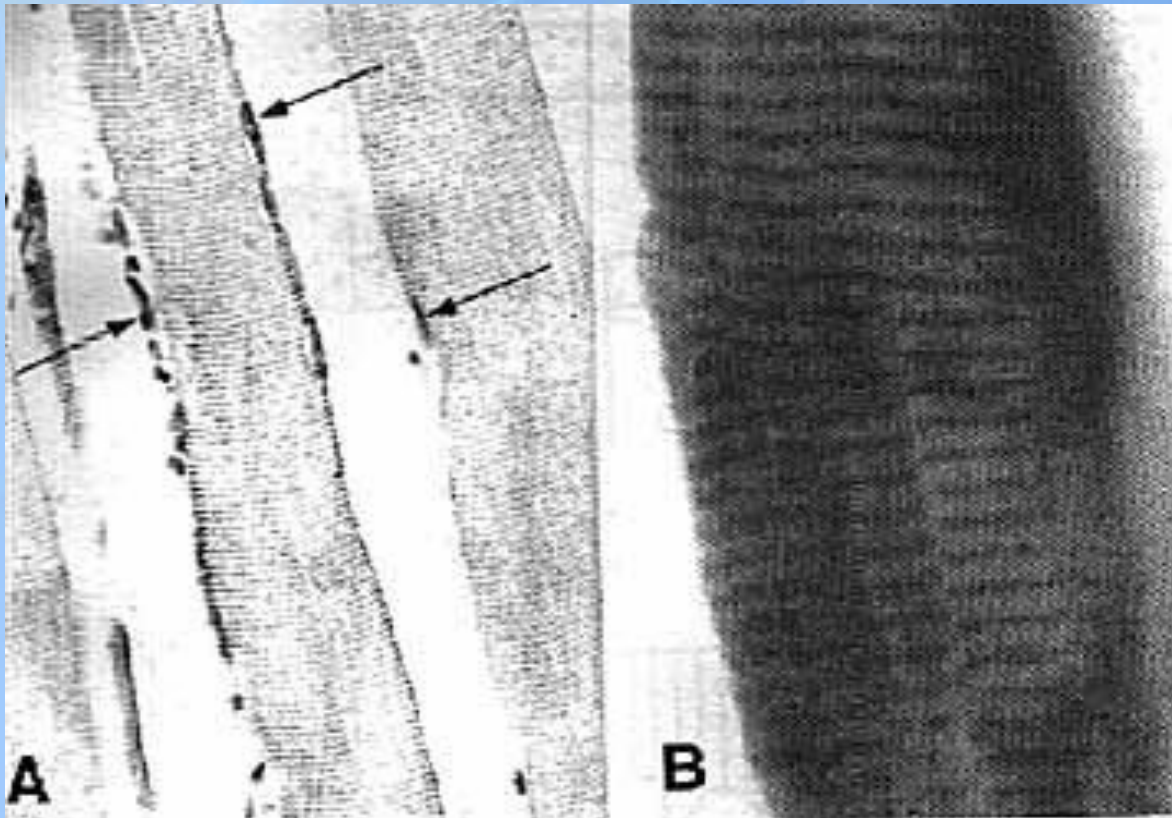
Библиографический список.

Тема 11. Биохимия мышечного сокращения

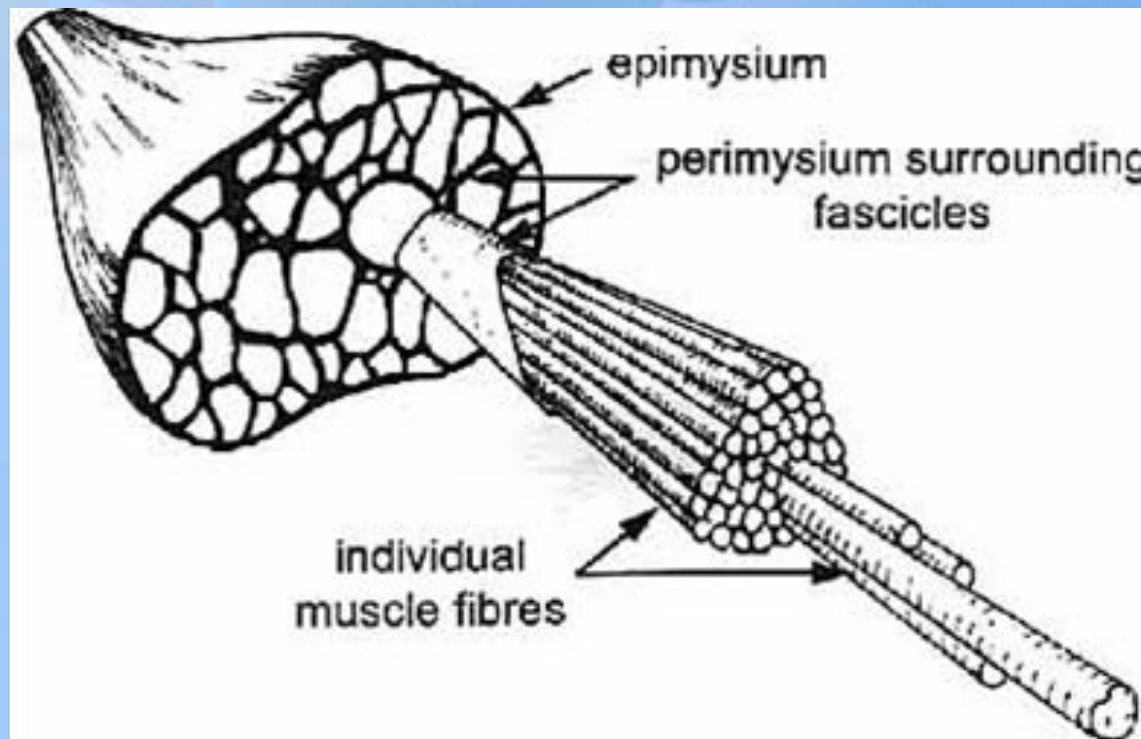
Типы мышечных волокон

- *скелетные*
- *сердечные (миокард)*
- *гладкие*

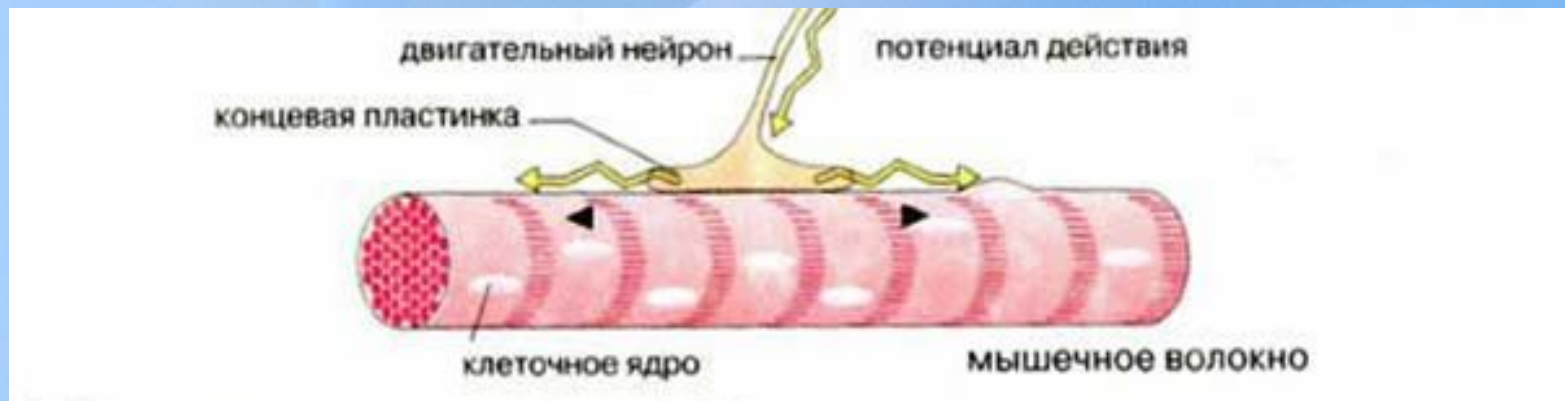
Поперечно-полосатая скелетная мускулатура



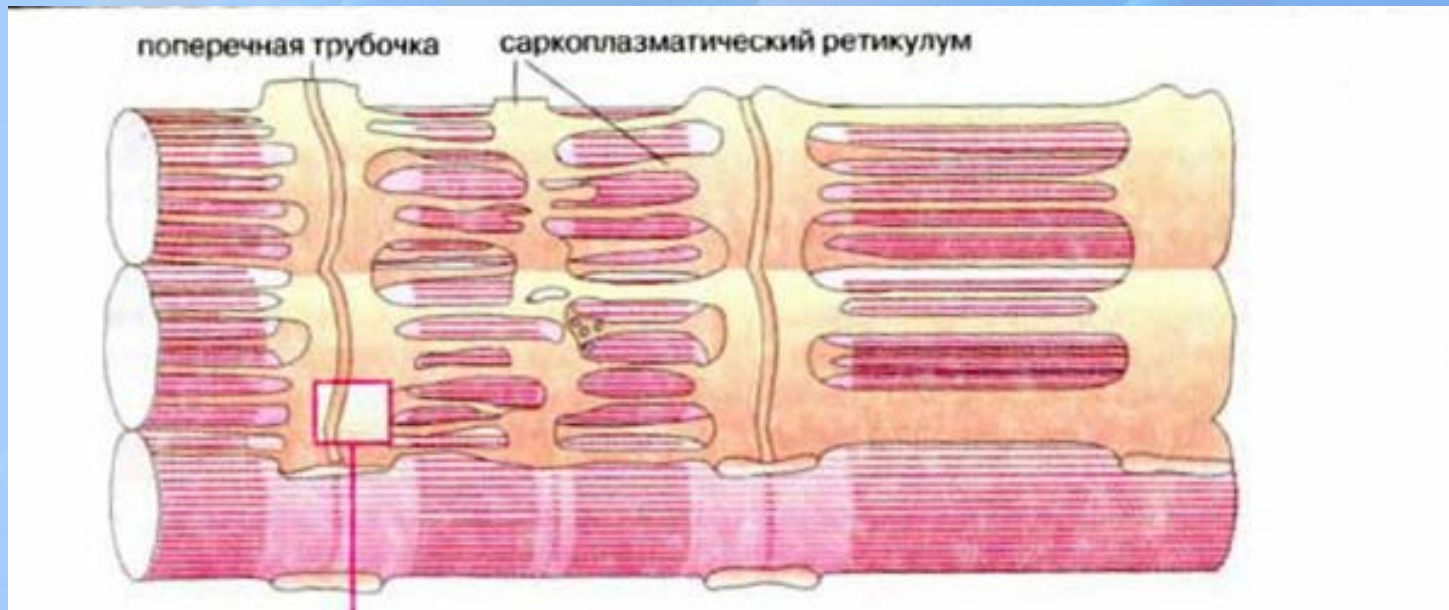
Строение скелетной мышцы



Ультраструктура мышечного волокна

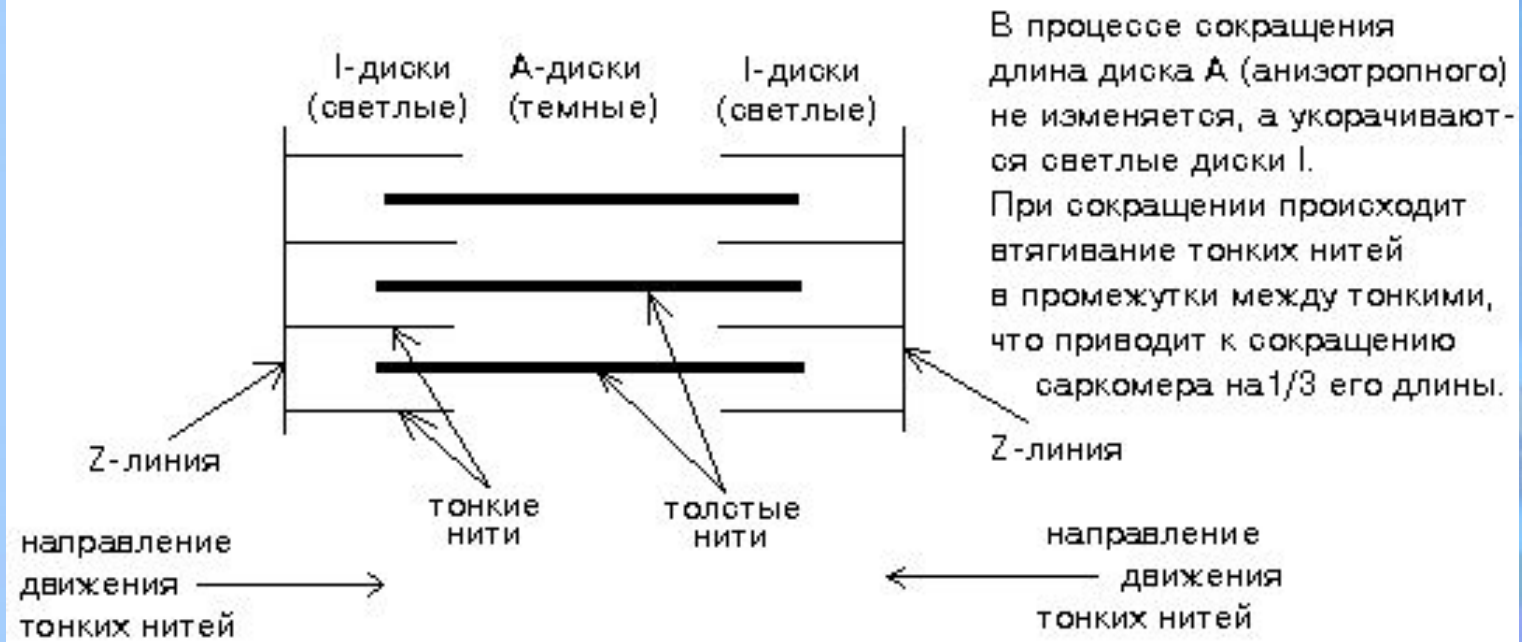


Строение мышечного волокна



Структура миофибриллы.

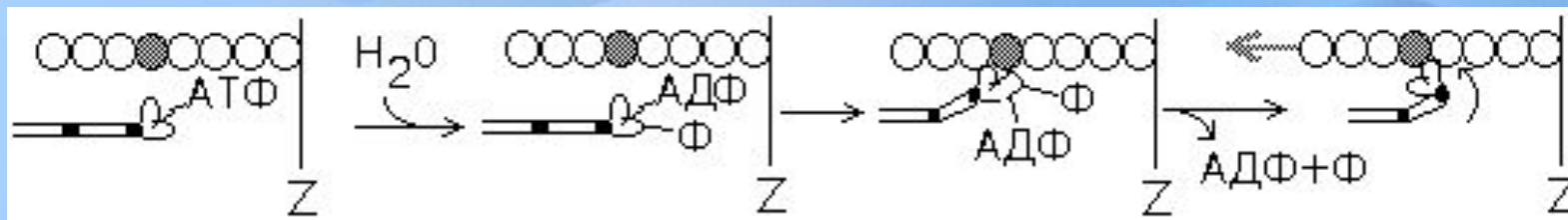
Схема строения саркомера



В основе модели скользящих нитей лежат следующие факты:

- при сокращении мышцы длины толстых и тонких нитей саркомера не изменяются
- саркомер укорачивается за счет перекрывания толстых и тонких нитей, которые скользят друг относительно друга во время сокращения мышцы; это проявляется в том, что при сокращении мышцы полосы H и I укорачиваются
- сила, развиваемая мышцей, создается в процессе движения соседних нитей.

Гидролиз АТФ до АДФ и неорганического фосфата



Тема 12. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности

Ресинтез АТФ:

- анаэробный механизм
- аэробный механизм

Анаэробные механизмы:

- креатинфосфокиназный (алактатный) механизм, обеспечивающий ресинтез АТФ за счет перефосфорилирования между креатинфосфатом и АДФ
- гликолитический (лактатный) механизм, обеспечивающий ресинтез АТФ в процессе анаэробного расщепления гликогена мышц или глюкозы крови с образованием молочной кислоты
- миокиназный механизм, осуществляющий ресинтез АТФ за счет реакции перефосфорилирования между двумя АДФ с участием миокиназы (аденилаткиназы)

Общий КПД при преобразовании энергии метаболических процессов в механическую работу (E_m) зависит от двух показателей:

- эффективности преобразования выделяемой в ходе метаболических превращений энергии в энергию ресинтезируемых АТФ, т.е. эффективности фосфорилирования (E_f)
- эффективности преобразования АТФ в механическую работу, т.е. эффективности электромеханического сопряжения (E_e)

$$E_m = (E_f/E_e) \cdot 100$$

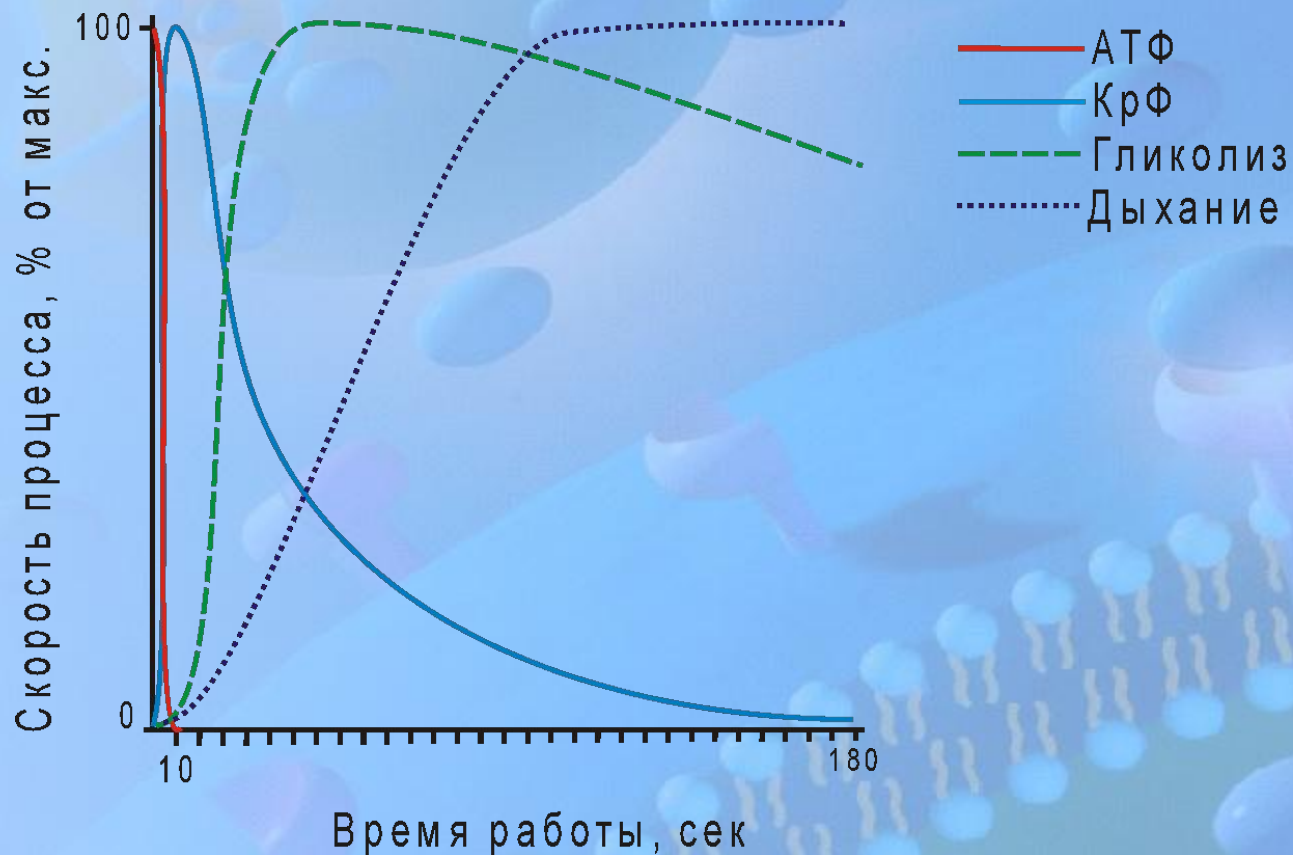
Энергетическое обеспечение мышечной деятельности

Критерии оценки механизма энергообеспечения мышечной деятельности

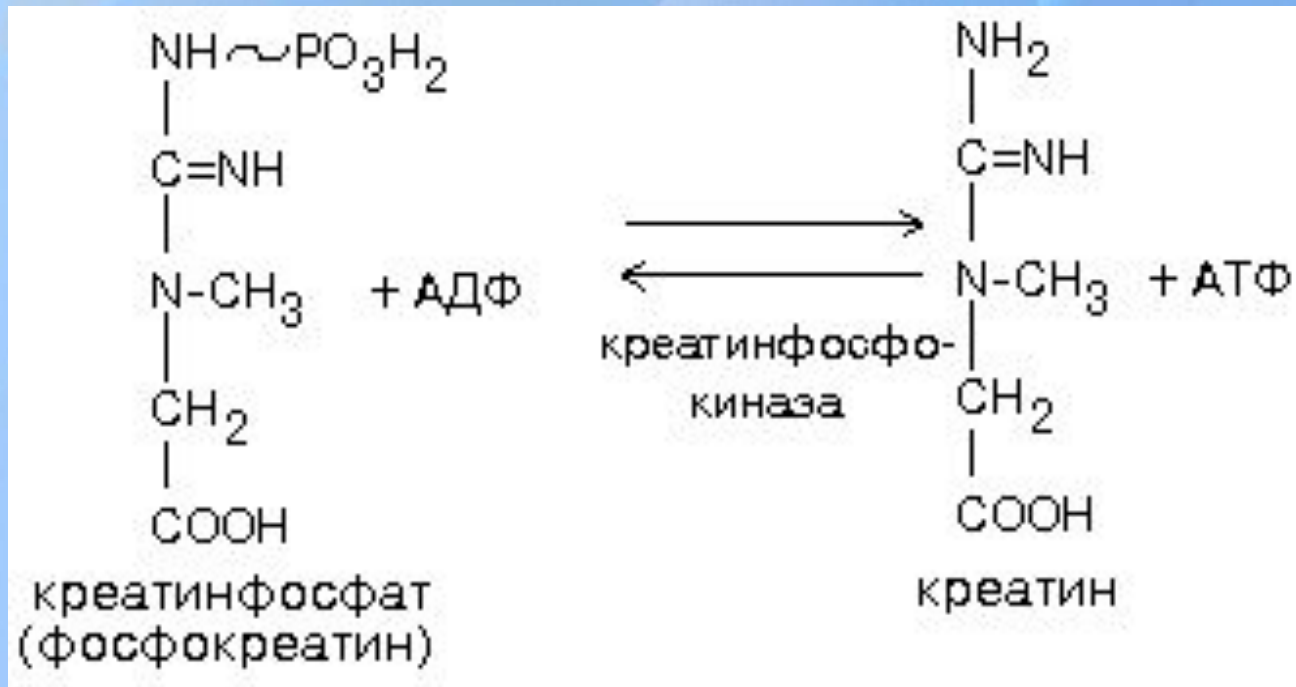
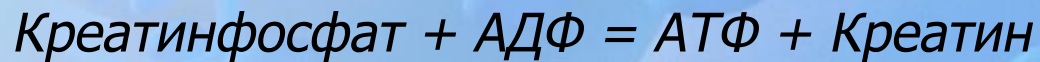
Механизм ресинтеза АТФ	Мах мощность		Время удержания мах мощности, с	Мах емкость		Эффективность, %		
	Дж/к Г В МИН	Моль В МИН		Кдж/к Г	Моль/ КГ	Еф	Ее	Ем
КФК	3770	3,6	6-12	630	0,7	80	50	40
Гликолиз	2500	1,6	30-60	1050	1,2	36-5 2	50	22
Аэробный	1250	1,0	600	∞	90	60	50	30

Энергетическое обеспечение мышечной деятельности

Изменение скорости энергопоставляющих процессов в работающих мышцах в зависимости от продолжительности упражнения.



Креатинфосфокиназный механизм ресинтеза АТФ



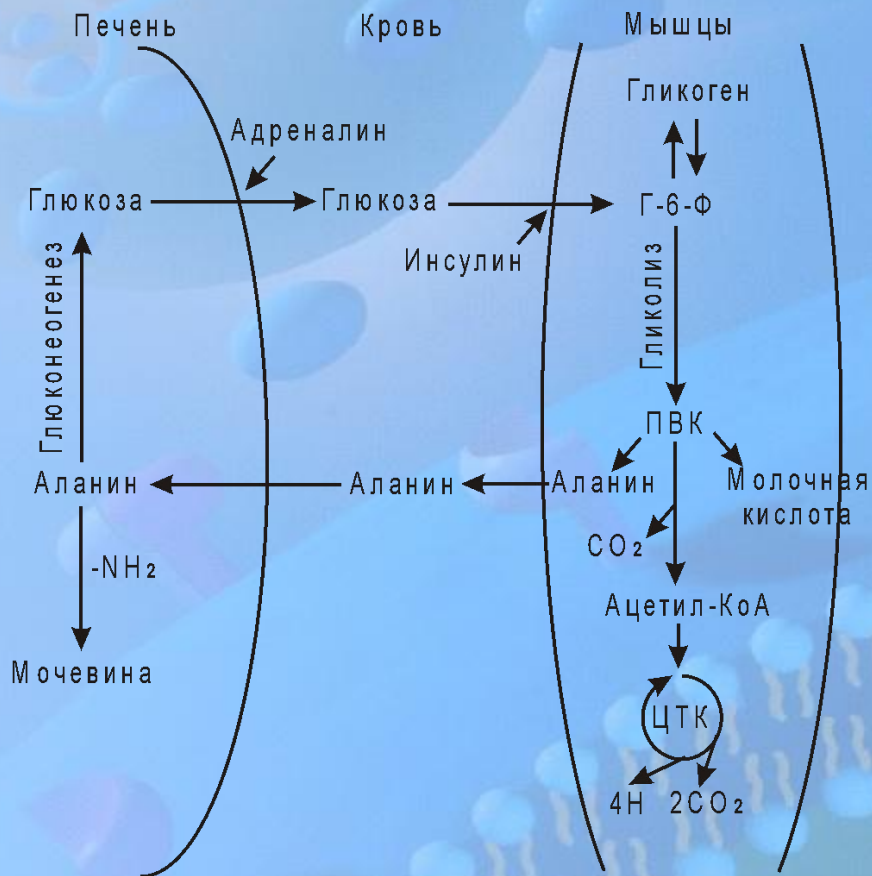
Энергетическое обеспечение мышечной деятельности

СХЕМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ ТРАНСПОРТА МАКРОЭРГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ИЗ МИТОХОНДРИЙ В САРКОПЛАЗМУ



Гликолитический механизм ресинтеза АТФ

Активация глюкозо-аланинового цикла при мышечной работе.



Миокиназный механизм ресинтеза АТФ



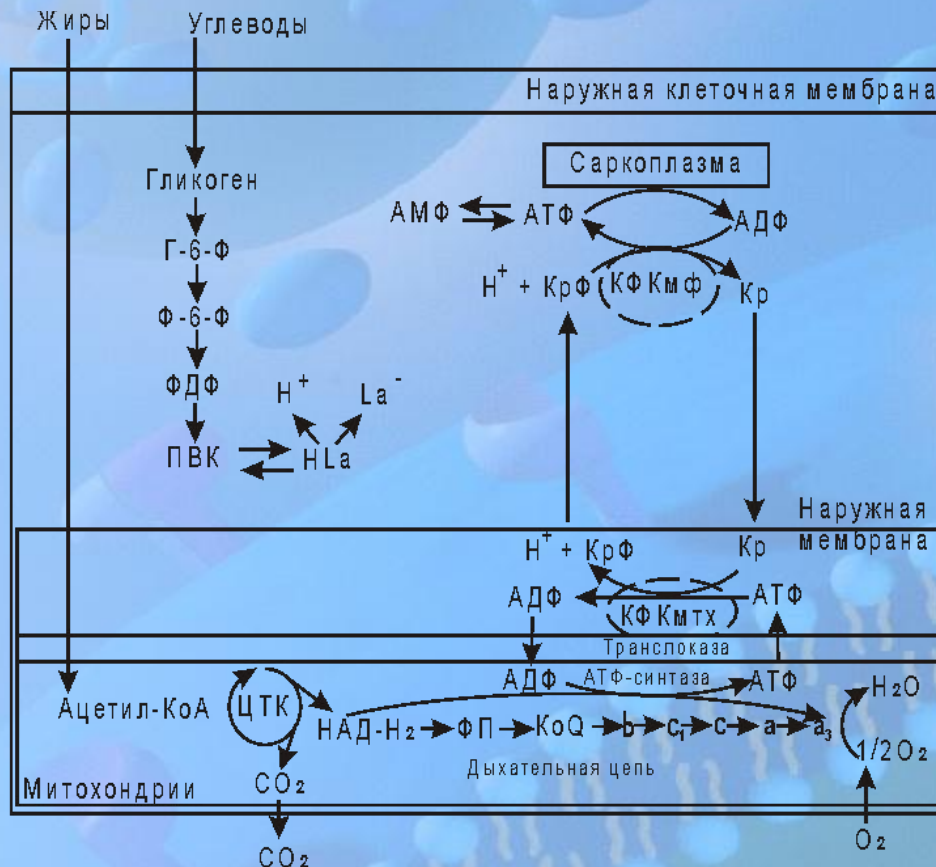
Аэробный механизм ресинтеза АТФ

Скорость образования АТФ в процессе окислительного фосфорилирования зависит от:

- соотношения АТФ/АДФ, при отсутствии АДФ синтез АТФ не происходит
- количества кислорода и эффективности его использования
- активности окислительных ферментов
- целостности мембран митохондрий
- количества митохондрий
- концентрации гормонов, ионов кальция и других регуляторов

Энергетическое обеспечение мышечной деятельности

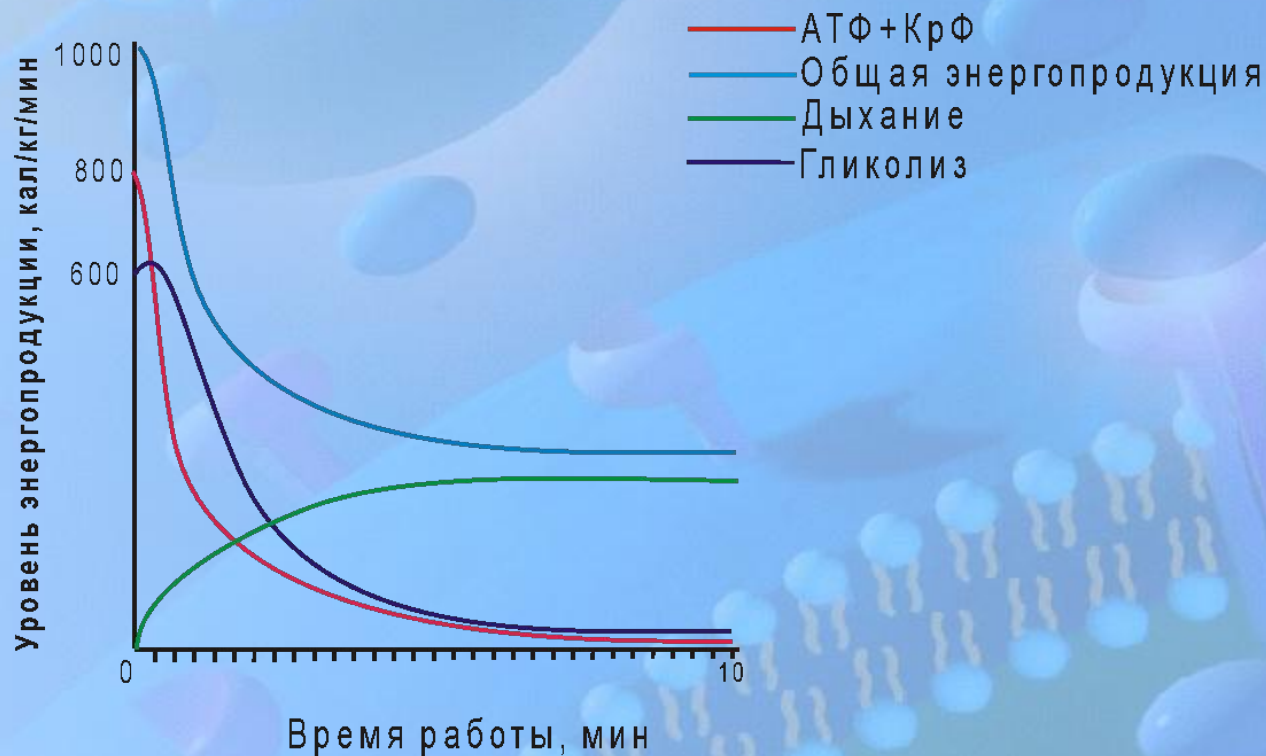
Взаимосвязь анаэробных и аэробных превращений в скелетных мышцах: энерго-транспортный «челнок» с участием миофибриллярных и митохондриальных изоферментов креатинфосфокиназы.



Энергетическое обеспечение мышечной деятельности

Соотношение анаэробных и аэробных механизмов ресинтеза АТФ при мышечной нагрузке.

Изменения скорости анаэробного и аэробного образования энергии в зависимости от предельного времени упражнения.



Биохимические факторы спортивной работоспособности.

Факторы, лимитирующие физическую работоспособность человека:

- Биоэнергетические (аэробные или анаэробные) возможности человека
- Нейромышечные (мышечная сила и техника выполнения упражнения)
- Психологическая мотивация (мотивация и тактика ведения спортивного состязания)

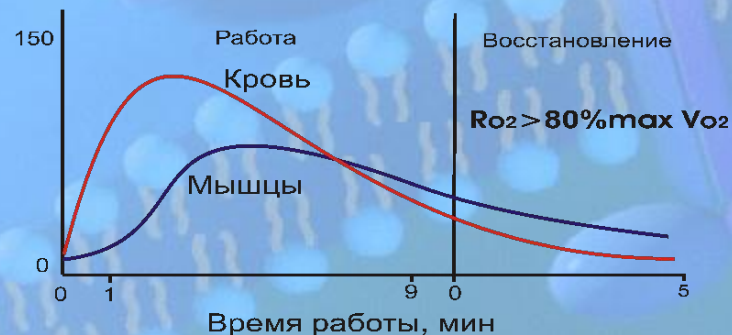
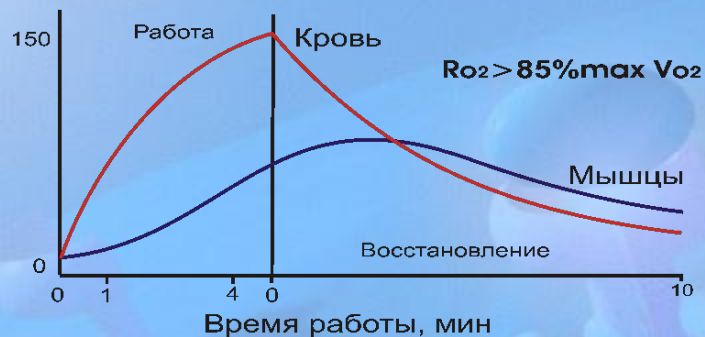
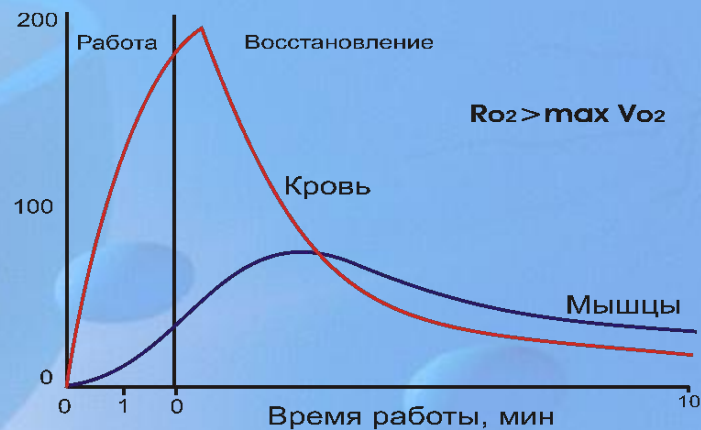
Основные особенности человека, определяющие его физическую работоспособность:

- Алактатная анаэробная способность, связанная с процессами анаэробного ресинтеза АТФ и КФ в работающей мышце
- Гликолитическая анаэробная способность, отражающая возможность усиления при работе анаэробного гликолитического процесса, в ходе которого происходит накопление лактата
- Аэробная способность, связанная с возможностью выполнения работы за счет усиления аэробных процессов в тканях при одновременном увеличении доставки и утилизации кислорода

Тема 13. Биохимические изменения в организме при работе различного характера. Биохимические изменения при утомлении.

Общие изменения в организме при физической нагрузке.

Накопление молочной кислоты в мышцах и крови при работе разной мощности и продолжительности.



Биохимические изменения в мышцах при физической нагрузке.

При переходе от состояния покоя к интенсивной мышечной деятельности происходят следующие процессы:

- анаэробные механизмы ресинтеза АТФ
- использование креатинфосфата
- гликолиз
- далее изменения метаболизма зависят от интенсивности мышечной работы:
 - работа в "аэробной зоне"
 - работа "в смешанной зоне"
 - кислородная задолженность

Специализация мышц по типу энергетического обеспечения:

- красные мышцы - "медленные", оксидативные
- белые мышцы - "быстрые", гликолитические

Систематизация упражнений по характеру биохимических изменений при физической работе.

В зависимости от количества мышц, участвующих в работе, ее делят на:

- локальную (менее $\frac{1}{4}$ всех мышц тела)
- региональную
- глобальную (более $\frac{3}{4}$ всех мышц тела)

Режимы работы мышц:

- **статический (изометрический)**
происходит пережимание капилляров, велика доля участия анаэробных реакций
- **динамический (изотонический)**
обеспечивается гораздо лучшее кровоснабжение тканей кислородом

Зависимость биохимических процессов от мощности выполняемой мышечной работы.

Уровни мощности работы:

- критический - максимальное потребление кислорода
- порог анаэробного обмена - усиление анаэробных реакций
- мощность истощения - наивысшее развитие гликолиза
- максимальная анаэробная мощность - предельных значений достигает скорость образования энергии в креатинфосфокиназной реакции

Зоны относительной мощности по классификации В.С. Фарфеля:

- максимальная - обеспечение энергией за счет АТФ и креатинфосфата, частично – за счет гликолиза
- субмаксимальная - обеспечение энергией за счет анаэробного гликолиза
- большая - аэробные источники энергии
- умеренная - аэробные источники энергии

Биохимические изменения при утомлении.

Первопричиной утомления может стать:

- снижение энергетических ресурсов
- уменьшение активности ключевых ферментов из-за угнетающего действия продуктов метаболизма тканей
- нарушение целостности функционирующих структур из-за недостаточности их пластического обеспечения
- изменение нервной и гормональной регуляции и др.

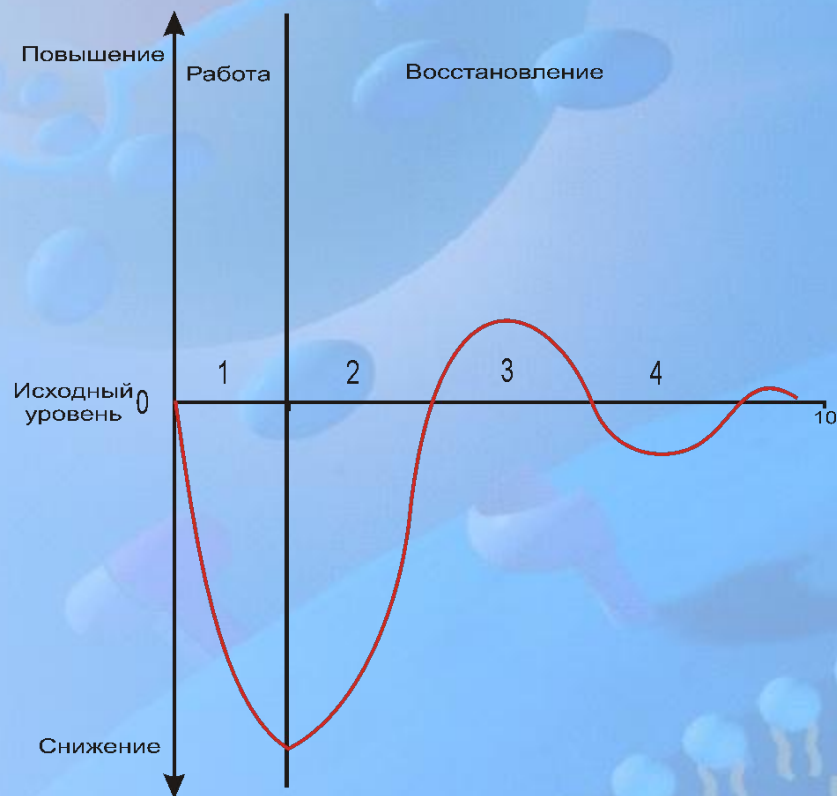
Тема 14. Биохимические превращения в период восстановления после мышечной работы.

Срочное и отставленное восстановление

Время, необходимое для завершения восстановления различных биохимических процессов в период отдыха после напряженной мышечной работы.

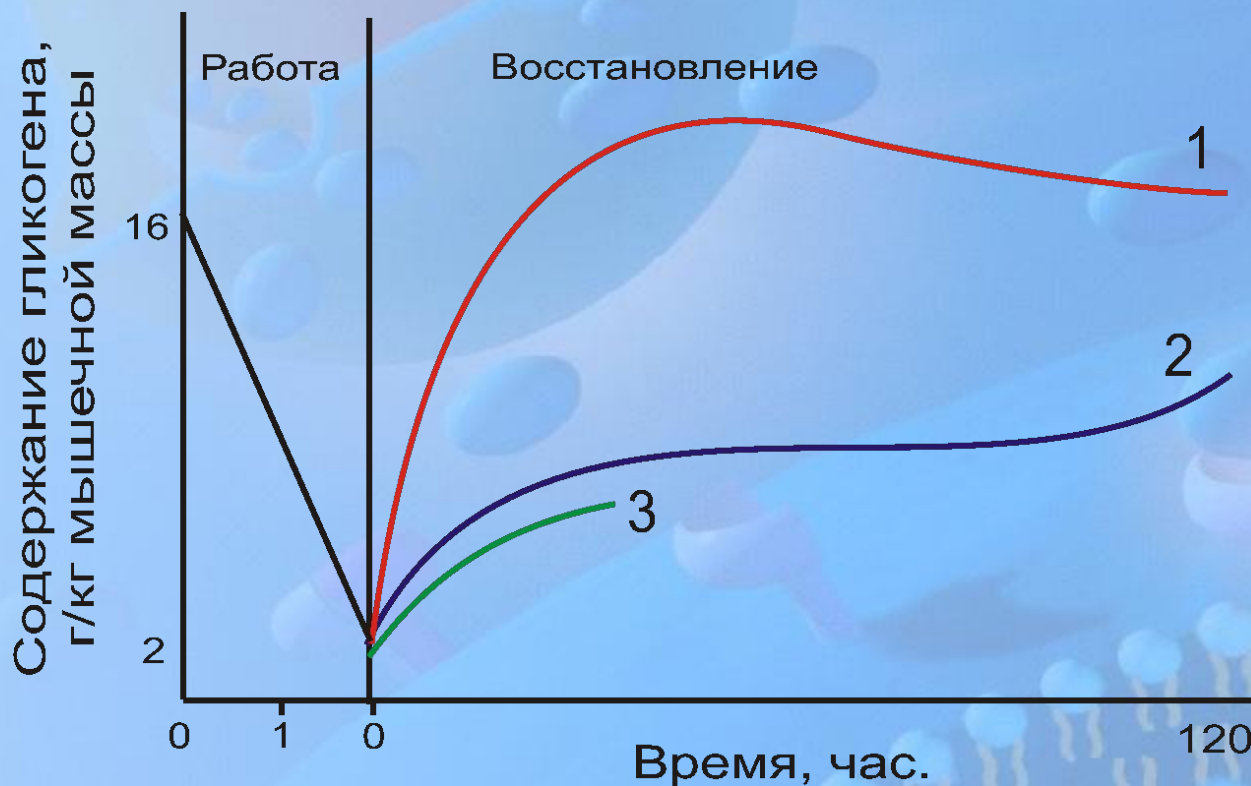
Процесс	Время восстановления
Восстановление O_2 -запасов в организме	От 10 до 15 сек
Восстановление алактатных анаэробных резервов в мышцах	От 2 до 5 мин
Оплата алктатного O_2 -долга	От 3 до 5 мин
Устранение молочной кислоты	От 0,5 до 1,5 часов
Оплата лактатного O_2 -долга	От 0,5 до 1,5 часов
Ресинтез внутриклеточных запасов гликогена	От 12 до 48 часов
Восстановление запасов гликогена в печени	От 12 до 48 часов
Усиление индуктивного синтеза структурных и ферментных белков	От 12 до 72 часов

Явление суперкомпенсации при восстановлении энергетических ресурсов в период отдыха после истощающей работы.



1 – фаза истощения, 2 – фаза восстановления, 3 – фаза сверхвосстановления, 4 – фаза упроченного состояния.

Влияние приема углеводов с пищей на восстановление запасов гликогена в мышцах в период отдыха после работы.



1 – диета с высоким содержанием углеводов, 2 – белково-жировая диета, 3 – без пищи.

Тема 15. Закономерности биохимической адаптации под влиянием систематической тренировки.

Взаимосвязь отдельных звеньев срочной и долговременной адаптации.



Принципы тренировок на основе закономерностей биологической адаптации:

- Сверхотягощение
- Специфичность
- Обратимость действия
- Положительное взаимодействие
- Последовательная адаптация
- Цикличность

Сверхотягощение.

Развитие адаптации под воздействием тренировки обеспечивается:

- Системой внутриклеточного энергетического обмена.
- Гормональными симпато-адреналовой и гипофизарно-адренокортикальной системами.

Тема 16. Биохимический контроль при занятиях физической культурой и спортом

Биохимический контроль за развитием систем энергообеспечения организма и уровнем тренированности, утомления и восстановления организма.

О более высоком уровне тренированности свидетельствуют:

- Меньшее накопление лактата (по сравнению с нетренированными) при выполнении стандартной нагрузки, что связано с увеличением доли аэробных механизмов.
- Больше накопление лактата при выполнении предельной нагрузки, что связано с увеличением гликолитической мощности.
- Повышение мощности работы, при которой резко возрастает уровень лактата у тренированных лиц по сравнению с нетренированными.
- Более длительная работа на предельном уровне.
- Меньшее возрастание лактата при повышении мощности работы (совершенствование анаэробных процессов и экономичностью энергозатрат).
- Увеличение скорости утилизации лактата в период восстановления после физической нагрузки.

Контроль за применением допинга в спорте

Регулярное применение допингов вызывает нарушение функции многих систем:

- Сердечно-сосудистой.
- Эндокринной, особенно половых желез (атрофия) и гипофиза, что приводит к нарушению детородной функции, появлению мужских вторичных признаков у женщин (вирилизация) и увеличению молочных желез у мужчин (гинекомастия).
- Печени, вызывая желтухи, отеки, циррозы.
- Иммунной, что приводит к частым простудам, вирусным заболеваниям.
- Нервной, проявляющееся в виде психических расстройств (агрессивность, депрессия, бессонница).
- Прекращение роста трубчатых костей, что опасно для растущего организма.

По фармакологическому действию допинги делятся на 5 классов:

- Психостимуляторы (амфетамин, эфедрин, фенамин, кофеин, кокаин, и др.)
- Наркотические средства (морфин, алкалоиды-опиаты, промедол, фентанил и др.)
- Анаболические стероиды (тестостерон, его производные, метан-дростенолон, ретаболил, андродиол, и др), а также анаболические пептидные гормоны (соматотропин, гонадотропин, эритропоэтин)
- Бета-блокаторы (анапримин, пропранолол, оксопреналол, надолол, атеналол и др.)
- Диуретики (новурит, дихлотиазид, фуросимид (лазикс), клопамид, диакарб, верошпирон и др.)

Тема 17. Биохимические основы силы, быстроты и выносливости.

Морфологические и биохимические основы скоростно-силовых качеств.

Биохимические основы методов скоростно-силовой подготовки спортсменов.

Биохимические основы выносливости.

Методы тренировки, способствующие развитию выносливости.

Тема 18. Биохимическое обоснование методики занятий физической культурой и спортом с лицами разного возраста. Биохимические основы рационального питания при занятиях физической культурой.

Биохимическое обоснование методики занятий физической культурой и спортом с лицами разного возраста.

Биохимические основы рационального питания спортсменов.

Основными химическими компонентами пищи являются 6 групп веществ:

- поставщики энергии (углеводы, белки, жиры)
- незаменимые аминокислоты
- незаменимые жирные кислоты
- витамины
- минеральные вещества
- вода

Пищевые добавки способствуют:

- Увеличению мышечной массы.
- Коррекции компонентного состава тела (уменьшение жирового компонента, увеличение мышечного и костного).
- Увеличению скорости метаболизма и энергообразования.
- Восстановлению электролитического баланса.
- Активации регуляторных механизмов энергообмена.
- Снижению массы тела и др.

Графики взяты из книги:

Биохимия. Учебник для институтов физической культуры./Под ред. В.В. Меньшикова, Н.И. Волкова. М.: Физкультура и спорт, 1986.

Список рекомендуемой литературы.

Основной

1. Биохимия. Учебник для институтов физической культуры./Под ред. В.В. Меньшикова, Н.И. Волкова. М.: Физкультура и спорт, 1986.
2. Биохимия. Краткий курс с упражнениями и задачами. /Под ред. Северина Е.С., Николаева. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001.
3. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности. М.: Олимпийский спорт, 2001.
4. Николаев А.Я. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1989.
5. Лабораторный практикум по биохимии для студентов факультета физической культуры и спорта. СФУ, 2007.
6. Лекции по биохимии для студентов факультета физической культуры и спорта. СФУ, 2007.
7. Учебно-методические указания для самостоятельной работы студентов факультета физической культуры и спорта. СФУ, 2007.
8. Электронный лабораторный практикум для студентов факультета физической культуры и спорта. СФУ, 2007.

Список рекомендуемой литературы.

Дополнительной

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина, 1998.
2. Мусил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах. М.: Мир, 1984.
3. Пустовалова Л.М. Практикум по биохимии. Ростов-на-Дону: Феникс, 1999.
4. Филлипович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Агар, 1999.
5. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рафф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. В 3-х т. 2-е изд.- М.: Мир, 1994.