

СТРОГАНОВ Д.А.

МЫШЦЫ И МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

(анатомия, физиология и биохимия)

Конспект

(Human Muscle System Summary)

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БИОХИМИИ ЧЕЛОВЕКА	C. 3
1.1. Основные понятия, применяемые в анатомии, физиологии и биохимии.....	C. 3
1.2. Химический состав организма человека.....	C. 3
1.3. Органические вещества.....	C. 4
1.4. Типы химических связей.....	C. 6
1.5. Механизмы транспорта веществ.....	C. 7
1.6. Ферменты.....	C. 8
1.7. Витамины.....	C. 8
1.8. Вода.....	C. 9
1.9. Кислотно-основное состояние организма.....	C. 9
ГЛАВА 2. КЛЕТКА И ТКАНИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА	C. 10
2.1. Клетка.....	C. 10
2.2. Ткани организма.....	C. 11
ГЛАВА 3. БИООКИСЛЕНИЕ	C. 12
ГЛАВА 4. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ	C. 14.
4.1. Строение скелетной мышечной ткани.....	C. 14
4.2. Мышечное сокращение.....	C. 17
4.3. АТФ и энергетические системы ее ресинтеза.....	C. 17
ГЛАВА 5. АНАТОМИЯ КОСТНОЙ И МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА	C. 22
5.1. Пространственная ориентация, применяемая в анатомии.....	C. 22
5.2. Кости и костная система человека.....	C. 23
5.3. Расположение основных скелетных мышц человека.....	C. 26
ГЛАВА 6. ДРУГИЕ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА	C. 32
6.1. Схемы других систем человека.....	C. 32
6.2. Нервная система.....	C. 33
6.3. Эндокринная система.....	C. 36
ГЛАВА 7. АДАПТАЦИЯ. УТОМЛЕНИЕ	C. 39

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БИОХИМИИ ЧЕЛОВЕКА

1.1. Основные понятия, применяемые в анатомии, физиологии и биохимии

Анатомия человека – это наука, изучающая форму и строение человеческого тела в связи с его функциями, развитием и влиянием условий существования.

Anatemno – рассекаю (препарирую).

Onthos – особь (пре-, нео- и постнатальное развитие).

Genesis – развитие.

Phylon – род.

Adaptatia – приспособление.

Hystos = Textus – ткань.

Embryon – зародыш.

Орган – часть тела, имеющая определенную форму и строение, занимающее определенное место в организме и выполняющая специальную функцию. Может состоять из множества тканей, но одна – ведущая (например, мозг).

Система – объединение органов, сходных по строению, развитию и выполняющих единую функцию (например, пищеварительная система).

Аппарат – совокупность органов, имеющих различное строение и происхождение, но выполняющих единую функцию (например, опорно-двигательный аппарат).

Физиология – это наука, изучающая функции и механизмы деятельности отдельных клеток, органов и систем органов, а также организма в целом.

Живой организм – это саморегулирующаяся система, реагирующая на изменения внешней среды, во многом благодаря нервной системе.

Физиологические функции – это проявление жизнедеятельности организма с помощью которых он приспосабливается к внешней среде или приспосабливает внешнюю среду к своим потребностям. Виды физиологических функций:

1. Соматические (анимальные): сенсорные (от лат. **census** – "чувство", "ощущения") и моторные.
2. Вегетативные (обмен веществ, рост и размножение). Управляются автономной нервной системой. Нервногуморальная регуляция организма (от лат. **hymor** – "жидкость").

Биохимия – это наука, раскрывающая химические основы жизнедеятельности организма.

1.2. Химический состав организма человека

Человек состоит из 24 химических элемента (всего – 110). 60 – 70% неорганических веществ (вода и минеральные вещества).

Ткани организма имеют способность к избирательному накоплению отдельных химических элементов:

Кости – Са и Р

Щитовидная железа – I

Кожа – Sr

Кровь – Fe

Печень – Си

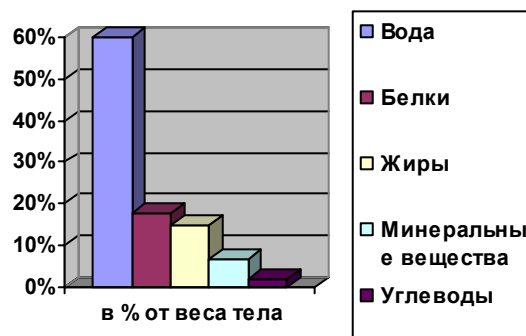


Диаграмма 1. Состав организма человека.

От всех минеральных веществ Са – 40%, Р – 22%.

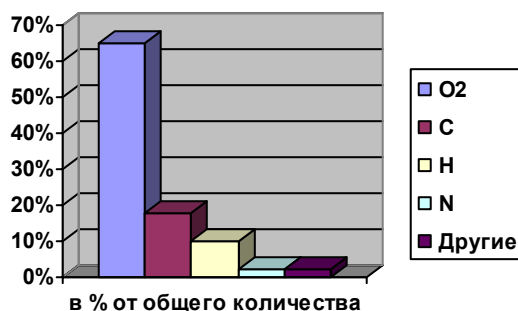


Диаграмма 2. Химические элементы организма человека.

1.3. Органические вещества

Органические вещества – углеродистые соединения, у которых атомы С соединены между собой и с другими атомами. Во всех органических соединениях атомы С имеют валентность 4, что позволяет им образовывать бесконечное разнообразие С – С связей (линейных, разветвленных, циклических).

Изомеры – вещества, имеющие одинаковый химический состав и молекулярную массу, но различающихся строением и функциями.

В биохимии используется в основном структурные формулы веществ, в которых отображается порядок расположения атомов в молекулах.

В биохимии используется классификация органических веществ, исходя из их биологической функции:

Таблица 1. Классификация органических веществ в биохимии

Сложные органические вещества	Белки	Жиры	Углеводы	Нуклеиновые кислоты
Простые органические вещества	Аминокислоты	Жирные кислоты	Глюкоза	Азотистые основания

Углеводы (глициды) – класс органических веществ, состоящих из **C_nH_{2n}O_n** и других химических элементов. Синтезируются в растениях в процессе фотосинтеза.

Классификация углеводов:

1. **Моносахариды** – при гидролизе не распадаются на более простые молекулы. Сладкие, растворимые в воде. Например, C₆H₁₂O₆ – глюкоза и фруктоза, отличаются строением функциональной группы:

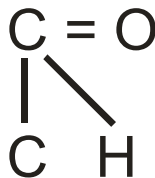


Рис 1. Функциональная группа глюкозы.

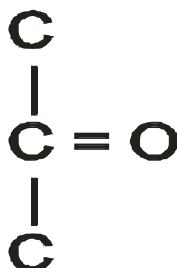


Рис 2. Функциональная группа фруктозы.

Рибоза и дезоксирибоза.

2. **Дисахариды** – состоят из двух моносахаридов. Сладкие, растворимые в воде. Например, сахароза состоит из глюкозы и фруктозы. Лактоза – молочный сахар, состоит из глюкозы и галактозы.

3. **Полисахариды** – состоят из сотен или тысяч моносахаридов. Несладкие, плохорастворимые.

Крахмал – резервный полисахарид растений (до 300).

Клетчатка (целлюлоза) – структурный полисахарид растений. Не переваривается и не растворяется.

Гликоген – резервный полисахарид животных (до 30 000). Имеет разветвленную структуру. Растворим в воде.

Глюкоза крови – 0,08 – 0,12 г/100 мл. Переваривается во рту и тонком кишечнике при участии фермента амилаза.

Глюконеогенез – новообразование глюкозы в печени, почках и поперечно – полосатой мускулатуре из пировиноградной кислоты, молочной кислоты, Ацетил-КоА, глицерина, аминокислот. При кратковременной нагрузке – 10% энергии, при работе в течении нескольких часов – до 50%.

Липиды (от греч. **lipos** – "жир") – класс органических веществ, которые, как и углеводы, состоят СНО, но количество О гораздо меньше, поэтому для их окисления нужно очень много O₂. Нерастворимы в воде.

Функции жиров:

1. Энергетическая: 1 г. = 9,3 ккал (39 кДж). За марафон сжигается меньше 1 кг жиров (1009,3 ккал)

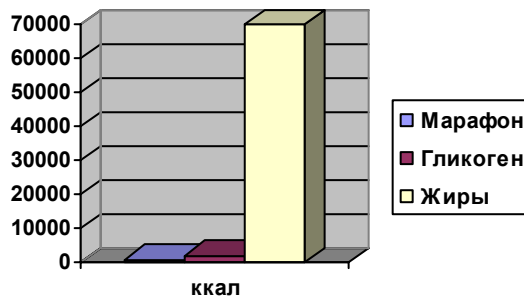


Диаграмма 3. Энергия, запасенная в жирах и гликогене человека (в ккал).

Затраты энергии на марафонский бег (для сравнения)

2. Пластическая: мембраны и стероидные гормоны.

3. Защитная и терморегулирующая.

Липиды состоят из жирных кислот C-COOH:

1. **Ненасыщенные** – имеют в углеводной цепи C=C или C≡C. Жидкие, растительные, например, олеиновая.

2. **Насыщенные** – все углеводные связи заполнены H. Твердые, животные, например, стеариновая.

Триглицериды - состоят из спирта глицерина и трех остатков жирных кислот:

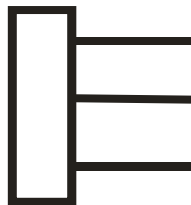


Рис 3. Триглицериды.

Теоретически могут существовать миллионы изомеров триглицеридов. Депонируются под кожей, в норме составляют 10% массы тела (ожирение – 30% и более). Гидролиз происходит в тонком кишечнике ферментом липаза.

Липолиз – процесс распада жиров. Продукт липолиза - кетоновые (ацетоновые) тела. 40% жиров распадаются полностью, 50% - частично, 10% - негидрализуются.

Биосинтез жиров – в цитоплазме.

Регуляция обмена жиров:

1. Нервная система: симпатическая усиливает мобилизацию жиров, парасимпатическая усиливает депонирование.

2. Эндокринная регуляция – адреналин и соматотропин усиливают мобилизацию жиров, глюкокортикоиды и инсулин усиливают депонирование.

3. Уровень глюкозы в крови.

4.

Нуклеиновые кислоты (от лат. **nucleus** – «ядро») – высокомолекулярные полимеры нуклеотидов (как гликоген – полимер глюкозы), состоящие из азотистых оснований, углеводов и остатков фосфорной кислоты.

Нуклеотид – структурная единица нуклеиновых кислот, например, АТФ.

Типы нуклеиновых кислот (1930 г.):

1. **ДНК** (входит углеводород дезоксирибоза). Это две цепи (первичная структура), соединенные водородными связями (вторичная структура) и упакованные в супер спираль (третичная структура): 8 см упаковываются в 5 нм (0, 000 005 мм). **Все признаки организма определяются через свойства синтезируемых в нем белков. Ген** – участок ДНК, на котором закодирован состав и структура белка. У высших организмов только 2% ДНК несет генетическую информацию, остальная часть выполняет регулирующие функции. **Репликация ДНК** – самовоспроизведение ДНК. Цепи расходятся и каждая синтезирует еще одну цепь. 60% ДНК содержится в сперме, в других тканях – 1 – 10%, в мышцах – 0,2%, в основном – в ядре.

2. **РНК** (входит углевод рибоза) образована одной полинуклеидной цепью (исключение – некоторые вирусы). Третичная структура – в виде кленового листа. РНК в клетке в 5 – 10 раз больше, чем ДНК.

РНК содержится в основном в рибосомах:

1. Рибосомная РНК – структура рибосом.
2. Информационная РНК – несет информацию с ДНК в рибосому.
3. Транспортная РНК – несет аминокислоты в рибосому.

Белки полипептиды (протеины – от греч. **proteus** – первый, главный) – высокомолекулярные азотосодержащие (16%) вещества, при гидролизе которых образуются аминокислоты (всего 200, используется 20: 9 незаменимых и 11 заменимых). Белки образованы из не менее, чем 50 аминокислот, соединенных пептидной связью – **полипептиды**.

Все свойства организма определяются через свойства синтезируемых в нем белков. Этапы синтеза белков:

1. Транскрипция – синтез информационной РНК.
2. Активация аминокислот (транспортная РНК).
3. Трансляция – синтез белка в рибосоме (на присоединение одной аминокислоты требуется 5 АТФ).

Конформация (структура) белков:

1. Первичная структура – последовательность аминокислот.
2. Вторичная структура – пространственная укладка в цепь. Например, коллагеновая спираль – цепи закручиваются вокруг друг друга.
3. Третичная структура – обеспечивает проявление биоактивности. Пространственная укладка спирали в виде глобулы (например, гемоглобин) или фибриллы (например, миозин).
4. Четвертичная структура – объединение третичных структур.

Белки составляют 45% сухой массы тела. Потребность – 2,5 г/кг в сутки. Перевариваются 8 – 12 часов.

Азотистый баланс – разница между количеством введенного и выведенного азота (равновесие – 10 – 18 г/сут в моче).

Мочевина – основной конечный продукт обмена белков.

1.4. Типы химических связей

1. **Ковалентная** – основной тип химической связи в молекулах органических веществ. Возникает между атомами за счет образования общих электронных пар. Самая прочная химическая связь.

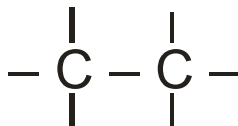


Рис 4. Ковалентная связь.

2. **Макроэргическая** – менее прочная ковалентная связь, при разрыве которой высвобождается около 7 ккал. Обозначается знаком ~ (тильда):

Аденозин – Р ~ Р ~ Р

3. **Ионная связь** – между противоположно заряженными ионами за счет электростатического притяжения. В воде легко диссоциирует.


4. **Водородная** – за счет электростатического притяжения H⁺ и отрицательно заряженных других атомов. Непрочная.



Рис 5. Пример диссоциации ионной связи.

1.5. Механизмы транспорта веществ

Таблица 2. Механизмы транспорта веществ

Пассивный – без энергии АТФ и веществ – переносчиков.	Активный – с энергией АТФ и веществами – переносчиками.
1) Диффузия – тепловое движение вещества из области высокой концентрации в область низкой концентрации, т.е. по градиенту концентрации.	1) Na – K и Ca насосы
2) Осмоз – движение молекул воды в область высокой концентрации осмотически активных солей (NaCl), т.е. против градиента концентрации. <i>Растворы бывают:</i> 1. Изотоническим (нейтральным – 0,9 % NaCl) 2. Гипотоническим (пониженная концентрация) 3. Гипертоническим (повышенная концентрация).	2) Эндо- (впячивание) и экзо- (выпячивание) цитозы. 

1.6. Ферменты

Энзимология – наука о ферментах.

Ферменты – высокомолекулярные белки, которые ускоряют химические реакции в клетках, т.е. являются био активаторами.

Ферментопатия – нарушение деятельности ферментов.

Между веществами существует **энергетический барьер** (электростатические силы отталкивания или силы сцепления атомов в молекулы). Фермент образует с веществом ферментсубстратный комплекс, в ходе чего вещество переходит в более активное состояние и с большей легкостью вступает в реакцию.

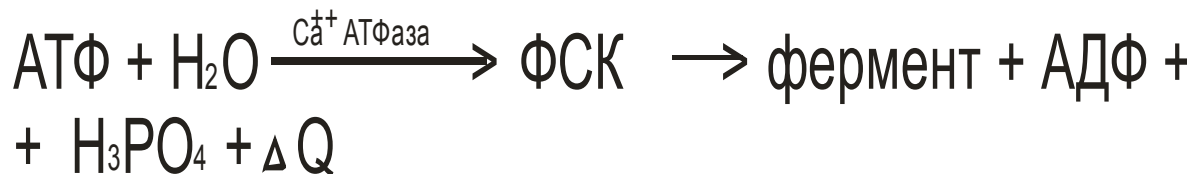


Рис. 5. Действие фермента

Модели взаимодействия фермента с субстратом:

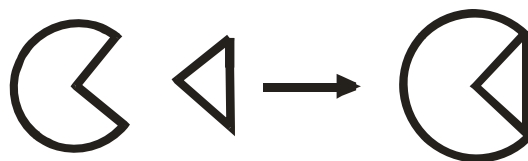


Рис 6. Жесткая матрица

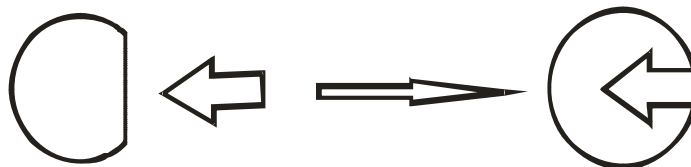


Рис 7. "Перчатка – рука"

Факторы, влияющие на активность ферментов:

1. Концентрация фермента.
2. pH (7) и температура (37 – 40 градусов C)
3. **Активаторы** и **ингибиторы** – специальные низкомолекулярные вещества и ионы металлов. Например, Ca⁺⁺ активирует АТФазу.

1.7. Витамины

Витамины (50) – низкомолекулярные органические вещества различного химического строения, участвующие в регуляции различных биохимических реакций в организме. Являются **кофакторами** ферментов.

Классификация витаминов:

1. **Жирорастворимые** – содержат длинные углеводные цепи, п.э. растворяются только в неполярных растворителях (жирах, спиртах, эфирах). Накапливаются в организме (опасность гипервитаминоза). А, D, Е, К.

2. **Водорастворимые** – принадлежат классу жиров, содержат гидрофильные группы, не накапливаются в организме (опасность гиповитаминоза). В – окисляет углеводы до цикла Кребса. С – участвует в дыхательной цепи митохондрий.

Витаминоподобные вещества – группа химических элементов, которые, как и витамины, участвуют в регуляции различных биохимических процессов, но не обладают всеми свойствами витаминов. К13 – оротовая кислота – анаболическое действие.

1.8. Вода

ВОДА – диполь, может образовывать водородные связи с заряженными гидрофильными веществами.

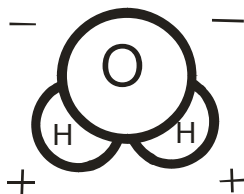


Рис 8. Диполь воды

Вода – слабый электролит, диссоциирует на ионы: $H_2O \leftrightarrow H^+ \text{ и } OH^-$
63% всей воды – внутриклеточная.

Состояния, в которых вода прибывает в организме:

1. **Свободная** – в основе биожидкостей
2. **Гидратационная** – в составе оболочек (не замерзает ниже 0 градусов С)
3. **Иммобилизованная** – в замкнутых структурах молекул.
- 4.

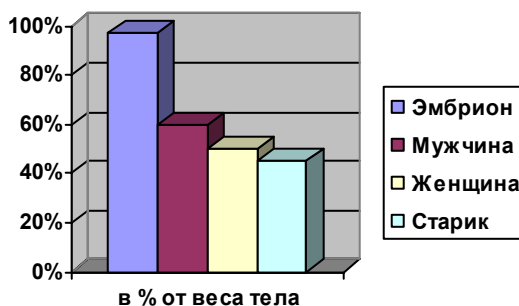


Диаграмма 4. Содержание воды в человеческом организме.

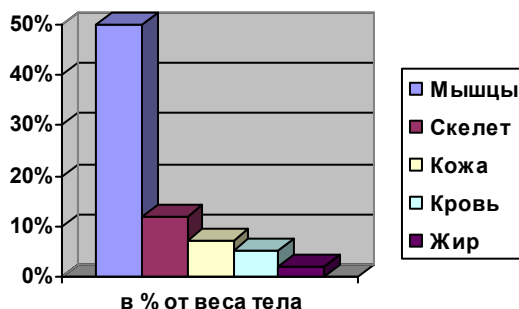


Диаграмма 5. Содержание воды в тканях человеческого организма.

Потребность в воде – 40 г/кг тела (дети – 80 – 100 г/кг)

Потеря 1% жидкости – жажда,
3% - ухудшение самочувствия
10 – 20 % - смерть.

50% температуры уходит через испарение.

Вазопрессин (задняя доля гипофиза) – антидиуретический гормон – задерживает воду.

1.9. Кисотно-основное состояние организма

Кисотно–основное состояние внутренней среды организма – это соотношение H^+ , образующегося при диссоциации кислот к OH^- (гидроксил), образующегося при диссоциации щелочей.

pH – водородный показатель кислотно–основного состава внутренней среды организма.

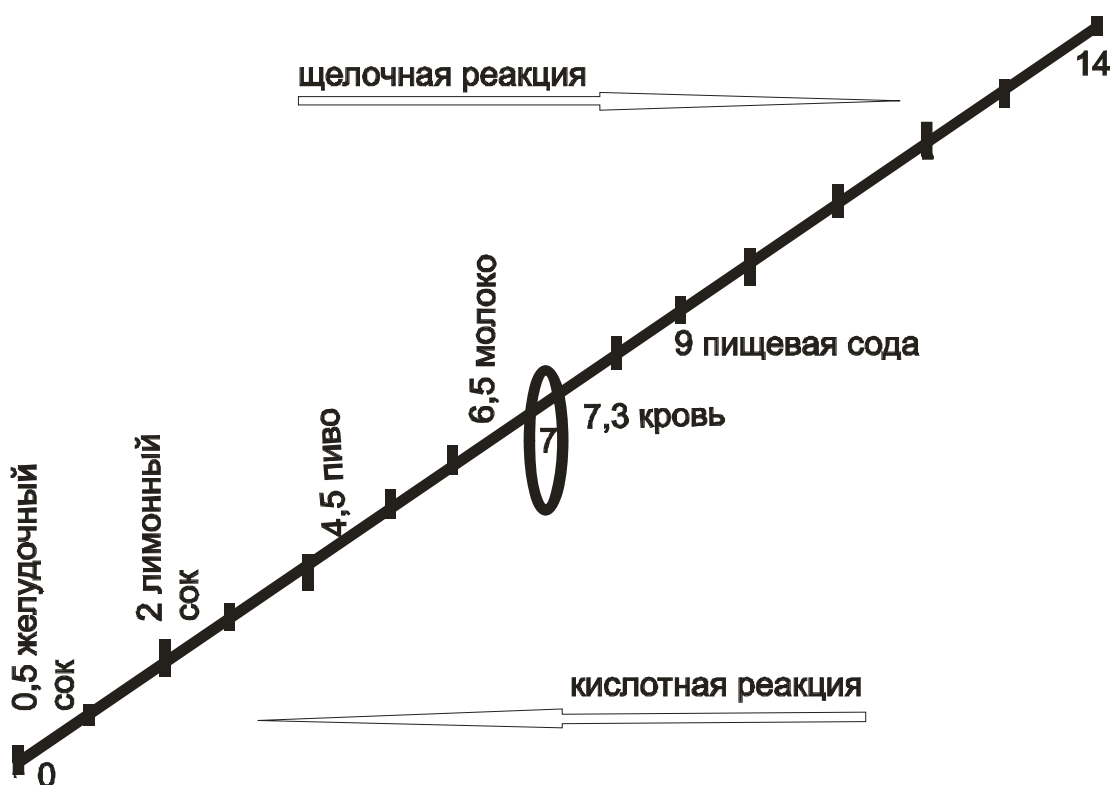


Рис 9. pH некоторых веществ

При физической нагрузке pH . При понижении pH крови с 7,3 до 6,8 – смерть. У спортсменов pH может понижаться до 6,5.

Ацидоз – закисление внутренней среды организма. Алкалоз – защелачивание.

ГЛАВА 2. КЛЕТКА И ТКАНИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

2.1. Клетка

Cytos – основа строения и развития человека, элементарная структурная, функциональная и генетическая единица живого существа.

Клетка: мембрана, цитоплазма и клеточные органеллы.

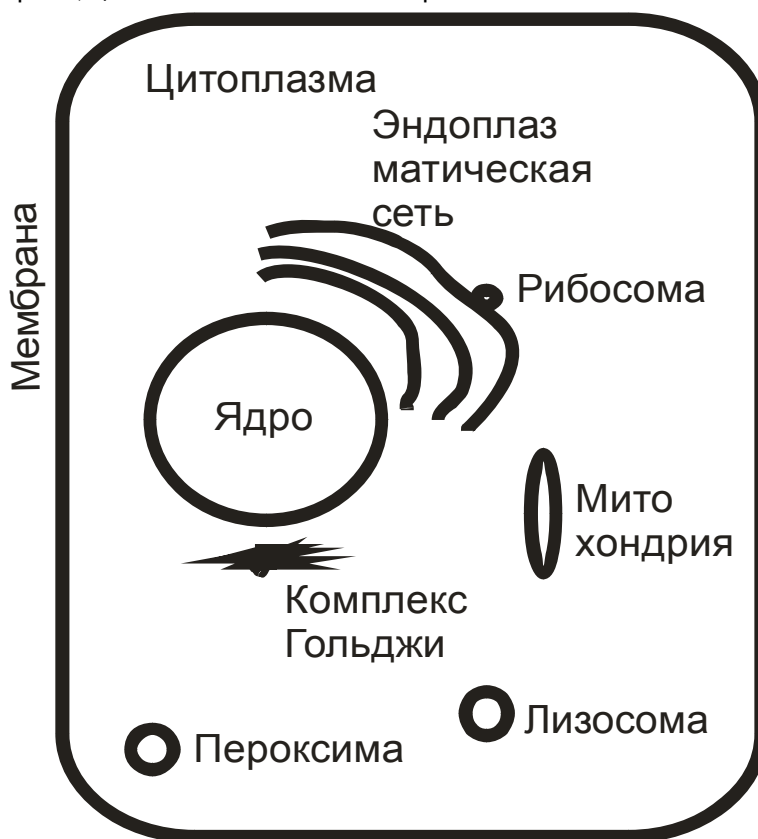


Рис 10. Клетка

1. **Мембрана** – липидный бислой с «вмонтированными» в него белками, которые пронизывают мембрану насквозь и играют роль рецепторов и ионных каналов. Углеводы участвуют в процессе межклеточного узнавания.

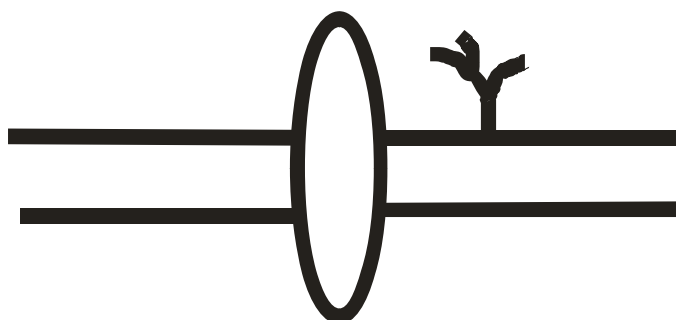


Рис 11. Мембрана клетки.

2. **Цитоплазма** – 55% объема клетки, объединение и взаимодействие. Желеобразная масса (20% белков). Содержит белки – ферменты, белки цитоскелета, гликоген, капельки жира. Гликолиз.

3. **Ядро (nucleus) и ядрышко** – ДНК, синтез рибосом.

4. **Эндоплазматическая сеть** (саркоплазматический ретикулум в поперечно – полосатых мышцах) – многочисленные цистерны и трубочки. Транспорт, синтез липидов, углеводов и белков, хранилище ионов Ca^{+} .

5. **Рибосомы** – синтез белка.

6. **Комплекс Гольджи** (пластический комплекс, внутренний сетчатый аппарат) – синтез полисахаридов и липидов.

7. **Митохондрии** – аэробный синтез АТФ и тепла. Занимают 40% цитоплазмы сердца.

8. **Лизосомы** – фагоцитоз.
9. **Пероксисомы** – окисление жирных кислот.

Функции клетки:

1. метаболизм
2. раздражимость
3. рост и развитие
4. размножение. **Амитоз** – прямое деление клетки в поперечнике (в поперечно-полосатых мышцах, печени и стенках мочевого пузыря). **Митоз** – не прямое деление.

Симпласт – производные от клеток неклеточные многоядерные структуры (поперечно-полосатые мышцы).

Межклеточное вещество.

2.2. Ткани организма

Hystos (textus) – система клеток и неклеточных структур, обладающих общностью строения и функционирования:

1. **textus epythelialis**, в т.ч. **glandulae** (железы)
2. **t. connectives** – коллагеновые и эластичные волокна.

Таблица 3. t. connectives

Собственно соединительная ткань	Специальная соединительная ткань
1. рыхлая волокнистая	1. t. cartilagenius (хондроциты и хрящевой матрикс)
2. плотная оформленная и неоформленная	2. t. osseus (остеон)

3. **t. muscularis** – гладкая, поперечно-полосатая (исчерченная), сердечная поперечно-полосатая
4. **sanguis**.

Таблица 4. Sanguis

А) Форменные элементы				
1. эритроциты	2. лейкоциты	3. лимфоциты	4. тромбоциты	5. моноциты
кислород и углекислый газ	фагоцитоз	антитела	свертываемость крови	фагоцитоз
Б) Плазма				
55-60% сыворотка – плазма без белка				

5. **t. nervosus**

Таблица 5. t. nervosus

1. Нейроны	2. Глиоциты
Total: 10 в 10 степени.	Опора, трофика

ГЛАВА 3. БИООКИСЛЕНИЕ

Обмен веществ (метаболизм) – строго упорядоченная система биохимических и физиологических процессов, которые обеспечивают поступление веществ в организм, их усвоение, превращение и выведение.

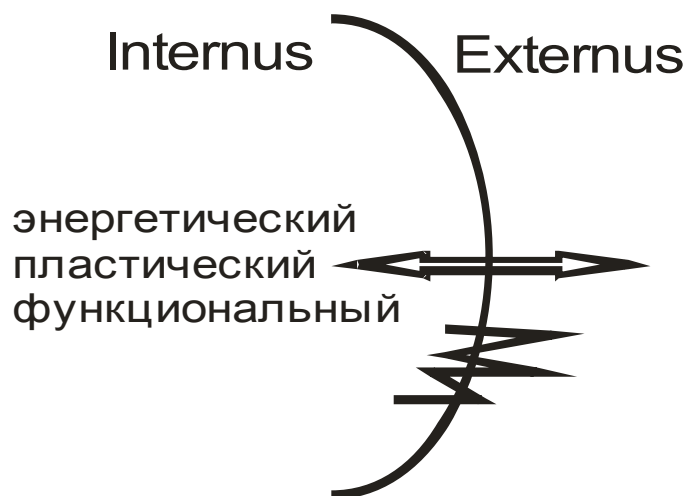


Рис 12. Виды метаболизма

Регуляция обмена веществ:

1. Внутриклеточные механизмы, например, скорость ресинтеза АТФ в митохондриях зависит от ее концентрации.
2. Нервно-гуморальная.



Рис 13. Взаимосвязь процессов анаболизма и метаболизма

Гомеостаз – способность организма создавать и поддерживать постоянство химического состава внутренней среды.

Таблица 6. Этапы распада питательных веществ и извлечения энергии в клетках

1. Подготовительный этап	Б Ж У
	А ЖК Г
2. Универсализация – 1/3 всей энергии	Ацетил-КоА – активная форма уксусной кислоты, интегратор Б, Ж и У
3. Окисление – 2/3 энергии	Цикл Кребса (цикл лимонной кислоты) – система химических реакций, в ходе которых Ацетил-КоА окисляется до воды, углекислого газа и 12 АТФ. «Котел сгорания» 1937/1952 гг. американец Г. Кребс

Процесс окисления – это переход электрона от донора с высокоэнергетической орбиты к акцептору на низкоэнергетическую орбиту с выделением энергии. Аэробное и анаэробное биоокисление.

Ферменты (энзимы) – биологически активные белки, играющие роль катализаторов биохимических реакций, например, **оксидаза** – в реакциях присоединения Н к О или **дегидрогеназа** – в реакциях отщепления Н от субстрата.

Кофермент (кофактор) – небелковая часть фермента, например, **НАД** и **НАДФ** – никотиамидаденидинуклеотид фосфат – переносчик Н.

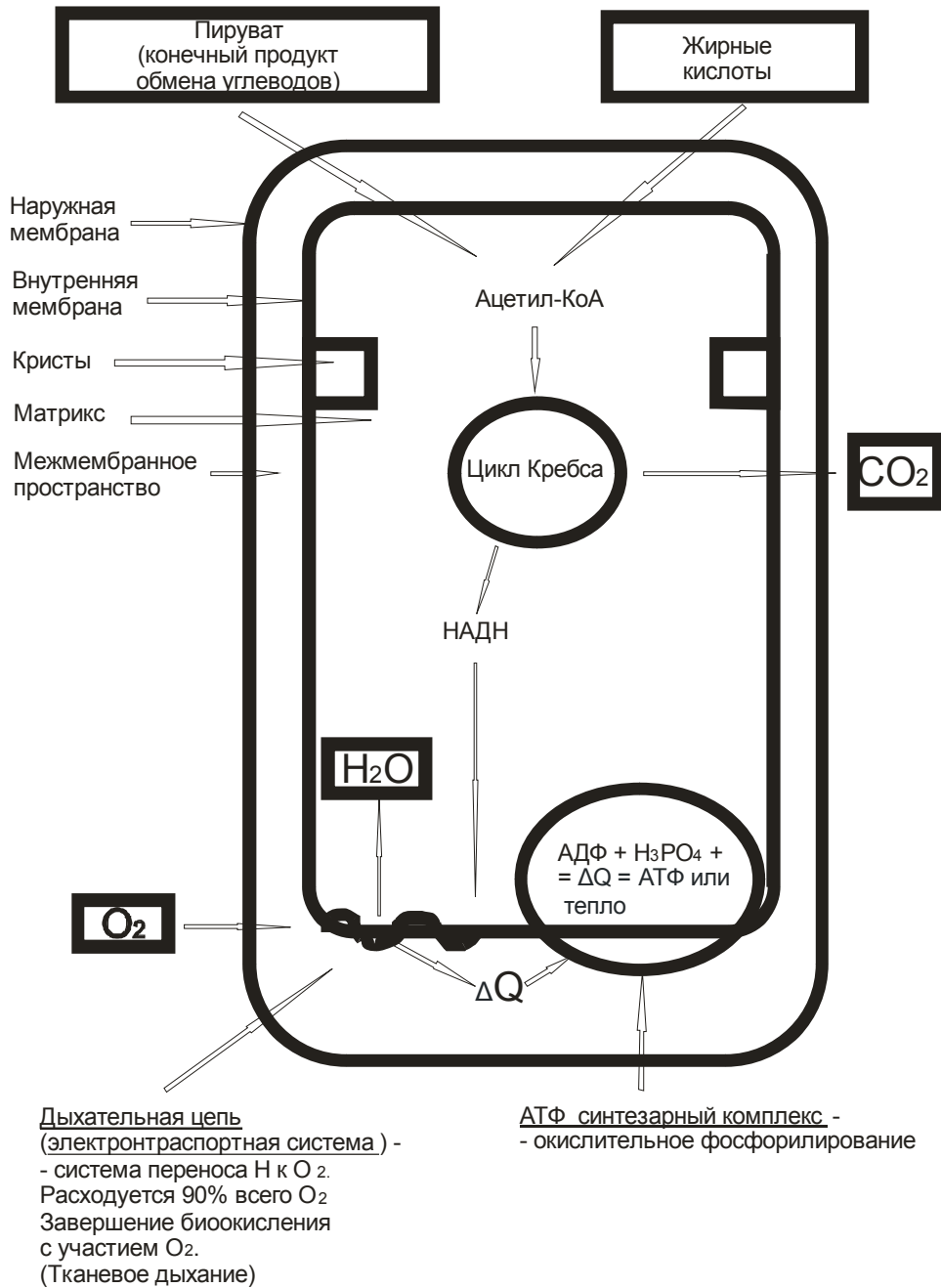


Рис 14. Процесс биоокисления в митохондрии

ГЛАВА 4. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

4.1. Строение скелетной мышечной ткани

t. musculus > 600. Основное свойство – способность к сокращению. Мышцы на 70 – 80% состоят из воды.

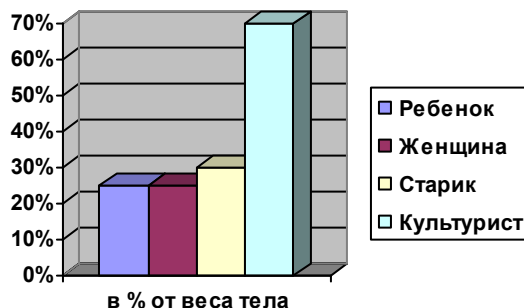


Диаграмма 6. Количество мышечной массы в организме человека (в % от веса тела)

Виды мышечной ткани:

1. Гладкая (неисчерченная) – клеточное строение.
2. Поперечно-полосатая (исчерченная) скелетная. Представляет собой **скелетный миоцит** – удлинённый многоядерный **симпласт** 10 – 12 см, т.е. не клеточная структура. Мышцы не делятся, а развиваются из маленьких клеток – сателлитов.



Рис 15. Скелетный миоцит (разрез)

3. Поперечно-полосатая сердечная – **кардиомиоцит**, клеточное строение. **Миоглобин** – мышечный гемоглобин.

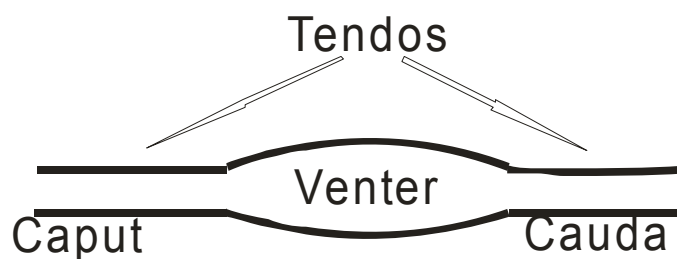


Рис 17. Брюшко, сухожилие, головка и хвост скелетной мышцы.

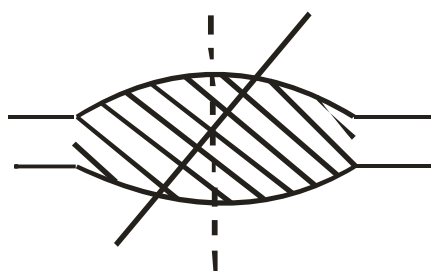


Рис 18. Анатомический и физиологический поперечники скелетной мышцы

Вспомогательный аппарат мышц:

1. **Aponeurosis** – сухожильная растяжка.
2. **Ossa Sesamoidea**.
3. **Fascia** – соединительно-тканная пластинка.

Рычаг:

1. Твердое тело.
2. Точка опоры.
3. Сила сопротивления.
4. Сила тяги.

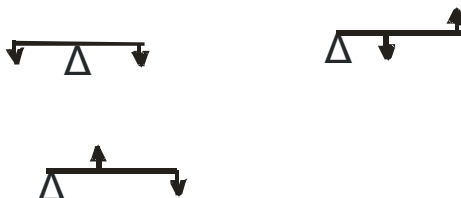


Рис 19. Рычаги равновесия, силы и скорости

Работа мышц:

1. Динамическая (преодолевающая и уступающая).
2. Статическая (удерживающая).

Двигательная единица – основной функционально – структурный элемент нервно-мышечного аппарата.



Рис 20. Двигательная единица

Медленные ДЕ включают только **Slow Oxydative Twitch**, быстрые ДЕ – только **Fast Glycolitic Twitch**.

Мышца состоит из многих двигательных единиц, которые могут не одновременно подключаться к сокращению. Даже при максимальной интенсивности у нетренированных людей работает 55 – 65% всех мышечных волокон, а у высокотренированных – 80 – 90%.

Таблица 7. Свойства медленно- и быстросокращающихся двигательных единиц

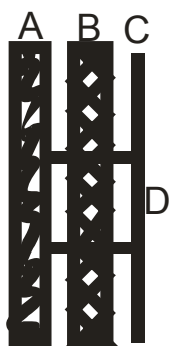
Тип двигательной единицы	Медленно сокращающиеся	Быстро сокращающиеся
Сколько мышечных волокон активизирует один мотонейрон	10 – 180	300 – 800
Скорость сокращения	110 мс (1,1 сек)	50 мс (0,5 сек)
Порог активации	10 – 15 Гц	45 – 55 Гц

Мышцы состоят из мышечных волокон.

EXTERNUS

Сарколемма

INTERNUS



Саркоплазматический матрикс - жидкость, в которую погружены:

A - миофибриллы (сократительные элементы мышечного волокна)

B - саркоплазматический ретикулум - состоит из трубочек и цистерн, передает возбуждение, участвует в сокращении, выводит молочную кислоту.

В саркоплазматическом матриксе так же находятся белки, гликоген, капельки жира и т.д.

C - сарколемма.

D - поперечные трубочки.

Рис 21. Мышечное волокно

В одном мышечном волокне больше тысячи миофибрилл, которые, в свою очередь, состоят из тонких и толстых нитей – миофиламентов.

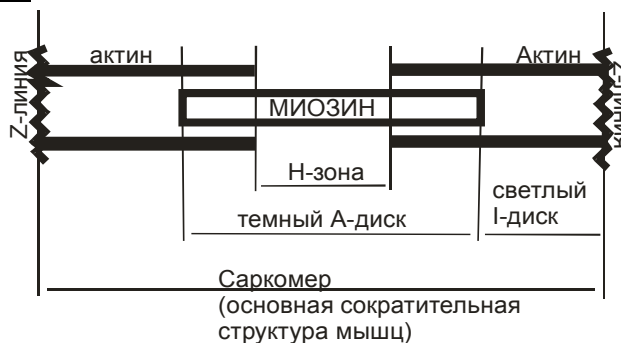


Рис 22. Миофиламенты

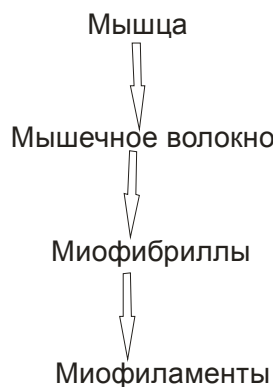


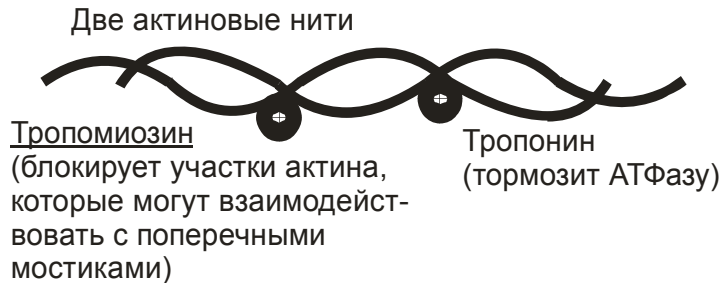
Рис. 23. Мышца – мышечное волокно – миофибриллы – миофиламенты

Основные белки мышц:

1. Саркоплазматические белки: ферменты, миоглобин (депонирует O₂).
2. Миофибриллярные белки: миозин (55% всех белков мышц), актин, тропонин.
3. Белки стромы – эластин и коллаген (саркоплазма и Z-линия).

Гликоген – 0,3 – 3%.

4.2. Мышечное сокращение



В ПОКОЕ НЕ ПРИКРЕПЛЕНЫ.
Тропонин и АТФ осуществляют двойное ингибирование.
Оба активизируются Ca⁺⁺



Рис 24. Механизм мышечного сокращения. Покой

Процесс сокращения.

Деполаризация мембран цистерн и продольных трубочек приводит к выходу из них Ca⁺⁺, который запускает механизм сокращения – он инактивирует тропонин, освобождает АТФазность и поперечные мостики начинают осуществлять продольную тягу актиновых нитей (теория скольжения). Кальциевый насос откачивает Ca⁺⁺ обратно в цистерны и поперечные мостики отсоединяются. Цикл повторяется пока есть Ca⁺⁺ и АТФ.

Максимальное сокращение саркомера – на 20 – 50%, растяжение – на 120% (амплитуда – почти в 3 раза).

4.3. АТФ и энергетические системы ее ресинтеза

Источники энергии.

Фотосинтез:

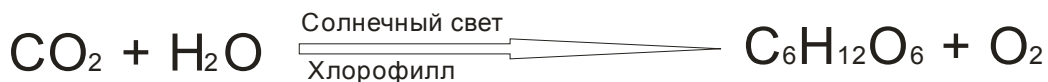
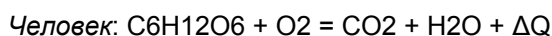


Рис 25. Фотосинтез



Обмен энергии в организме.

1 кал = 4,184 Дж = t, необходимой для увеличения температуры 1 г. воды с 14, 5 градуса С до 15,5.

1 г. углеводов = 1 г. аминокислот = 4,1 ккал

1 г. fats = 9,3 ккал.

Человек в покое сжигает 8000 кДж (примерно 2000 ккал), спортсмен – 21000 кДж (примерно 5000 ккал).

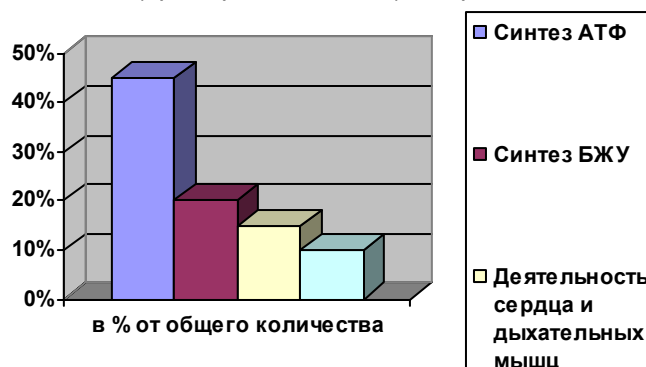


Диаграмма 7. Затраты энергии человека в покое

АТФ – высокоэнергетическое (макроэргическое) фосфатное соединение. Это единственный прямой источник энергии мышечного сокращения.

Гидролиз – расщепление АТФ:

АТФ + миозин АТФаза = АДФ + фосфатная группа + 10 ккал свободной энергии.

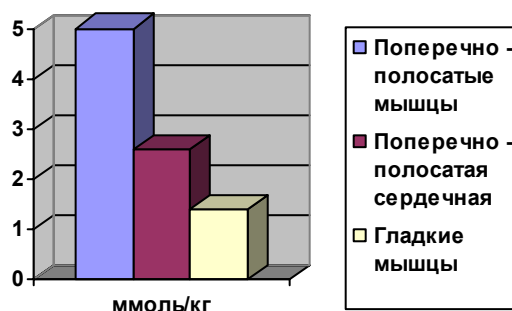


Диаграмма 8. Концентрация АТФ в мышечной ткани

АТФ – универсальный источник энергии в организме. **Цикл АТФ ↔ АДФ** – главный и универсальный процесс аккумуляции и переноса химической энергии в организме (1941 г. **Ф. Липман**).

Total АТФ в организме человека – величина постоянная и примерно равна 50 г. (5 ммоль/кг). Может снижаться в течении нескольких секунд на 20 – 25%.

АТФ находится в середине шкалы между веществами с высоким и низким потенциалом переноса фосфатной группы:

1. КрФ – 12 ккал, неустойчив в воде.
2. АТФ – 7 ккал, устойчив в воде.
3. С6Н12О6

Гидролиз АТФ:



Рис 26. Гидролиз АТФ.

Концентрация АТФ – 0,04 – 0,1 г/кг.

Функции АТФ:

1. Ингибитор (как тропонин).
2. Энергия для движения поперечных мостиков.
3. Энергия для транспортировки Ca⁺⁺.

Количество АТФ – 5 ммоль/кг (около 0,1 г) – этого хватит на интенсивную работу 0,5 – 1,5 сек (3 – 4 одиночных сокращений максимальной силы).

Для поддержания мышечного сокращения скорость ресинтеза АТФ должна быть равна скорости гидролиза АТФ.

Ресинтез АТФ – это связывание АТФ с фосфатом за счет энергии, накопленной в химических связях углеводов, жиров и белков, которая высвобождается при их расщеплении. Образуется АТФ.

Фосфорилирование – присоединение фосфата:

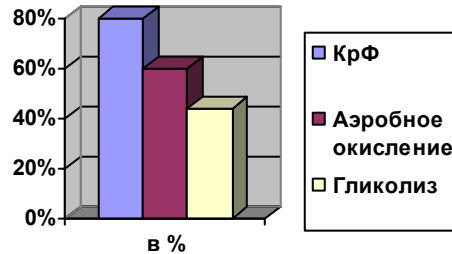
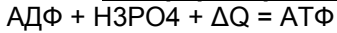


Диаграмма 9. Эффективность фосфорилирования энергетических систем ресинтеза АТФ

Перефосфорилирование – реакция переноса фосфата с одного вещества на другое, например, креатинфосфатная энергетическая система ресинтеза АТФ.

Таблица 8. Энергетические системы ресинтеза АТФ

Анаэробic	1) фосфагенный или креатинфосфатный.
	2) лактацидный (glycolitic)
Аэробic	3) oxidative

Степень участия той или иной энергетической системы в ресинтезе АТФ зависит от силы и продолжительности мышечного сокращения, а так же от условий работы (в первую очередь, обеспеченность кислородом).

Характеристика энергетических субстратов:

1. Емкость – всего количество накопленной энергии.
 2. Мощность – количество высвобождающейся энергии за единицу времени.
- Мозг и сердце – аэробный механизм.

ФОСФАГЕННАЯ (КРЕАТИНФОСФАТНАЯ) ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕСТИНТЕЗА АТФ.

АТФ и КрФ – это фосфагены.

Это первый энергетический резерв мышцы, действует как немедленный источник ресинтеза АТФ. Обладает наибольшей мощностью, но наименьшей емкостью (около 5 секунд).

Расщепление: КрФ = креатин + фосфат + 10,5 ккал свободной энергии, которая немедленно идет на ресинтез АТФ, который происходит почти мгновенно.

Креатинфосфат сосредоточен непосредственно на сократительных нитях миофибрилл:

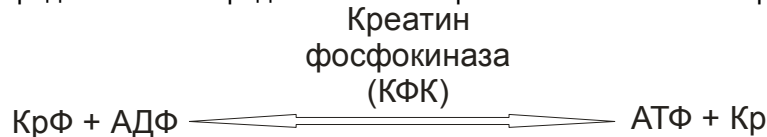


Рис 27. Реакция перефосфорилирования КрФ

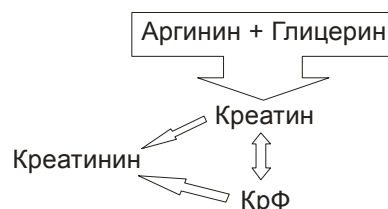


Рис 28. Синтез и распад креатина и креатинфосфата

Эта энергетическая система является биохимической основой скоростно-силовых качеств. Достигает максимума через 0,5 – 0,7 сек интенсивной работы и поддерживается у нетренированных 10 – 15 сек, а у высокоотренированных – 25 – 30 сек. Концентрация КрФ – 15 ммоль/кг (0,3 г). Через 5 сек интенсивной работы снижается на треть, через 15 сек – на 50% и уступает место гликолизу. Концентрация КрФ может быть увеличена в 2 раза в результате тренировок и введения дополнительного КрФ.

ЛАКТАЦИДНАЯ (GLYCOLITIC) ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕСИНТЕЗА АТФ.

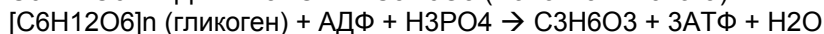
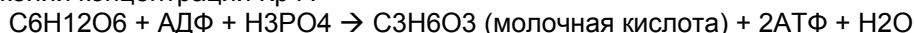
Анаэробный гликолиз происходит исключительно в саркоплазме, где находятся гликолитические ферменты – фосфофруктокиназа (ФФК). Высокая концентрация АТФ ее ингибирует, а высокая концентрация АДФ и АМФ активирует.

Большая мощность. Развертывается с начала мышечной работы и достигает максимума через 30 – 40 сек и удерживается до 1 – 2 мин – небольшая емкость. Однако эта емкость лимитируется не количеством субстрата, а количеством (концентрацией) конечного продукта деятельности этой энергетической системы – молочной кислоты, замедляющей гликолиз.

Гликолиз – анаэробное расщепление глюкозы и гликогена с образованием энергии и молочной кислоты. КПД – 40%.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ СКОРОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ.

Гликолитические ферменты активизируются в саркоплазме при увеличении концентрации АДФ и фосфата и понижении концентрации КрФ:



Включается через 30 сек и работает до 2 – 6 минуты. Умеренный сдвиг рН активизирует аэробное образование АТФ, усиливается поступление H₂O внутрь мышечного волокна, молочная кислота диффундирует в кровь, где через буферную систему образует избыток CO₂, в результате чего резко усиливается легочная вентиляция.

OXIDATIVE ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕСИНТЕЗА АТФ.

Осуществляется в митохондриях.

1. Fats – бета – окисление – образует АТФ за счет окисления жирных кислот. Максимальная емкость, минимальная мощность. Самое легкое топливо. В жирных кислотах значительно меньше молекул кислорода, чем в глюкозе, поэтому для их окисления требуется намного больше кислорода.

2. Окисление глюкозы (при увеличении мощности работы). КПД 45%.



3. Окисление аминокислот – как заменитель глюкозы.

БИОХИМИЧЕСКОЙ ОСНОВОЙ ОБЩЕЙ ВЫНОСЛИВОСТИ является аэробный механизм – 90% ресинтеза АТФ в покое.

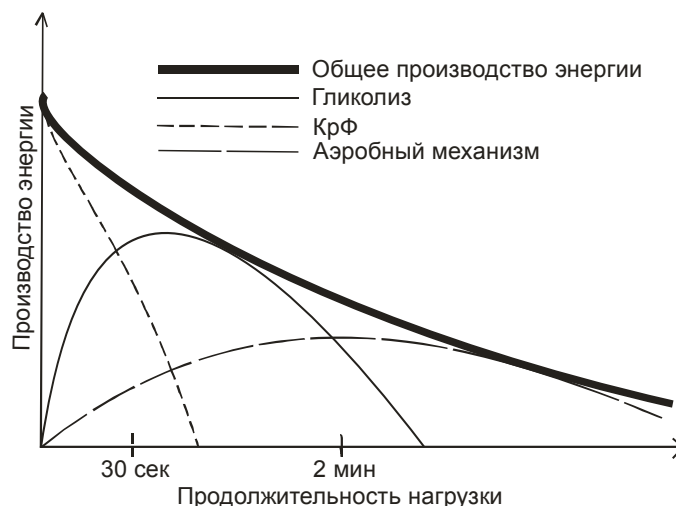


Рис 29. Последовательность вклада механизмов ресинтеза АТФ

Кислородный дефицит – разность между кислородным запросом и реальным потреблением кислорода.

МИОКИНАЗНАЯ СИСТЕМА РЕСИНТЕЗА АТФ – перефосфорилирование между двумя АДФ с участием фермента миокиназы. Аварийный источник при значительном повышении концентрации АДФ в саркоплазме и нехватке других механизмов:



Рис. 30. Миокиназный механизм ресинтеза АТФ

Хемомеханическое сопряжение – эффективность преобразования АТФ в механическую работу. В аэробном и анаэробном режиме она примерно 50%.

Общий КПД механической работы складывается из эффективности фосфорилирования и хемомеханического сопряжения (**Em**):

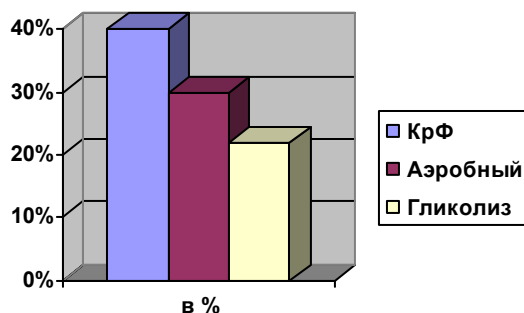


Диаграмма 10. Общий КПД механической работы

Метаболический КПД – часть энергии, накапливаемой в АТФ.

Содержание гликогена может быть увеличено в 3 раза, КрФ – в 2 раза, скорость гликолиза – в 1000 раз.

Таблица 10. Концентрация энергетических субстратов и рН в скелетных мышцах (ммоль/кг сырой ткани)

	Состояние покоя	Состояние изнеможения
АТФ	5	3
КрФ	15	1
Гликоген	85	50
Лактат	2	32
рН	7,0	6,3

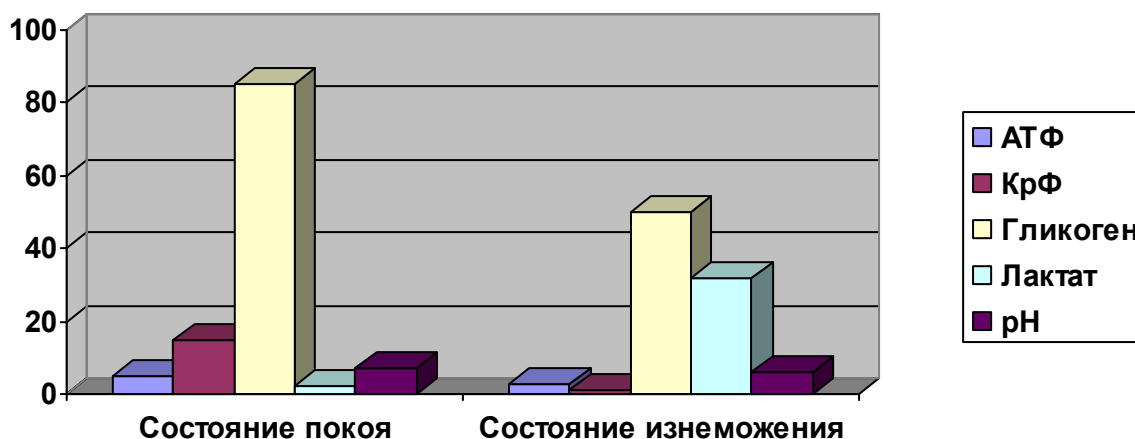


Диаграмма 11. Концентрация энергетических субстратов и рН в скелетных мышцах (ммоль/кг сырой ткани)

Основным источником глюконеогенеза являются аминокислоты.

ГЛАВА 5. АНАТОМИЯ КОСТНОЙ И МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМ ЧЕЛОВЕКА

5.1. Пространственная ориентация, применяемая в анатомии

Схема плоскостей тела человека.

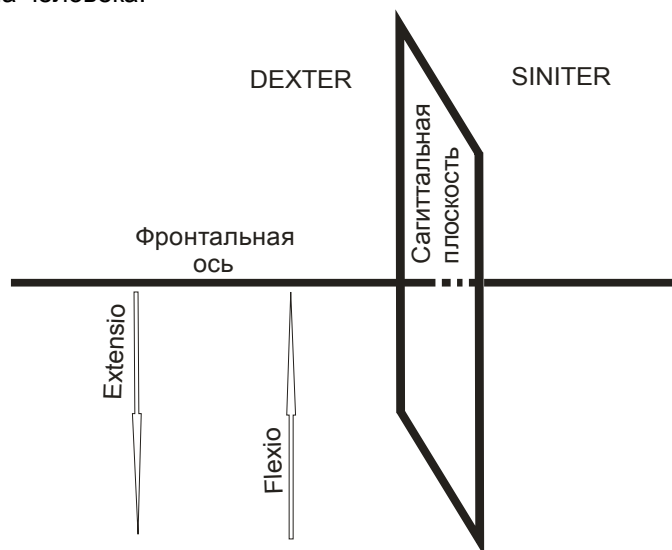


Рис 31. Сагиттальная плоскость

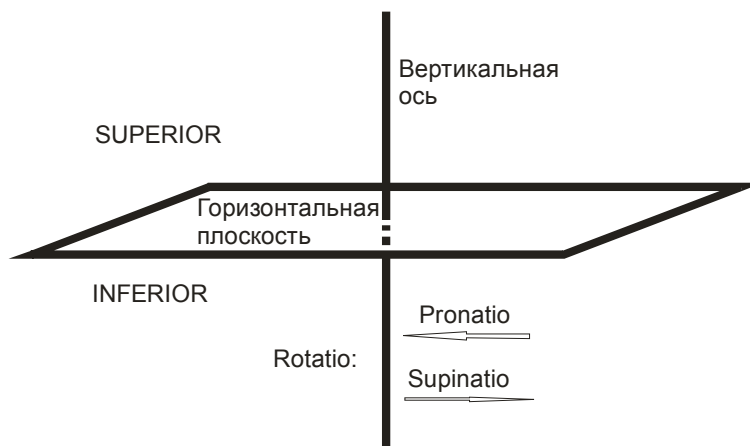


Рис 32. Горизонтальная плоскость

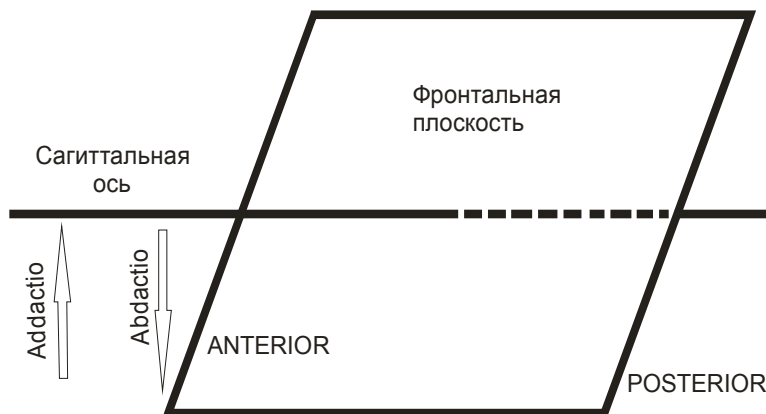


Рис 33. Фронтальная плоскость

Когда один конец закреплен, а свободный проходит через несколько плоскостей, такое движение называется вращение.

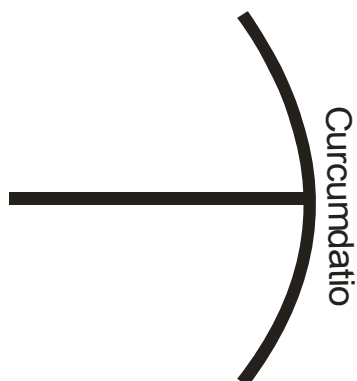


Рис 34. Вращение

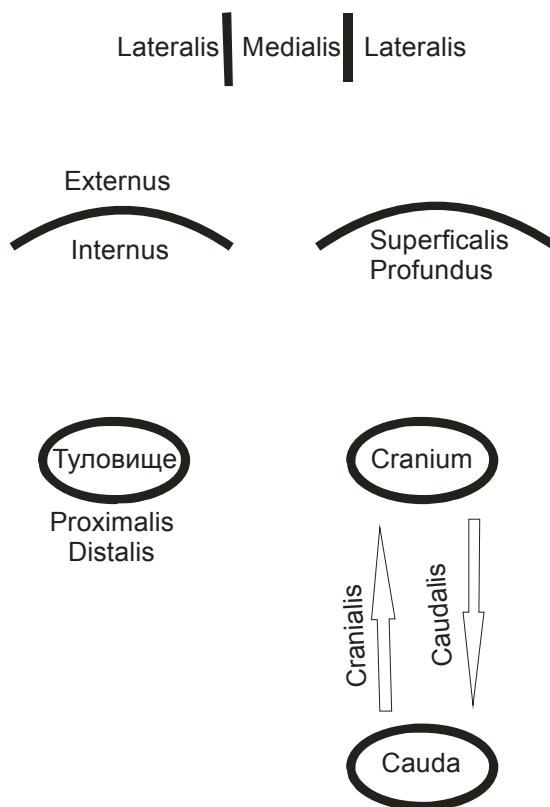


Рис 35. Пространственные названия

5.2. Кости и костная система человека

t. OSSEUS > 200

Skeletos, skeleton ("высохший"):

1. осевой: Columna vertebralis, Compagis thoracis, Cranium.
2. добавочный: Membri superiores at inferiores.

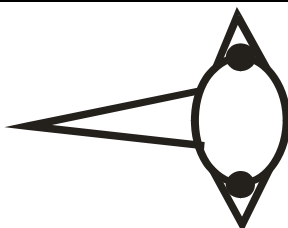


Рис 36. Vertebra vertebra

Columna vertebralis (32 -34):

1. Vertebrae cervicales (7) – отверстие поперечного отростка. Atlas – нет тела и остистых отростков.

Axis – есть зуб.

2. v. thoracis (12) – реберные ямки, черепица.

3. v. lumbales (5) – самые массивные.

4. v. sacralis -> os sacrum

5. os coccygus.

S
t
Costa e Costa
r
Costa n Costa
u
m

Рис 37. Compagis thoracis

Cranium (a. atlascranialis):

1. кости мозгового черепа (8), например, os. occipitale (затылочная).

2. кости лицевого черепа, например, os. frontale (лобная), os. mandibula (нижняя челюсть), os.

zigomaticum (скуловая).

Основной тип соединения костей – синантроз – непрерывное соединение.

Articulationes – суставы.

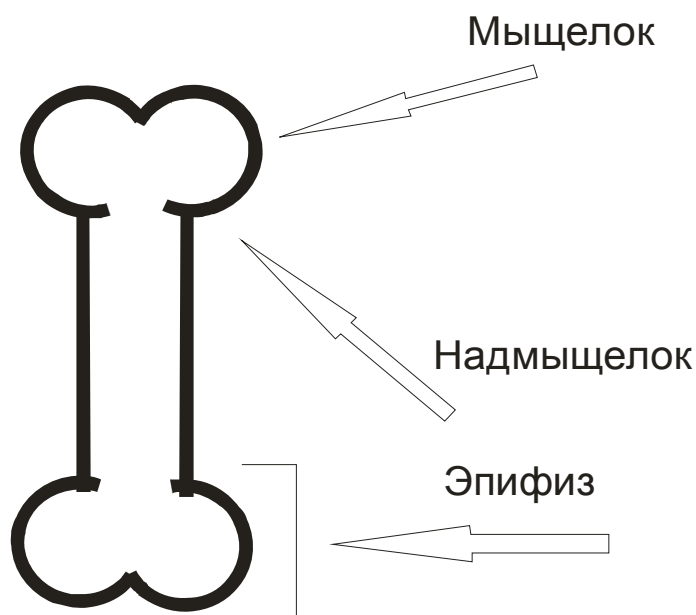


Рис 38. Мыщелок, надмыщелок и эпифиз

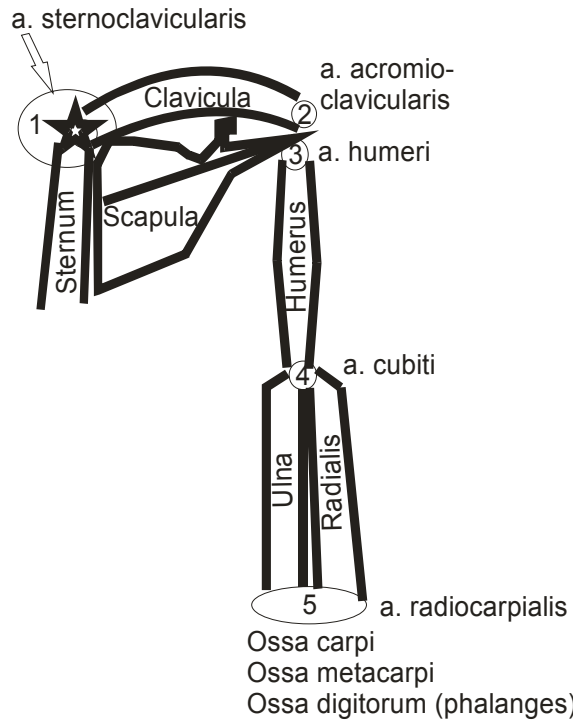


Рис 39. Membri superiores (8)

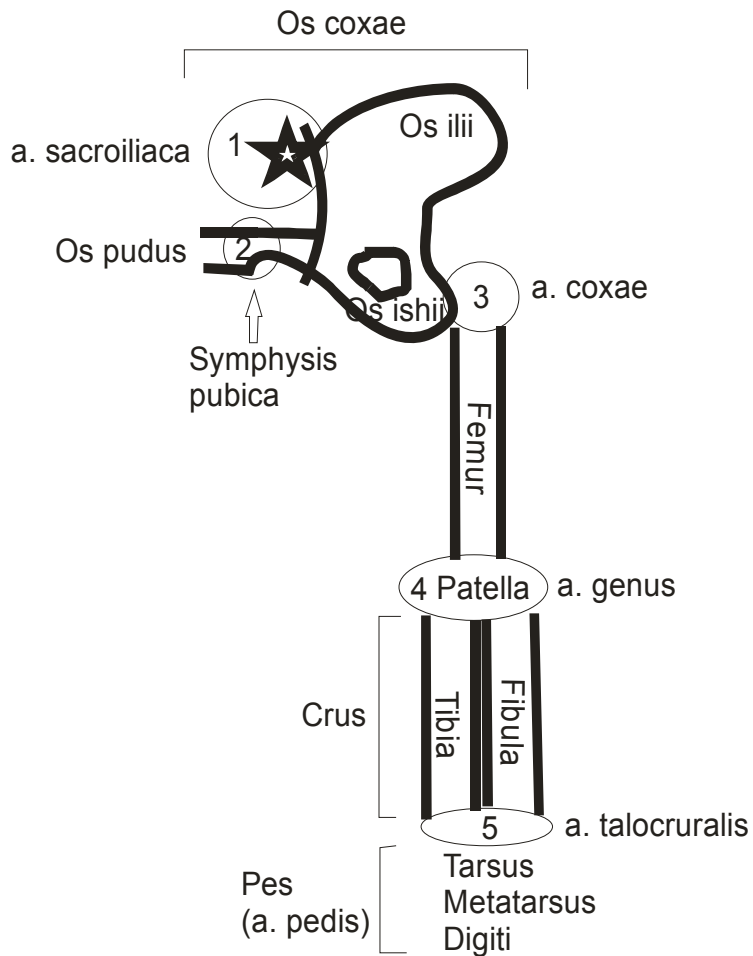


Рис 40. Membri inferiores (10)

Pelvis – таз (костное кольцо)
Pelvis major, pelvis minor.

5.3. Расположение основных скелетных мышц человека

mm. capitis: мимические и жевательные.

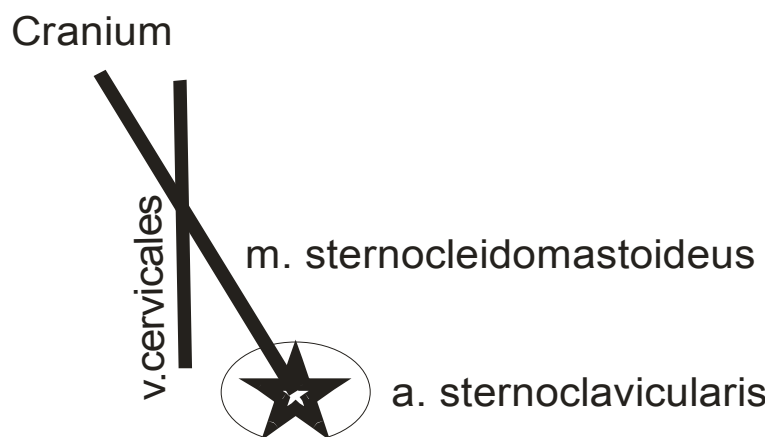


Рис 41. Грудино-ключично-сосцевидная мышца

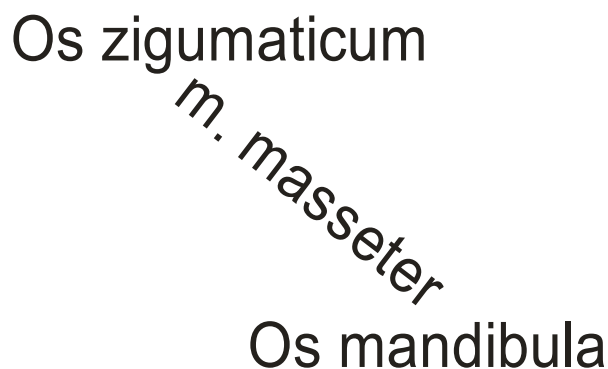


Рис 42. Жевательная мышца

Мышцы туловища: спина, грудь, живот.

mm. dorsi: парные, поверхностные и глубокие. Основные функции:

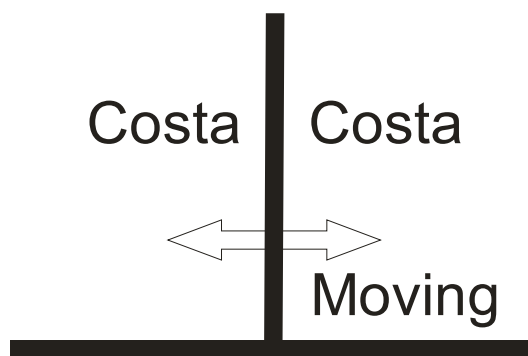


Рис 43. Основные функции мышц спины

mm. dorsi:

1. *m. trapezius*
2. *m. latissimus dorsi*
3. *m. levator scapulae*
4. *m. romboidei minor et major*
5. *m. serratus posterior, superior et inferior*

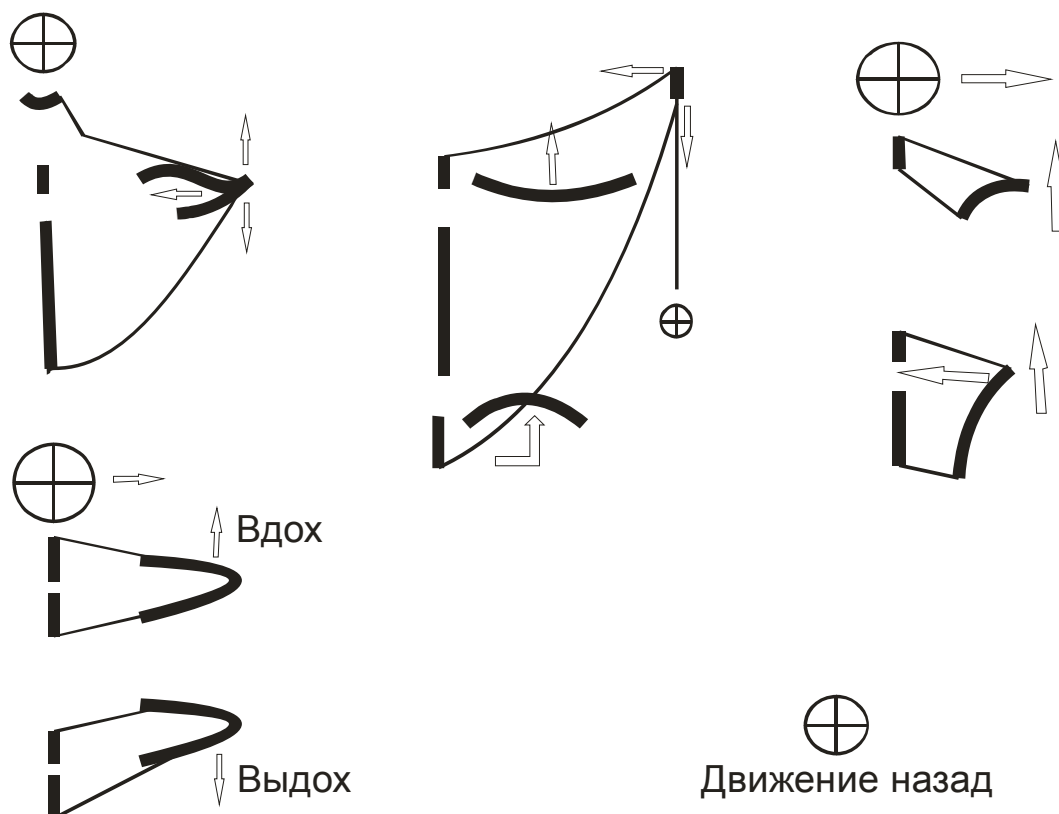


Рис 44. Поверхностный слой мышц спины

1. *m. splenius capitis et cervicis*
2. *m. erector spinae* (*m. spinalis*, *m. longissimus*, *m. iliocostalis*)
3. *m. transversospinalis* (*m. semispinalis*, *mm. multifidi*, *mm. rotatores*)
4. *mm. interspinalis et intertransverarii*
5. *mm. suboccipitales*.

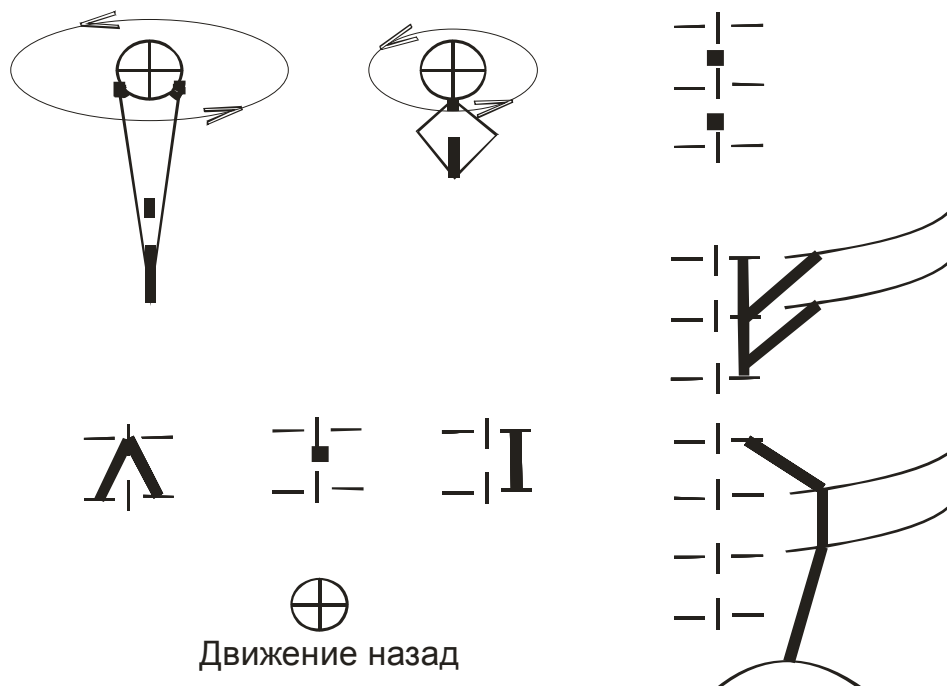


Рис 45. Глубокие слои мышц спины

mm. thoracis: поверхностные и глубокие.

1. m. pectoralis major
2. m. pectoralis minor
3. m. subclavius
4. m. serratus anterior

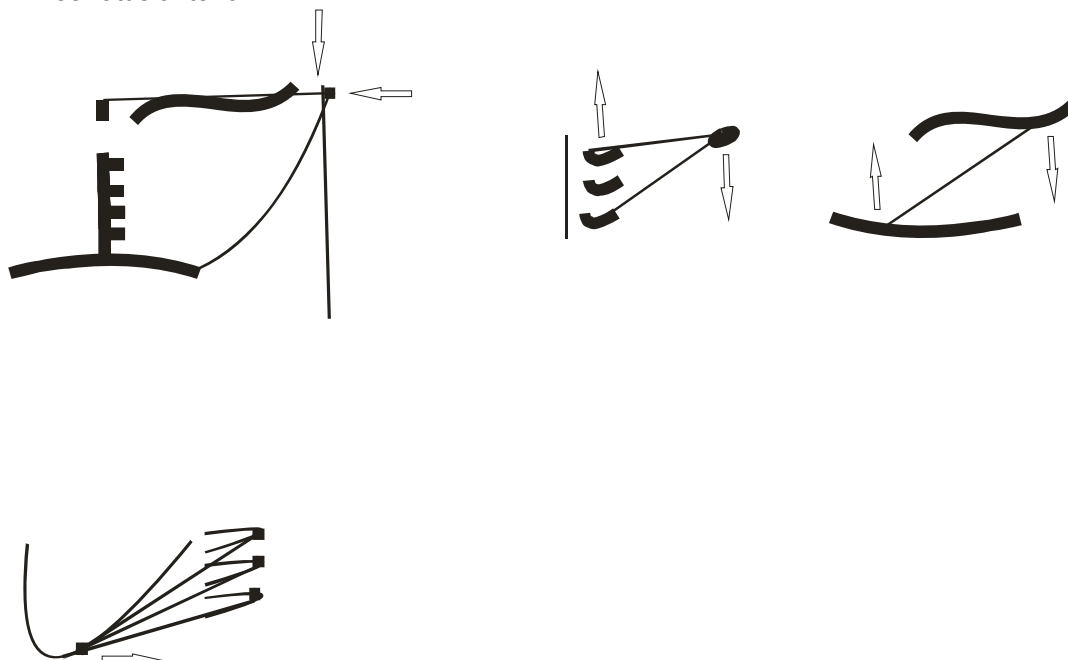


Рис 46. Поверхностный слой мышц груди

1. mm. intercostales interni et externi
2. mm. subcostales
3. mm. transverses thoracis
4. mm. levatores costarum (brevis et longi)

mm. abdominis:

diaphragma

m. rectus abdominis

m. pyramidalis

-
1. m. obliquus externus et internus abdominis
 2. m. transverses abdominis
-
3. m. quadratus lumborum

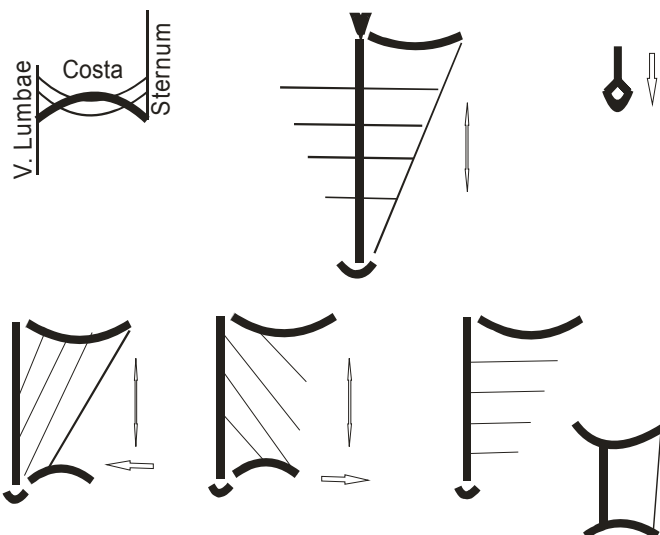
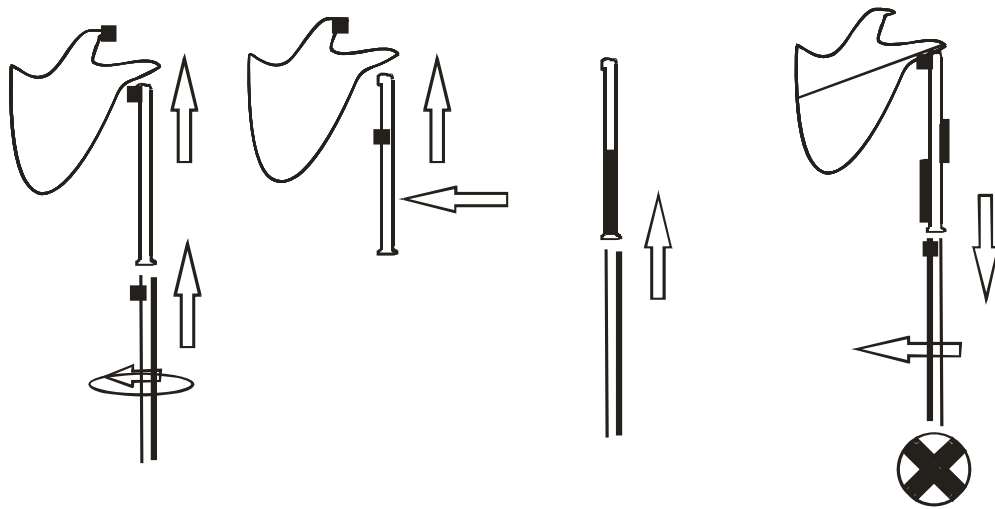



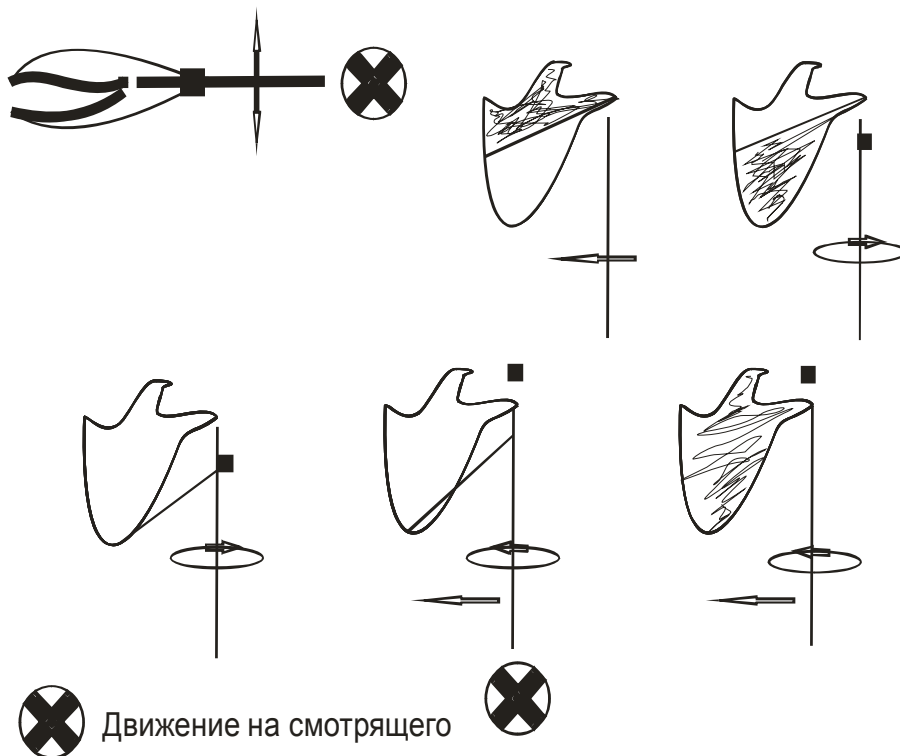
Рис 47. Диафрагма и мышцы живота



 Движение на смотрящего

mm. membri superiores: мышцы плечевого пояса и свободной части верхней конечности.

1. m. deltoideus
2. m. supraspinatus et infraspinatus
3. m. teres minor et major
4. m. subscapularis





 Движение на смотрящего 

Рис 48. Мышцы плечевого пояса

1. m. biceps brachii
 2. m. coracobrachialis
 3. m. brachialis
-
4. m. triceps brachii
 5. m. anconeus
-
6. m. brachioradialis
 7. m. pronator teres
-
8. m. abductor pollicis

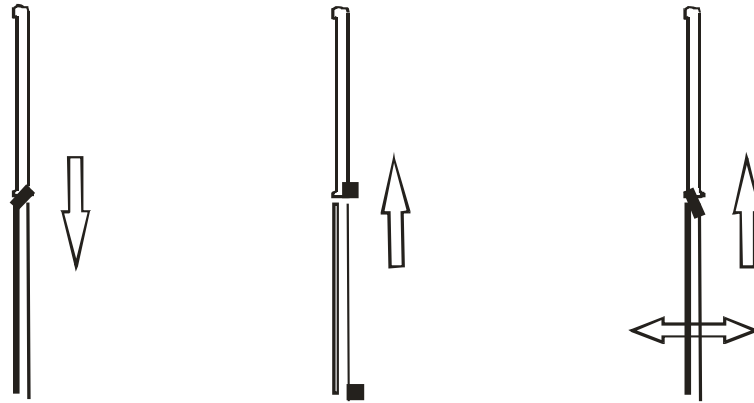


Рис 49. Мышцы свободной части верхней конечности

mm. membri inferiores: мышцы пояса нижних конечностей и мышцы свободной конечности.

1. m. gluteus maximus, medius, minimus
2. m. iliopsoas
3. m. piriformus, m. quadratus femur, m. obturatorius internus et externus, m. gemellus superior et inferior
4. m. tensor fasciae latae

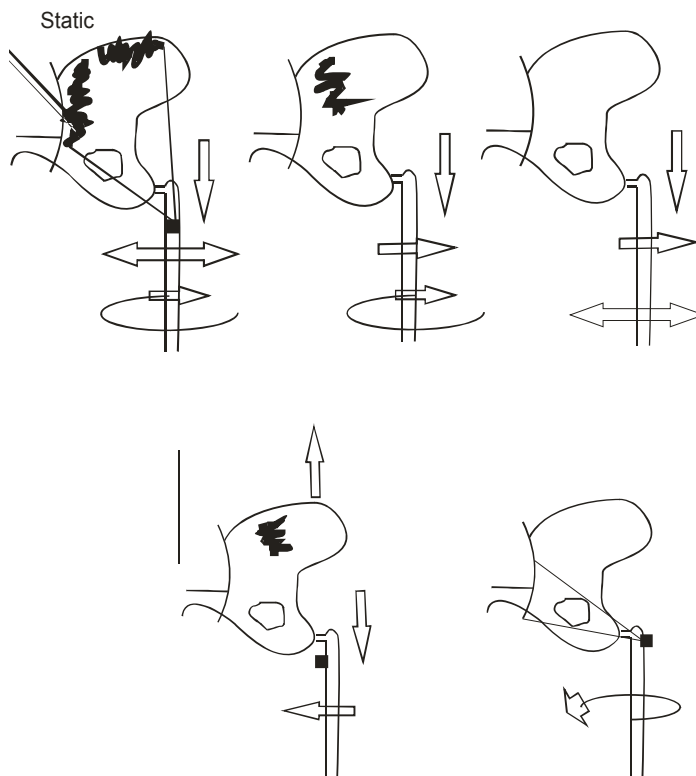


Рис 50. Мышцы пояса нижней конечности

1. m. sartorius
2. m. quadriceps femoris

3. m. adductor magnus, longus et brevis
4. m. pectineus (гребенчатая), m. gracilis (тонкая)

5. m. biceps femoris
6. m. semitendinosus
7. m. semimembranosus

8. m. triceps surae (m. gastrocnemius, m. soleus)
9. m. tibialis anterior
10. m. popliteus

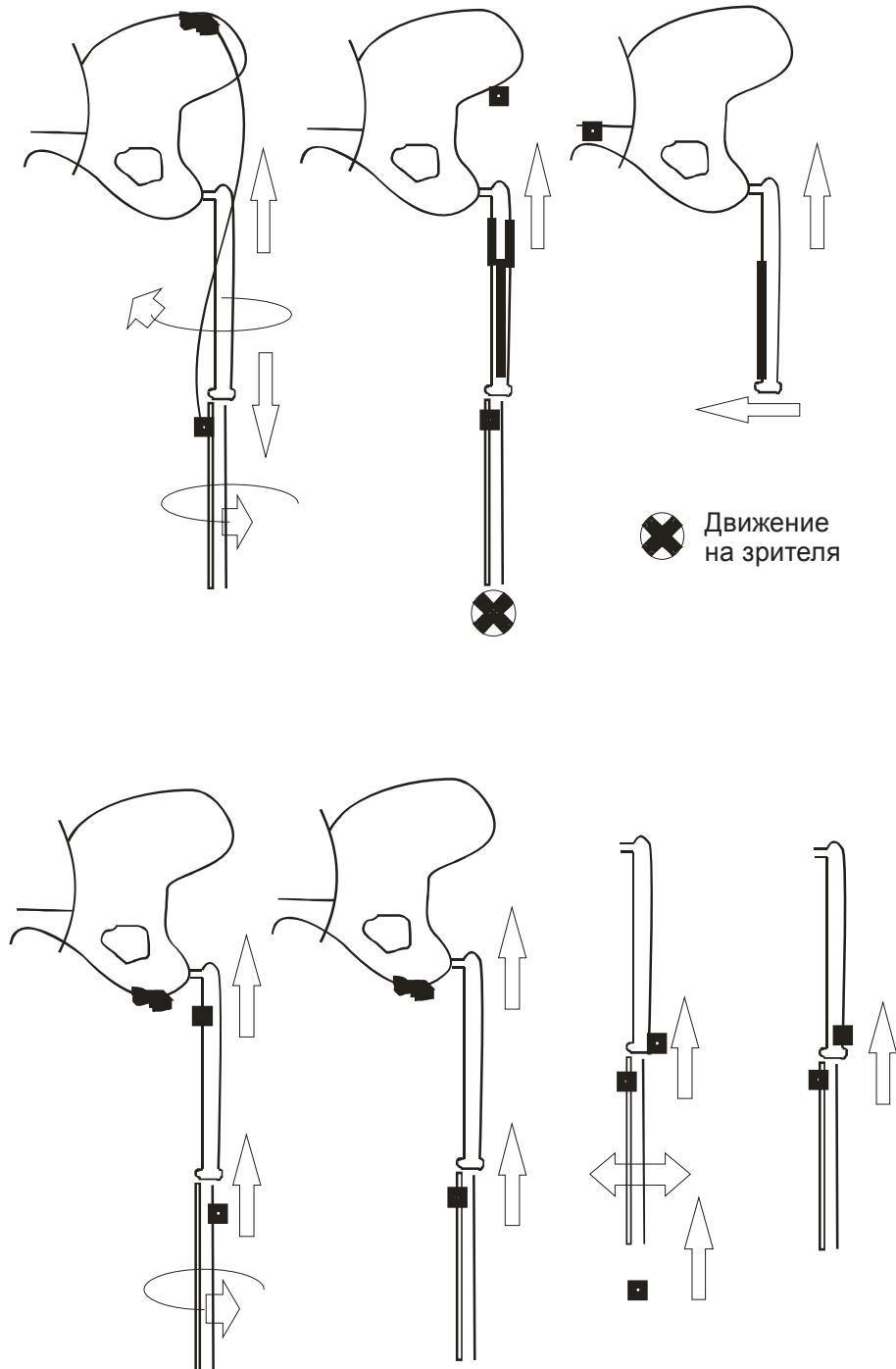


Рис 51. Мышцы свободной части нижней конечности

ГЛАВА 6. ДРУГИЕ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

6.1. Схемы других систем человека

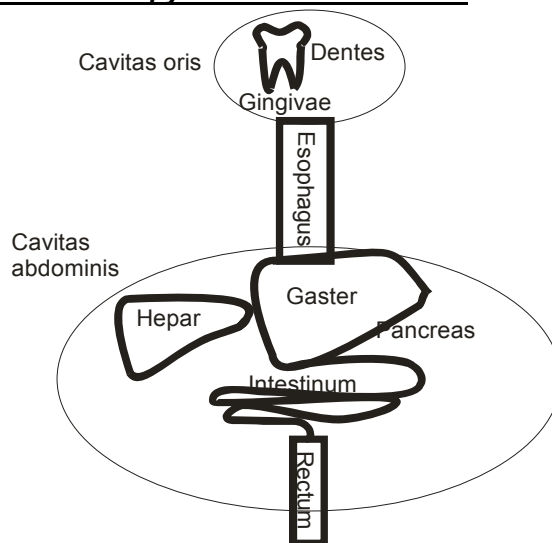


Рис 52. Пищеварительная система

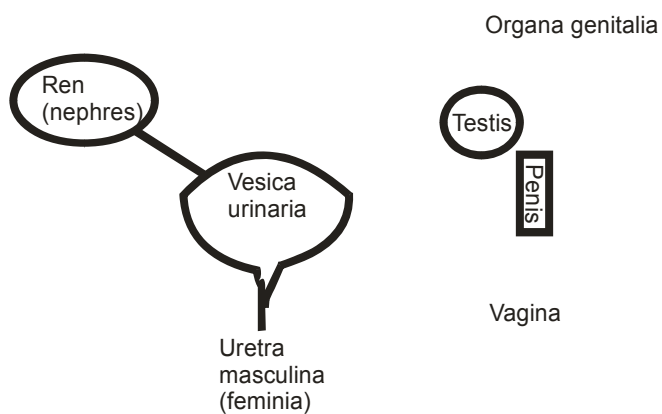


Рис 53. Мочеполовой аппарат

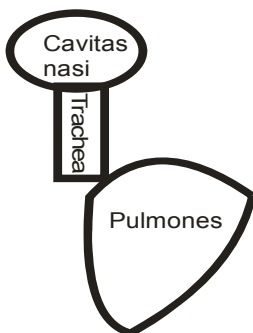


Рис 54. Дыхательная система

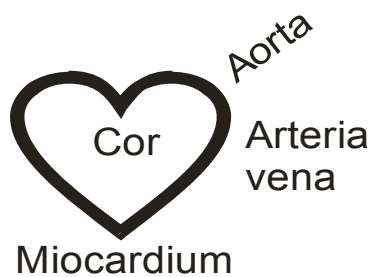


Рис 55. Сердечно-сосудистая система

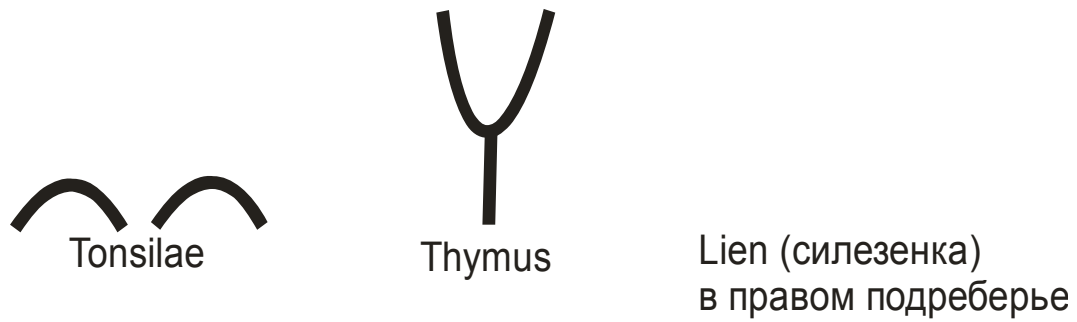


Рис 56. Органы иммунной системы

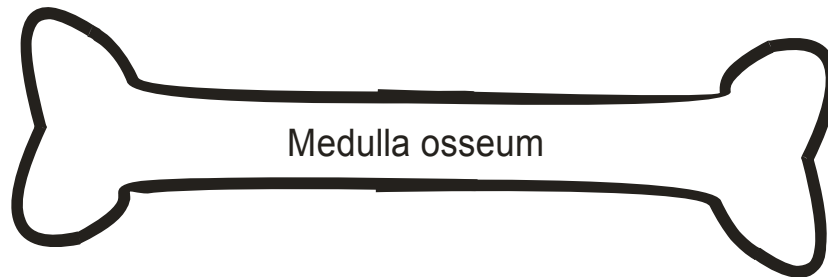


Рис 57. Костный мозг

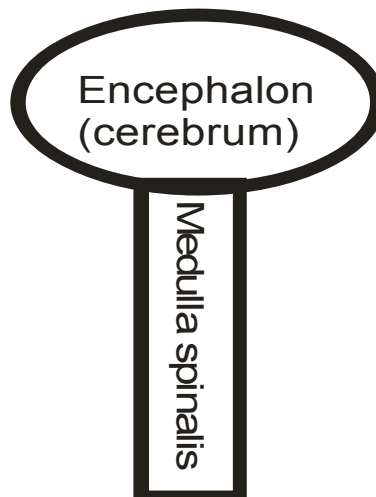


Рис 58. Головной и спинной мозг

6.2. Нервная система

Нейрон – нервная клетка.

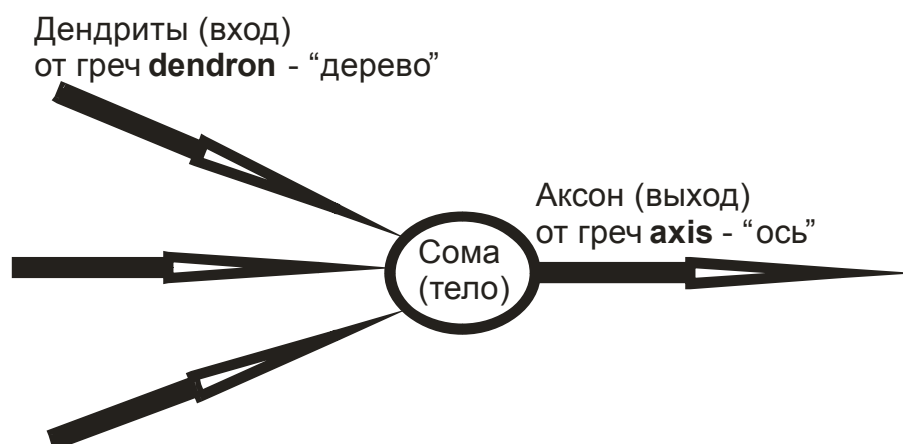


Рис 59. Нейрон

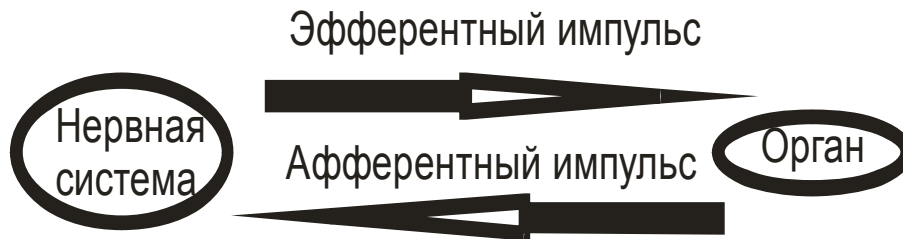


Рис 60. Эфферентный и афферентный импульсы

Мозг:

1. 2% от веса тела
2. от 25% у взрослого до 50% у новорожденного потребления всего кислорода
3. 1/6 – 1/8 потребления всей энергии, 90% глюкозы крови – используется без инсулина. Нет своих запасов энергии.
4. Общая длина проводящих путей в головном мозге – 300-400 тыс км (расстояние от Земли до Луны)

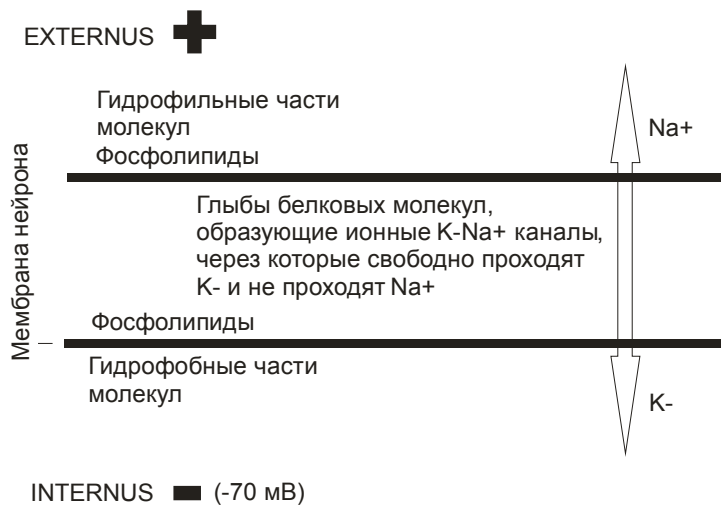


Рис 61. Мембранный потенциал покоя нейрона

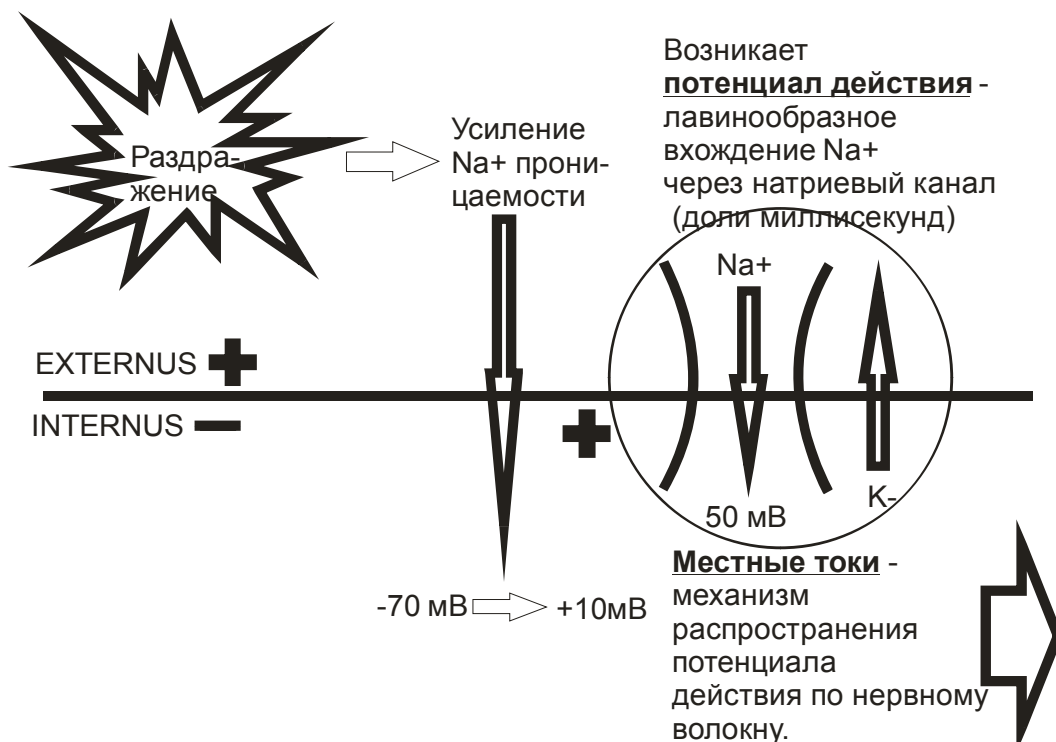


Рис 62. Механизм возникновения нервного импульса

Натриево – калиевый насос – специальный метаболический механизм, восстанавливающий исходный мембранный потенциал покоя.

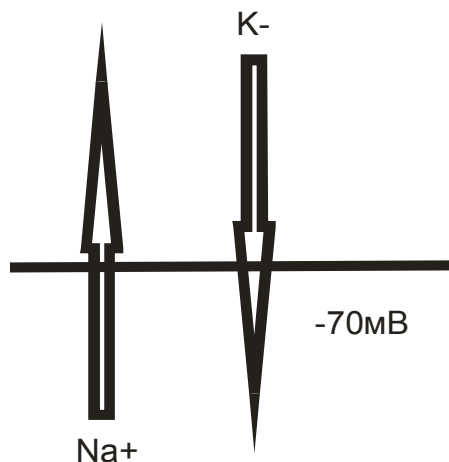


Рис 63. Натриево-калиевый насос

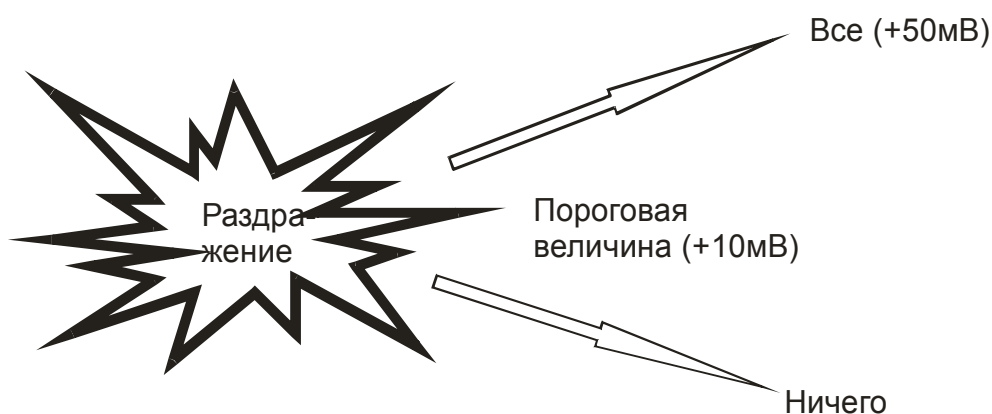


Рис 64. Принцип "все или ничего"

Потенциал действия либо развивается достаточно сильно, либо не развивается вообще – это гарантия проведения импульса без затухания. Во время развития потенциала действия мембрана нейрона инактивируется – т.е. утрачивает способность отвечать на какие-либо раздражения новым усилением Na^+ проницаемости мембраны. После абсолютной рефракции наступает период относительной рефракции – т.е. новый потенциал действия может развиваться только в ответ на очень сильное раздражение. Явление абсолютной рефракции гарантирует одностороннее проведение импульса.

Связь между нейронами осуществляется химическим путем через синапс (от. греч. **synaps** – "контакт")

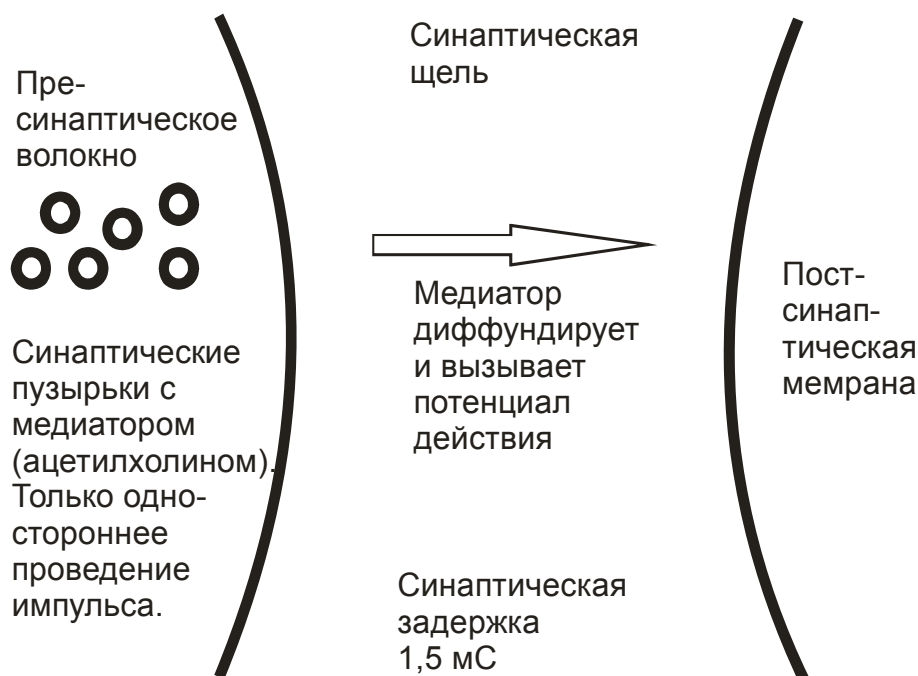


Рис 65. Синапс

АцетилКоА + холин = ацетилхолин.

6.3. Эндокринная система

Эндокринная система (от греч. endon – «внутри» и krino - «выделение») – железы, не имеющие собственных протоков, но выделяющих во внутреннюю среду организма биологически активные вещества (**гормоны**), влияющие на рост, обмен веществ и половое развитие. Звено нервнотуморальной регуляции.

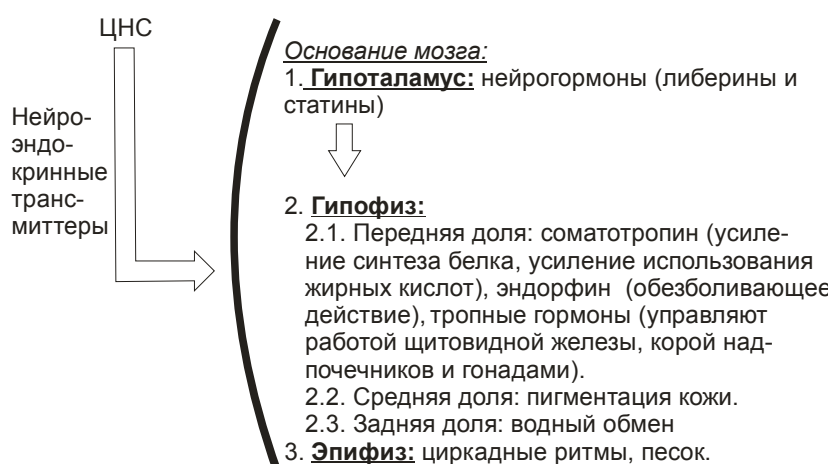


Рис 66. Эндокринная система человека (гипоталамус, гипофиз, эпифиз)

КОРКОВЫЙ СЛОЙ НАДПОЧЕЧНИКОВ

Кортикостероиды или кортикоиды (40):

- Минералокортикоиды** – Na – K баланс.
- Глюкокортикоиды** – адаптативные гормоны (**кортизол**). Мобилизация пластических ресурсов организма за счет смещения в катаболизм (мобилизация аминокислот и снижение синтеза белков). 50%

всего кортизола выделяется утром. Усиливают синтез глюкозы в печени из веществ неуглеводной природы (аминокислот, жирных кислот).

3. **Стероидные гормоны** – аналоги половых гормонов – эстрагены и андрогены (от греч. **andros** – «мужчина», присутствую и у мужчин и у женщин).

МОЗГОВОЙ СЛОЙ НАДПОЧЕЧНИКОВ.

Управляется ЦНС через симпатические нервы, вырабатывают катехоламины:

1. Адреналин – гормон тревоги. Мобилизует энергетические окислительные процессы, липолитические действия, деятельность сердца и нервную возбудимость.

2. Норадреналин – непосредственно предшествует образованию адреналина. Синтезируется в основном в окончаниях симпатических нервов. Главная роль – сосудодвигательные реакции. резервы организма – анаэробный распад гликогена, усиливает

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА – самая крупная (20 г.)

Тироксин – окислительные процессы и термогенез. Гипофункция – кретинизм (задержка развития), гиперфункция – базедова болезнь.

ПАРАЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА – Са обмен.

ТИМУС (ВИЛОЧКОВАЯ ЖЕЛЕЗА) – иммунологические реакции.

ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ (ГОНАДЫ):

1. Образование половых клеток (сперматозоиды и яйцеклетки).
2. Выработка гормонов.

Мужчина	Женщина
Тестостерон (от лат. testis – "семенники"): вторичные половые признаки, половая активность, синтез белка. Клетки Лейдинга.	Эстроген – вторичные половые признаки, половое поведение. В случае оплодотворения – прогестерон – способствует развитию плода и тормозит овуляцию.

Цикличность образования женских половых гормонов – половой цикл (27 – 28 дней):

1. Преовуляционный – фолликул выступает над поверхностью яичника. Эстроген.
2. **Овуляция** – тах концентрация эстрогена. Остатки фолликула превращаются в желтое тело – прогестерон. Выход яйцеклетки.
3. Послеовуляционная менструация.
4. Период покоя.

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА – пищеварительная и эндокринная ткани.

Островки Лангерганса – эндокринная ткань железы (около 1% от всего органа):

β-клетки - инсулин (от лат. insula – «остров»). Главный завхоз: усиливает проницаемость клеточных мембран для глюкозы, увеличивает содержание гликогена и жира, регулирует синтез белка.

α-клетки – глюкагон – антагонист инсулина: усиливает расщепление гликогена и жиров.

Δ-клетки – соматостатин.

Секреция зависит от концентрации в крови глюкозы и аминокислот.

ГОРМОНЫ – биологически активные вещества, синтезируемые в эндокринных железах (железах внутренней секреции) – не имеющих собственных выводящих протоков и выбрасывающих гормоны в кровь, лимфу или межклеточную жидкость.

Выработка гормонов регулируется ЦНС. ЦНС оказывает быстрое локальное регулирование, а гормоны – более медленное и длительное.

Концентрация тестостерона в покое у мужчин – 20 – 40 мкг, у женщин – 2 – 4 мкг.

Гормоны действуют через **рецепторы** – специальные белки на мембранах клетки, в цитоплазме или ядре, с которыми гормоны связываются и оказывают свое **регулирующее действие**:

1. Изменение скорости синтеза белка.
2. Изменение проницаемости мембраны.
3. Изменение активности ферментов.

Тканевые гормоны – био активные вещества, синтезируемые не в эндокринных железах и оказывающих местное регулирующее воздействие, например, на стенках желудка и кишечника.

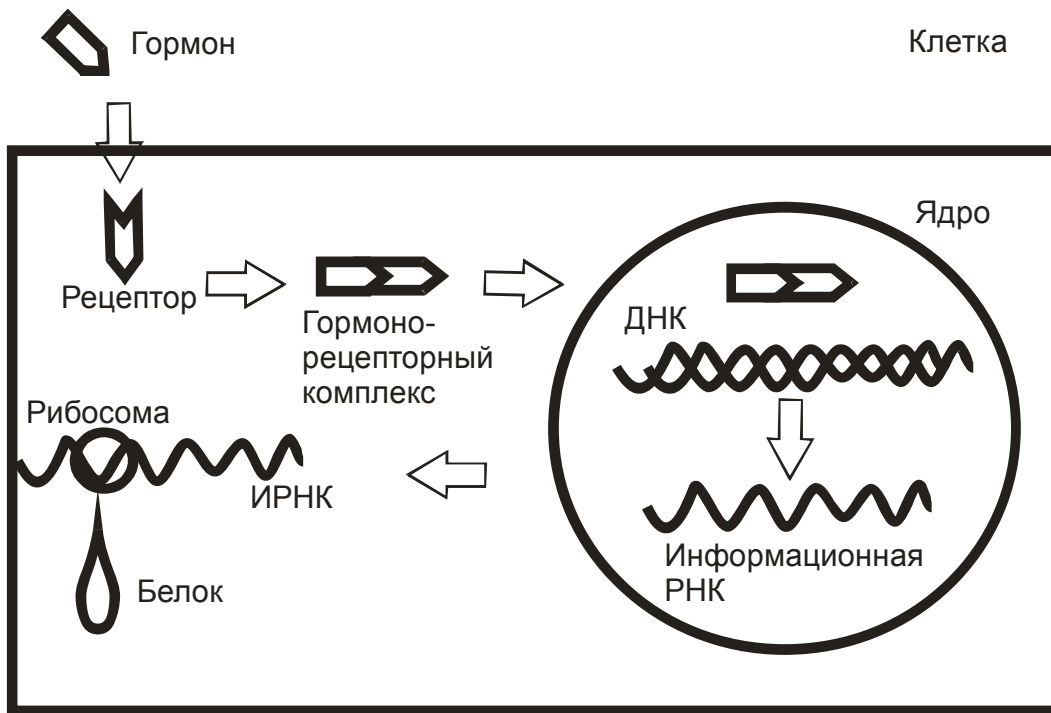


Рис 67. Схема действия стероидного гормона

ГЛАВА 7. АДАПТАЦИЯ. УТОМЛЕНИЕ

ОБЩИЙ АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ

Общие неспецифические приспособительные реакции – общая мобилизация энергетических и пластических ресурсов. Срочные реакции вызывают адаптационный синтез белков, что приводит к долговременной адаптации.

Развертывание ОНПР – "**состояние стресса**" (от англ. **stress** – "напряжение").

Стадии общего адаптационного синдрома:

1. **Стадия тревоги** – развертывание ОНПР (стресс): увеличение адреналина и кортизола.

2. **Стадия резистентности** – снижение адреналина и кортизола. Адаптация осуществляется за счет повышенной в результате долговременной адаптации тканевой устойчивости.

3. **Стадия истощения** – резкое снижение сопротивляемости организма.

Утомление – временное снижение работоспособности, возникающее в процессе работы, сигнализирующее о приближении неблагоприятных изменений в организме.

Биохимические факторы утомления при следующей мощности:

1. Максимальная мощность (до 20 сек) и субмаксимальная (20 сек – 2,5 сек) – ингибирование АТФазы миозина (увеличение АДФ, Н⁺ и лактата) и уменьшение гликогена.

2. Большая и умеренная мощность (от 2,5 мин до 10 мин) – уменьшение субстратов.

Восстановление – переход метаболизма от преобладания катаболических процессов, происходящих в время работы, к анаболическим (восстановление структур, энергии, эндокринного и водно-электролитного равновесия):

1. Первые 30 мин – восполнение АТФ, КрФ и кислородного долга.

2. От 30 минуты до 6 – 12 часа – восполнение углеводных и жировых запасов, восстановление водно-электролитного равновесия.

3. 2 – 3 сутки – синтез белка.

КрФ восстанавливается за 5 – 8 мин.

Суперкомпенсация связана с увеличением концентрации анаболических гормонов.

Факторы, лимитирующие физическую работоспособность:

1. Биоэнергетические.

2. Нервномышечные (соотношение быстрых и медленных двигательных единиц).

3. Психологические.

Соотношение максимальной мощности энергетических систем:

Аэробная – Гликолитическая – Креатинфосфатная: 1:2:3

"ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ" для мышцы (факторы, лимитирующие скоростно-силовые качества):

1. Величина максимального мышечного усилия прямопропорциональна:

а) генетически обусловленные факторы:

1.1. Длине саркомера. Максимальная длинна – в запираемых мышцах моллюсков, человек – средняя, минимальная - в летательных мышцах насекомых и колибри.

1.2. Длине миозина.

б) факторы, поддающиеся изменению:

1.3. Содержанию актина (прямопропорциональна количеству КрФ).

2. **Зависимость Хилла** – сила, развиваемая мышцей, обратно пропорциональна скорости.

Максимальная скорость сокращения – в летательных мышцах насекомых, человек – средняя, минимальная – в запираемых мышцах моллюсков.

3. Мощность (сила на скорость) – зависит от сумм АТФазы миозина.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ БИОХИМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ В ПРОЦЕССЕ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ

Спортивная тренировка – это педагогический процесс по целенаправленному развитию определенных физических качеств. Это процесс целенаправленной адаптации к воздействию физической нагрузки – любая форма мышечной активности, вызывающая физиологические и биохимические изменения, способствующие росту тренированности (стимул).

Тренировочный эффект – направление и величина биохимических изменений, происходящих в ответ на физическую нагрузку.

Адаптация:

1. **Срочная** – непосредственный ответ организма на однократную нагрузку (в основном в энергетической сфере). Переходит в долговременную адаптацию через **фактор – регулятор** (свободный креатин, АМФ, пептиды, стероидные гормоны)

2. **Долговременная** – развивается на основе многократной срочной адаптации как результат суммирования следов повторных нагрузок. Связана с формированием в организме структурных и функциональных изменений, которые формируются благодаря активации нагрузками генетического аппарата клеток и синтеза в нем новых белков.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДОВ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ

Длина саркомера и длина миозина генетически обусловлены, изменению поддаются АТФазная активность миозина и увеличение синтеза сократительных белков. Для этого используется два основных приема:

1. Метод максимальных усилий - 5 – 6 повторов (КрФ).
2. Метод повторных предельных усилий – 70% от максимума. Применяется для усиления синтеза сократительных белков.

Продукты расщепления белков и свободный креатин активизируют синтез белков. КРЕАТИН – АНАБОЛИК!!!!!!

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫНОСЛИВОСТИ (продолжительность работы на заданном уровне мощности).

Запасы энергии

Скорость расходования энергии

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПИТАНИЯ

Питание является неотъемлемой частью программы тренировки, т.к. удовлетворяет пластические и энергетические потребности организма.

Кофеин усиливает распад триглицеридов, карнитин – транспорт жирных кислот в митохондрию.

Потребление белка в сутки г/кг тела (по ВОЗ):

1. Обычный человек – 1
2. Спортсмен – 1,5
3. Тяжелоатлет, культурист – 2,5

Худение – тренировки + снижение суточного потребления на 200 – 500 ккал. Скорость похудения не больше 0,5 – 1 кг/нед.

Диурез – 1,5 л/сут.