

**КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА**



Лекция № 4

Введение в миологию

Вопросы:

1. Виды мышечной ткани.
2. Строение мышечного волокна.
Ультраструктура миофибриллы. Теория мышечного сокращения.
3. Строение скелетной мышцы.
4. Классификация мышц по строению, форме, месту расположения, функциям.
5. Движения вызываемые сокращение мышц.
Работа мышц, условия, закономерности, закон рычага.

1 вопрос. Виды мышечной ткани.

Миология – учение о мышцах

myos – мышца

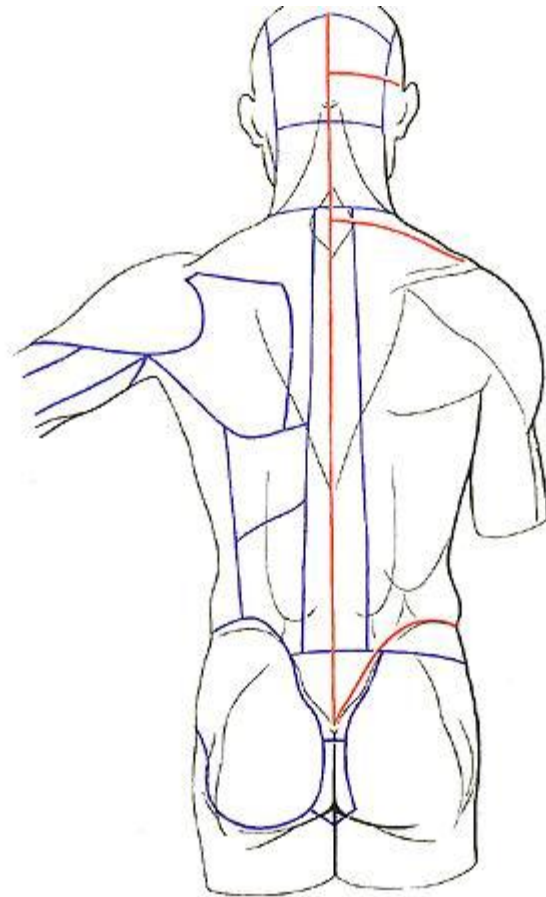
Logos – учение

Мышечная ткань образовалась из мезодермы

Функции мышц

- Движение
- Обеспечивают позы (положение в пространстве) человека
- Защищают расположенные под ними органы.
- Терморегуляция.
- Орган чувств (мышечные рецепторы называются **проприорецепторы**)
- Мимика

Мышцы формируют торс, определяют телосложение



```
graph TD; A[Мышечная ткань] --- B[Поперечнополосатая скелетная]; A --- C[Поперечнополосатая сердечная]; A --- D[Гладкая];
```

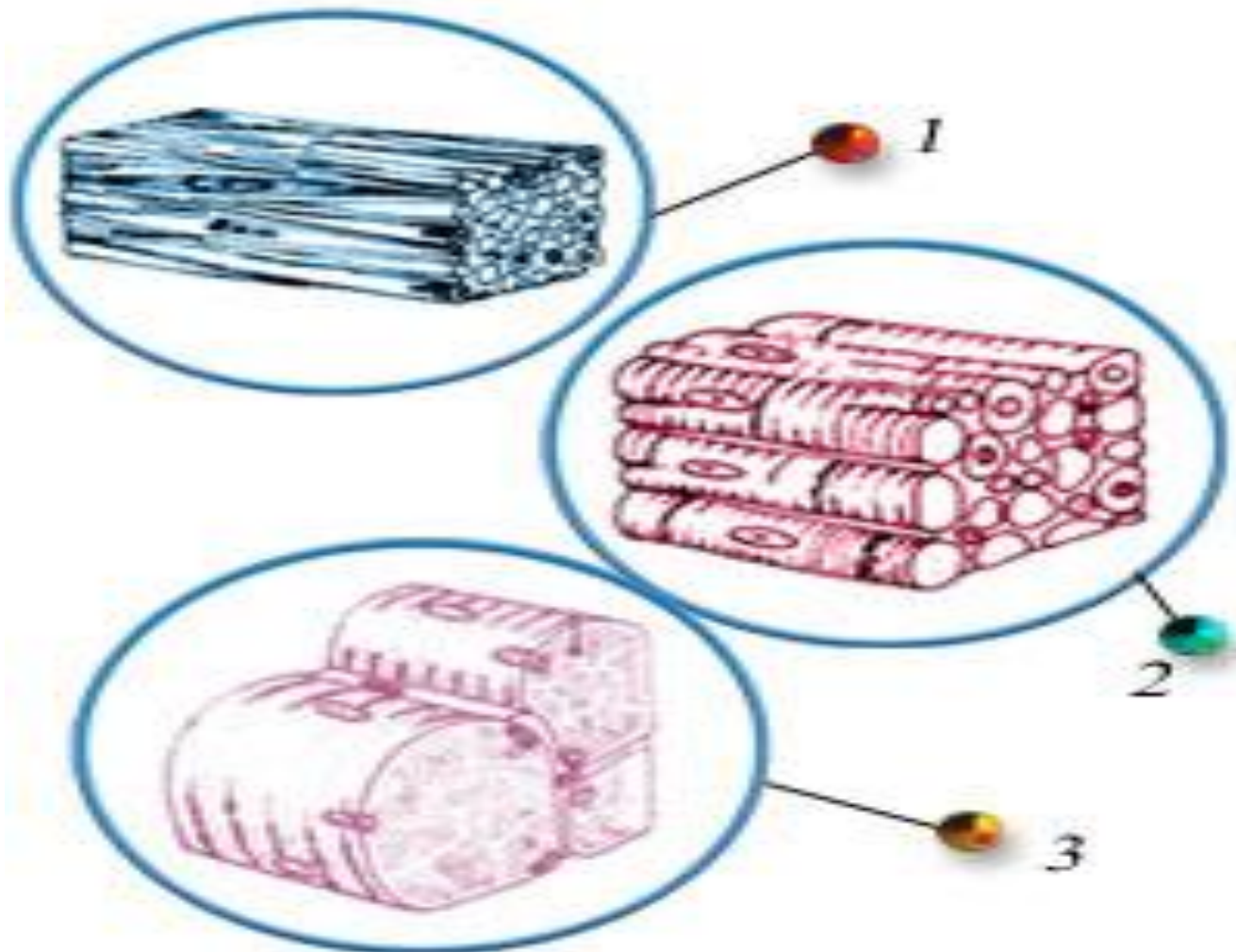
Мышечная ткань

Поперечнополосатая
скелетная

Поперечнополосатая
сердечная

Гладкая

Виды мышечной ткани

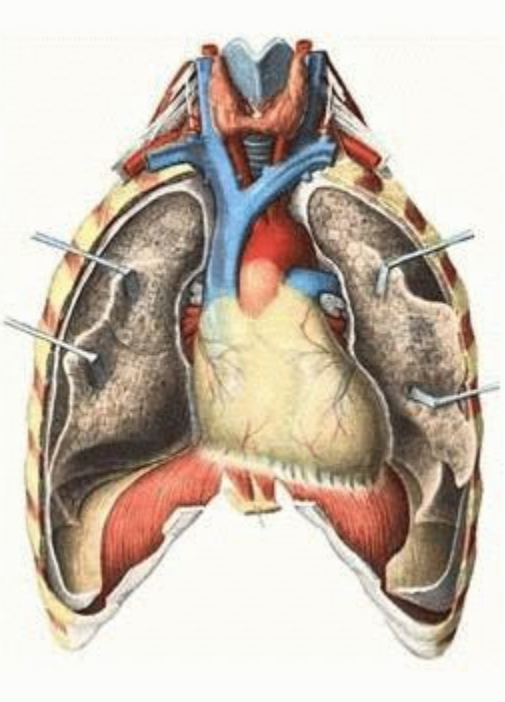


Поперечно-полосатая (скелетная) ткань – из нее состоят скелетные мышцы

Волокна ткани идут параллельно друг другу и не соединяются. Сокращается произвольно.

Поперечно-полосатая (сердечная) мышечная ткань. Особый вид мышечной ткани, из нее состоит только мышечный слой сердца – миокард. Мышечные клетки называются *кардиомиоциты*. Они соединяются друг с другом вставочными пластинами. Поэтому весь миокард сокращается одновременно. Ткань сокращается непроизвольно.

Гладкая мышечная ткань встречается во внутренних органах, сосудах. Состоит из мышечных клеток миоцитов. Длина миоцита 0,5 мм. Они одноядерные. Сокращается непроизвольно.



Свойство и функции мышечной ткани

- Возбудимость
- Проводимость
- Сократимость – уникальное свойство.

Скелетная поперечно-полосатая мышечная ткань называется так, потому, что под микроскопом имеет поперечнополосатую исчерченность, обусловленную различными оптическими свойствами актина и миозина в миофибрилле.

Свойство по разному преломлять свет в световом микроскопе называется **двойное лучепреломление - двойная анизотропия.**

Нити актина в миофибрилле тонкие, лучше пропускают свет в световом микроскопе и дают светлые полосы.

Нити миозина толстые, дают темные полосы.

Вопрос 2. Строение мышечного волокна

САРКОЛЕММА от греческого «сарко» – мясо.

наружная плазматическая мембрана
мышечного волокна.

Под сарколеммой находится *САРКОПЛАЗМА*
(цитоплазма).

Саркоплазматический ретикулум -
(эндоплазматическая сеть)

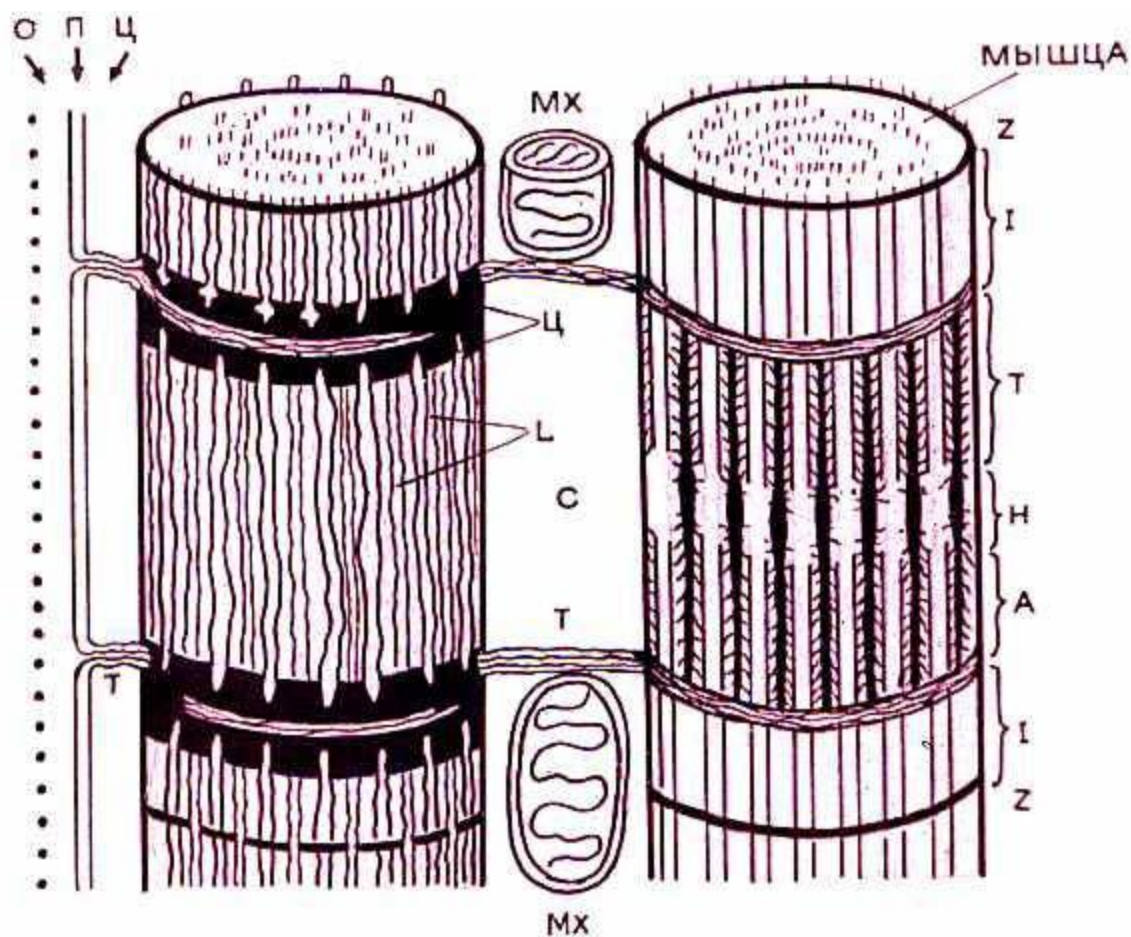
- **Миофибрилла** – сократительный аппарат мышечного волокна.
- Мио – **мышца**
- Фибрилла - **нить**

В мышечном волокне много митохондрий, которые образуют энергию АТФ, необходимую для сокращения мышц.

Особенностью строения мышечного волокна является большое количество ядер. В процессе эволюции мышечные клетки образовались в результате слияния нескольких клеток. Такое образование называется синцитий или симпласт.

Эндоплазматическая сеть в мышечном волокне видоизменена и называется **саркоплазматический ретикулум (сеть каналов)**. Саркоплазматический ретикулум состоит из продольных трубочек (L - систем) и поперечных (Т –систем) и оплетает всю миофибриллу. В нем накапливается кальций, необходимый для сокращения.

Миофибриллы и саркоплазматический ретикулум



Органоид специального назначения в мышечном волокне – **МИОФИБРИЛЛА**.

Миофибрилла – это сократительный аппарат мышечного волокна.

Каждая миофибрилла состоит из протофибрилл.

В миофибрилле наблюдается чередование темных и светлых участков – дисков. Темные диски способны к анизотропии. Их называют – анизотропные диски (**А – диски**). Светлые диски способны только к одинарному лучепреломлению. Их называют изотропные (**И-диски**).

А-диски состоят из сократительного белка **МИОЗИНА**.
И-диски из сократительного белка **АКТИНА**.

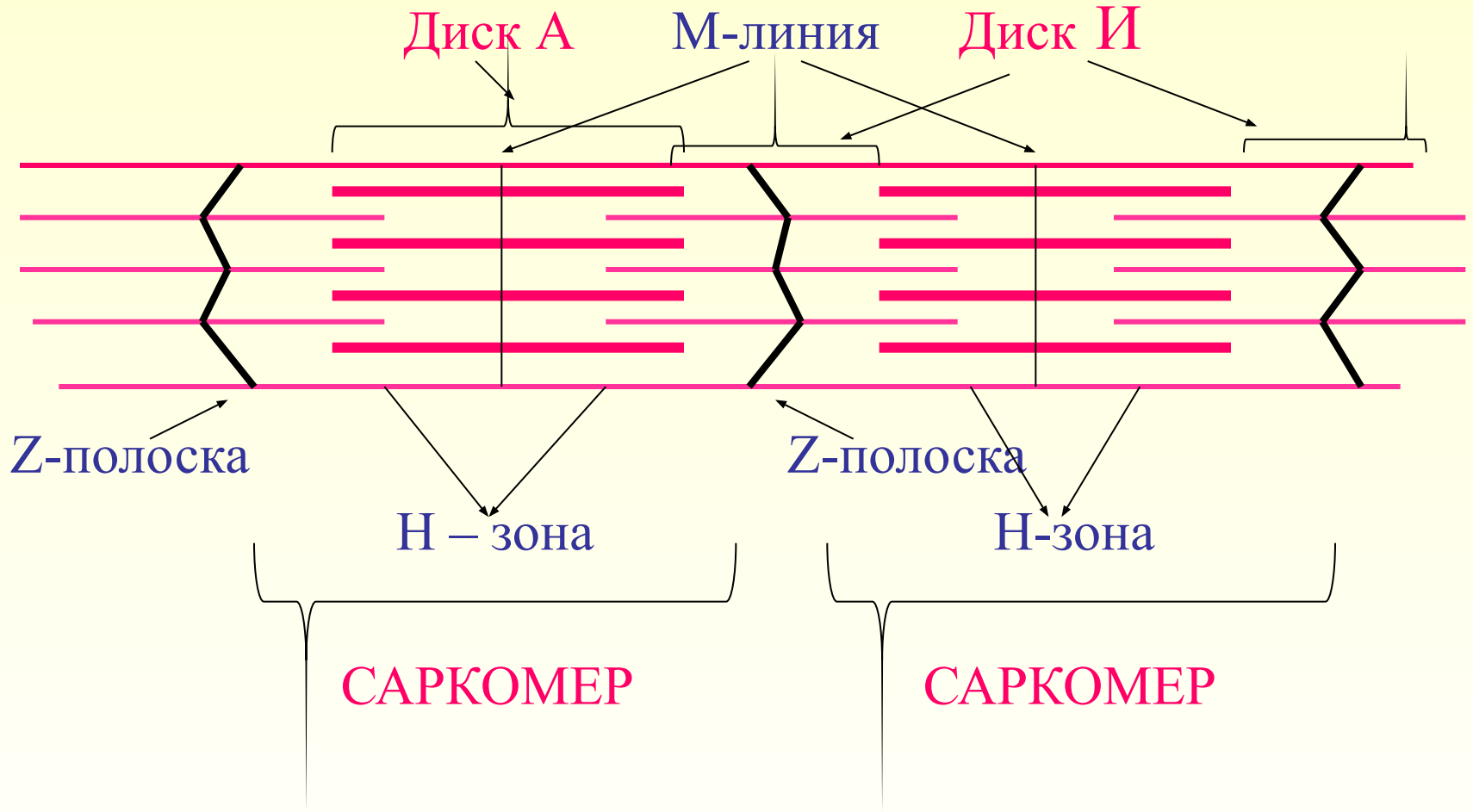
Миозин – крупномолекулярный белок, имеющий толстые нити.

Актин – белок, имеющий тонкие нити.

Нити актина и миозина даже в расслабленной мышце соприкасаются друг с другом, образуя **актино-миозиновый** комплекс.

В средней части А-диска нет нитей актина. Эта зона более светлая, состоящая только из нитей миозина, называется Н-зона.

Электронно-микроскопическое строение мышечного волокна (миофибриллы)



T – полоска – телофрагма

Telos – край

Fragma – полоска

M – полоска – мезофрагма

Mesos – середина

Pragma – полоска

Структурно-функциональная единица мышечного волокна - Саркомер

В него входят:

- 1) Один целый А-диск
- 2) Две половины I-дисков

Формула саркомера

$$\text{Саркомер} = \frac{1}{2} I + 1M + \frac{1}{2} I$$

Актиновая нить представляет двойную спираль. А нити белка миозина имеют хвост и головку (утолщение). Головки называются «мышечными руками». В расслабленной мышце головки белка миозина направлены к нитям белка актина под углом 90гр., но не могут с ними соприкасаться, т.к. между нитями белка актина и миозина находится еще один белок – тропомиозин.

Механизм мышечного сокращения

Мышечное сокращение начинается при воздействии нервного импульса, затем из эндоплазматической сети выходят ионы Ca^{++} в саркоплазму и активизируют АТФ-азу миозина. АТФ-аза – это фермент, который расщепляет АТФ. АТФ расщепляется с выделением энергии.

При этом нити актина въезжают между нитями миозина (теория скользящих нитей Хаксли); актино-миозиновый комплекс увеличивается, H-зона уменьшается, I-диски постепенно исчезают.

Вопрос 3. Мышца как орган



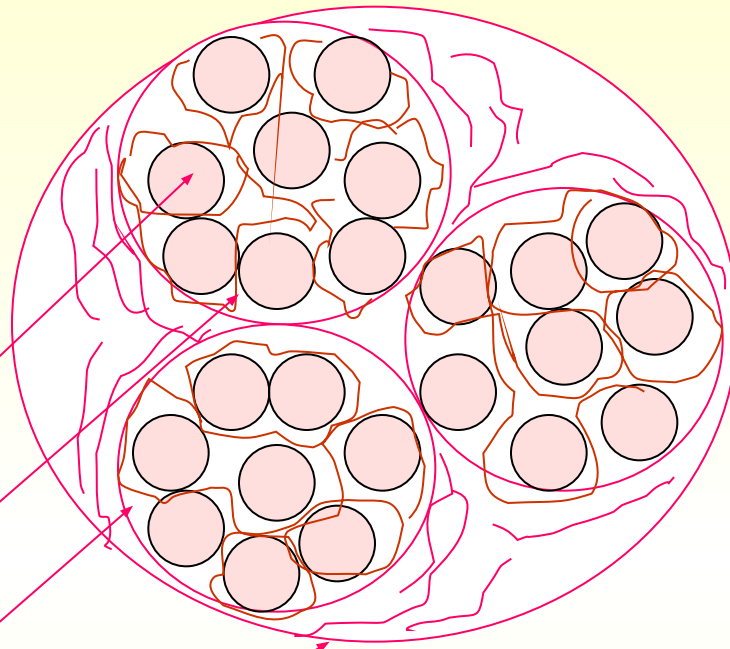
Строение мышцы

В организме человека около 600 мышц.

Каждая мышца состоит из большого количества волокон, связанных между собой соединительной тканью:

- 1) **ЭНДОМИЗИЙ** – соединительная ткань, окружающая одиночное волокно
- 2) **Внутренний ПЕРИМИЗИЙ** – соединительная ткань, окружающая группу мышечных волокон (пучок).
- 3) **Наружный ПЕРИМИЗИЙ** – соединительная ткань, окружающая множество пучков.

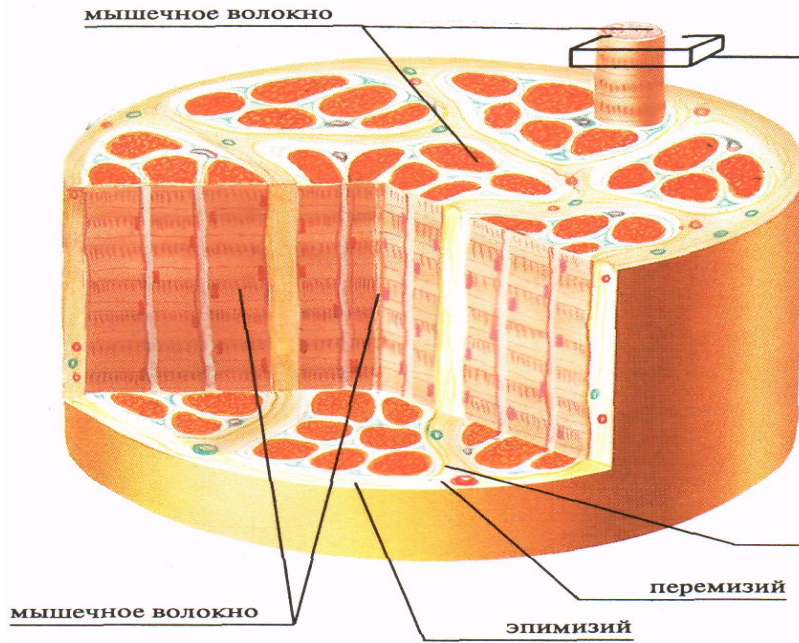
Во всех прослойках соединительной ткани проходят кровеносные сосуды и нервы.



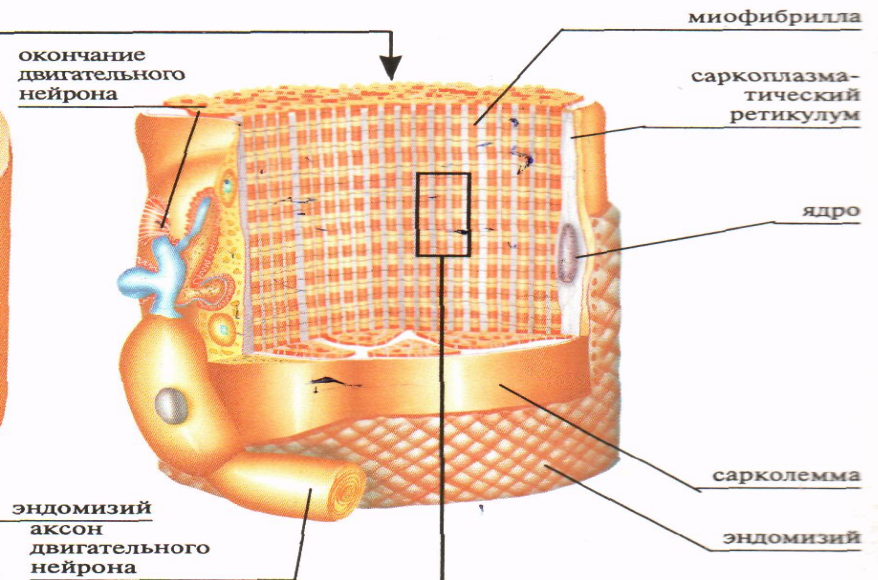
- 1). Мышечное волокно
- 2). Эндомизий
- 3). Внутренний перимизий
- 4). Эпимизий
- 5). Кровеносные сосуды
- 6). Нервы

Мышца как
орган

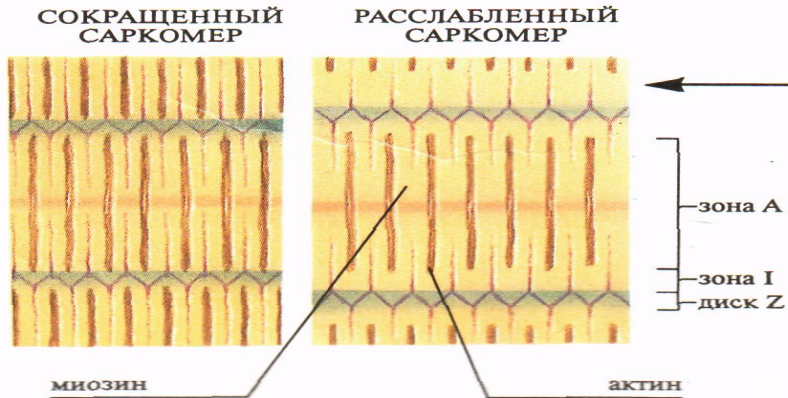
СТРОЕНИЕ МЫШЦЫ



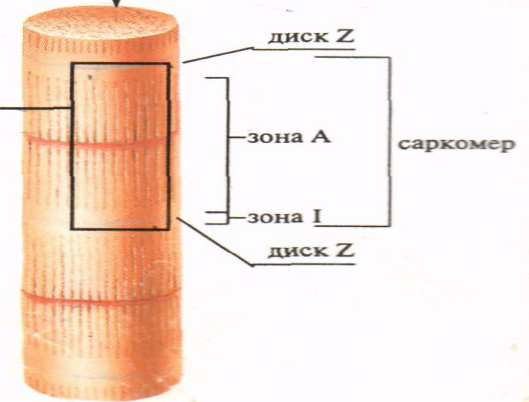
СТРОЕНИЕ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА



СТРОЕНИЕ САРКОМЕРА



СТРОЕНИЕ МИОФИБРИЛЛЫ



Строение мышцы

В мышце различают **мышечную часть** – брюшко, головку и хвост, которые переходят в сухожилие.

Сухожилиями мышцы присоединяются к костям. Голова мышцы – проксимальные сухожилия. Хвост мышцы – дистальные сухожилия.

Сухожилия

- Сухожилия состоят из коллагеновых волокон (смотри лекцию 1 «Ткани»)
- Широкие сухожилия называются апоневрозами или сухожильными растяжениями.
- Сухожильные прослойки находятся внутри крупных мышц туловища и делят мышцу на части (прямая мышца живота).

«Вспомогательный аппарат МЫШЦ»

- **Фасции** – разделение и объединение мышц, прикрепление мышц.
- **Синовиальные сумки** - облегчают скольжение сухожилий.
- **Влагалища сухожилий** – облегчают скольжение сухожилий.
- **Костно-фиброзные каналы** – удерживают сухожилие, устраняют боковые смещения, способствуют точному направлению мышечной тяги.
- **Сесамовидные кости** – возникают в толще кости, увеличивают угол прикрепления мышц.

Фасции – оболочки из плотной волокнистой ткани

Сверху мышца покрыта общей фиброзной оболочкой
ФАССИЕЙ.

Фасции бывают: поверхностные, глубокие и фасции органов.

Поверхностные – футляр человеческого тела, лежат под кожей.

Глубокие – покрывают каждую отдельную мышцу или группу мышц синергистов.

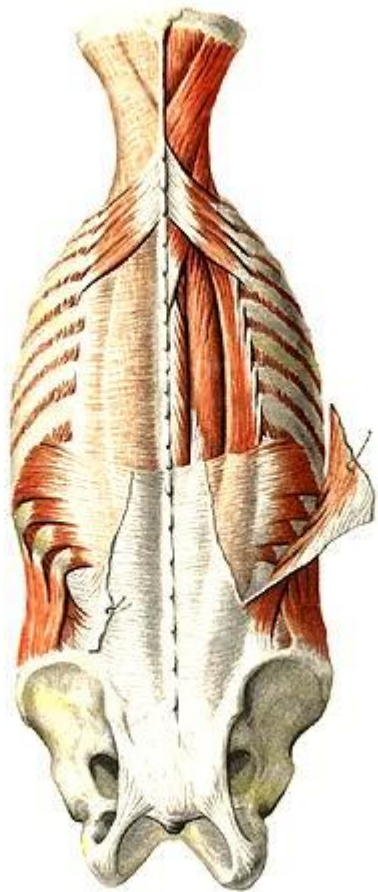
Фасции органов – покрывают органы.

Утолщения фасций называются *межмышечные перегородки.*

Уплотненные участки фасций, расположенные над сухожилиями длинных мышц, выполняющие роль связок называются *удерживателями сухожилий мышц*

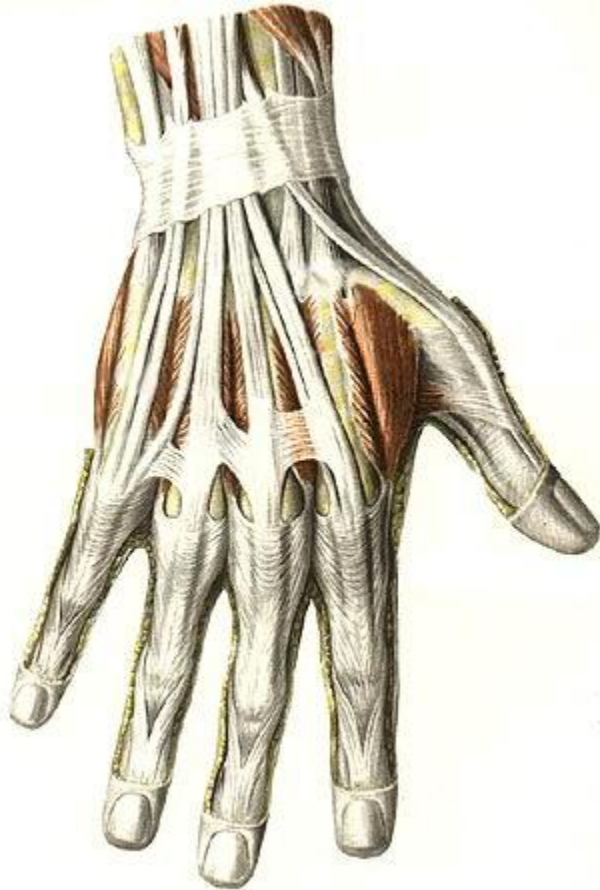
- Подвижность сухожилий мышц обеспечивают - **синовиальные влагалища**. Они состоят из двух листков синовиальной оболочки: внутреннего (прирастает к сухожилию мышцы) и пристеночного (срастается с окружающими тканями).
- Листки синовиальной оболочки переходят друг в друга образуя **брыжейку сухожилия (мезотендиний)**. Они выделяют жидкость, облегчающую скольжение сухожилия мышцы при ее сокращении.

Апоневрозы – расширенные сухожилия



Синовиальные влагалища заключены в фиброзные и костно-фиброзные каналы. Вместе с окружающим их фиброзным слоем синовиальные влагалища образуют влагалища сухожилий.

Влагалища сухожилий и апоневрозы



Место, где сосуды и нервы проникают в мышцу называются **ворота**. Внутри мышцы они распространяются по перемизию и эндомизию.

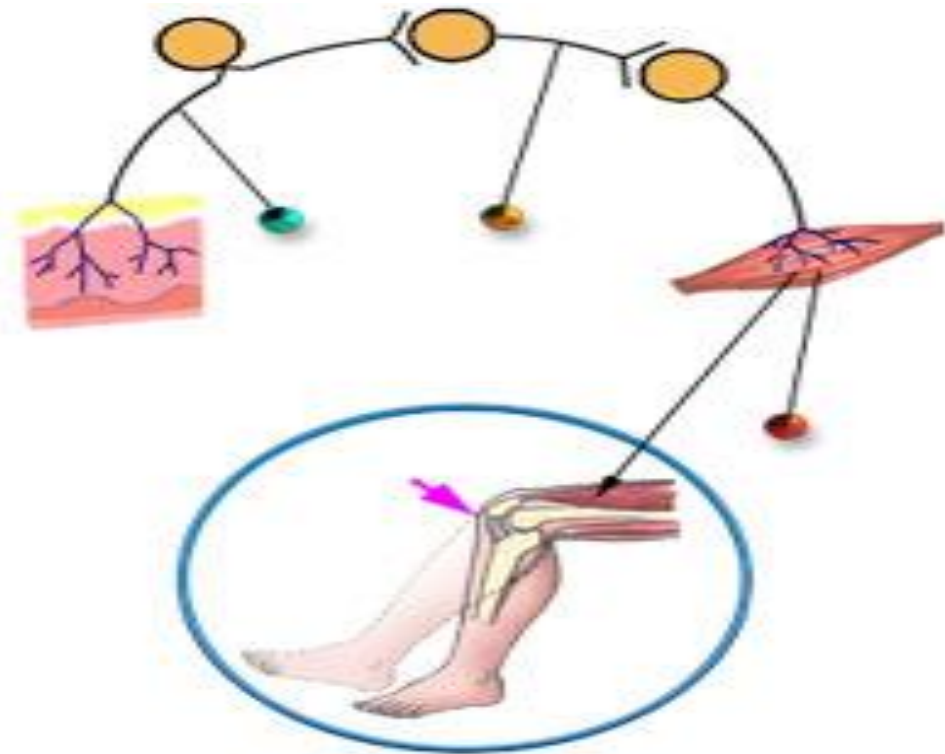
Кровеносные сосуды обеспечивают обмен веществ в мышце, нервы регуляцию работы.

- Миоцит
- Протофибрилла
- Миофиламент
- Синцитий
- Миобласт

Рефлекторная регуляция работы мышц

- Работа мышц регулируется по механизму рефлекса.

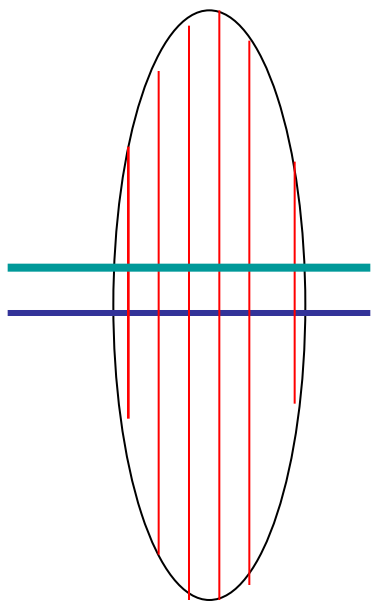
Рефлекторная дуга



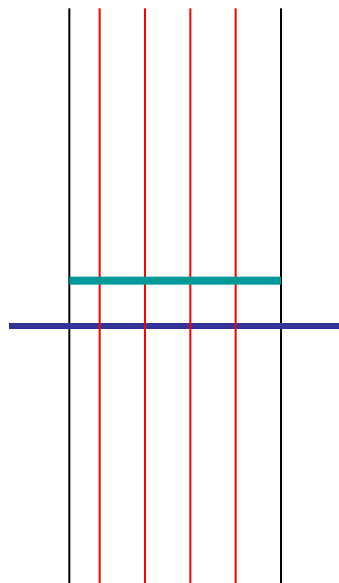
Вопрос 4. Классификация мышц.

- ✓ по строению
- ✓ по форме
- ✓ по месту расположения
- ✓ по функциям

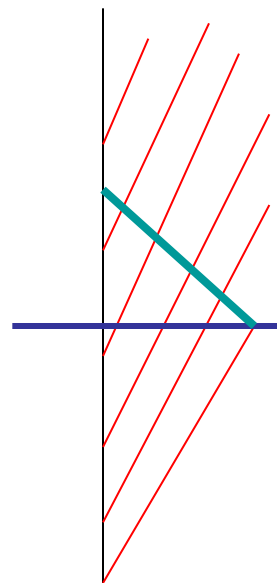
По направлению мышечных волокон относительно сухожилия, мышцы делят на: параллельноволокнистые и перистые



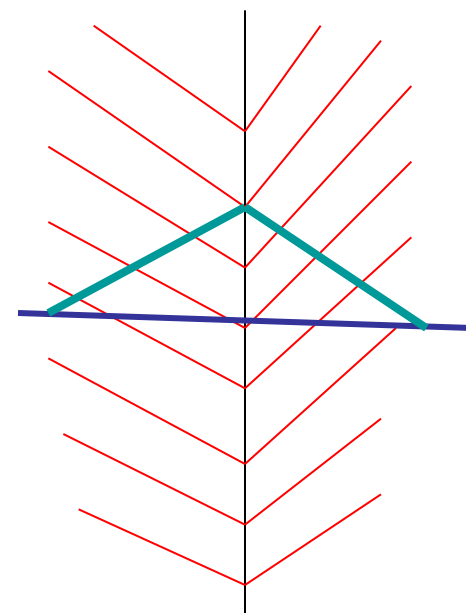
Веретенообразная



Лентовидная



Одноперистая



Двуперистая

Параллельноволокнистые



А



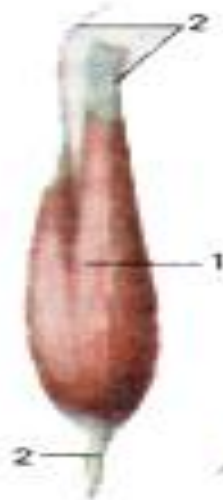
Б



В



Г



Д



Е

Мышцы различной формы.

А — веретенообразная мышца,

Б — широкая мышца,

В - одноперистая мышца,

Г— двуперистая мышца,

Д - двуглавая мышца,

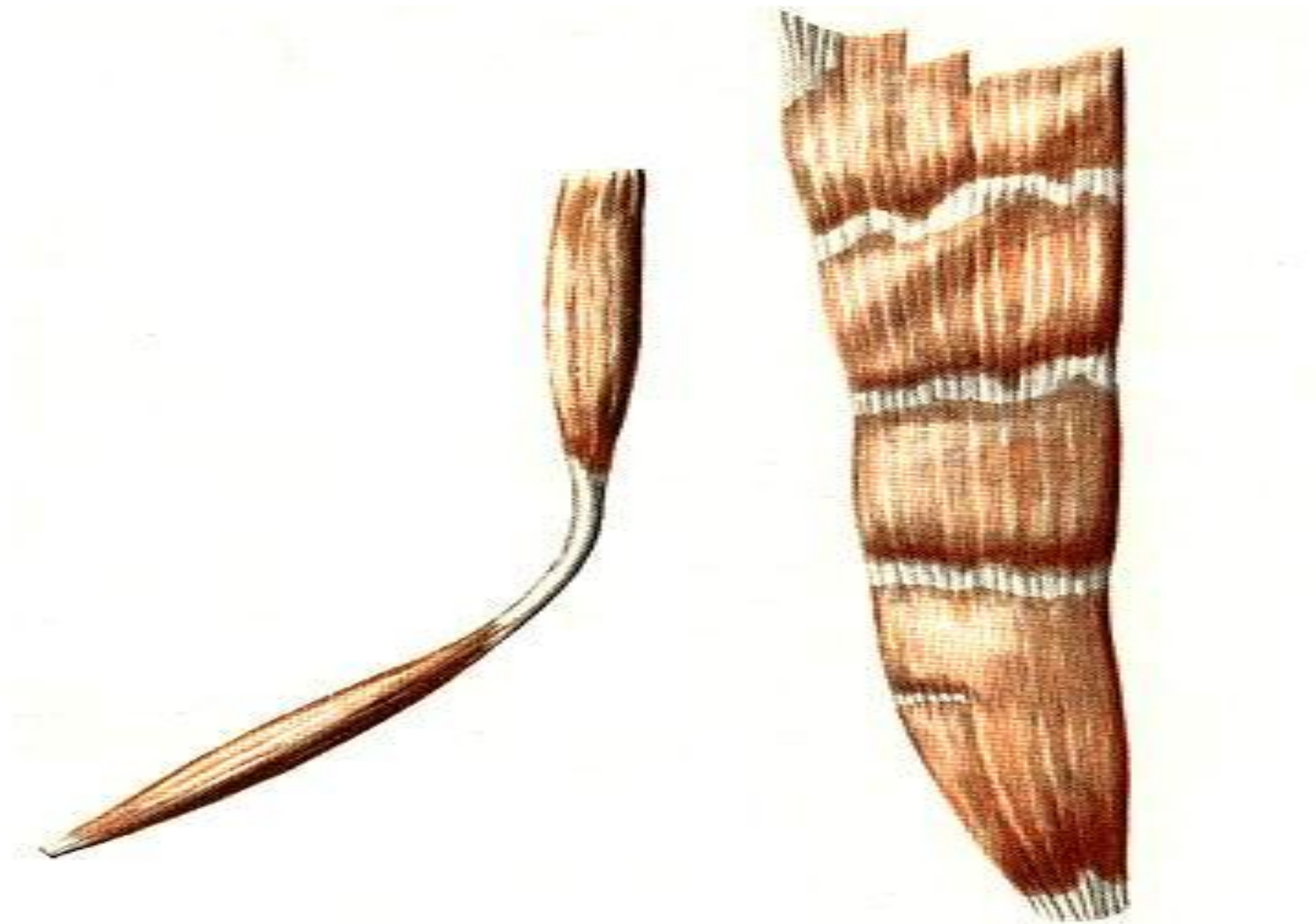
Е — двубрюшная мышца.

Названия мышц

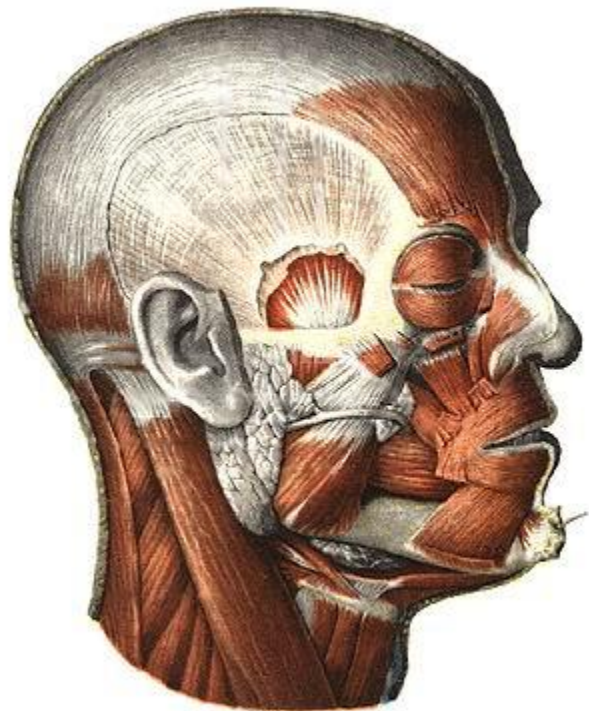
Происходит от их внешней формы:

- Дельтовидная
- Ромбовидная
- Квадратная
- Трапецевидная
- Зубчатая
- Камбаловидная
- Грушевидная
- Червеобразная
- круглая

Двубрюшная мышца



Виды мышц



Вопрос 3. Мышца как орган



По положению на туловище мышцы делятся на группы:

- Мышцы пояса верхней конечности
- Мышцы верхней конечности
- Мышцы туловища
- М. спины
- М. живота
- М. груди
- М.нижней конечности и т. д.

Мышцы (600)

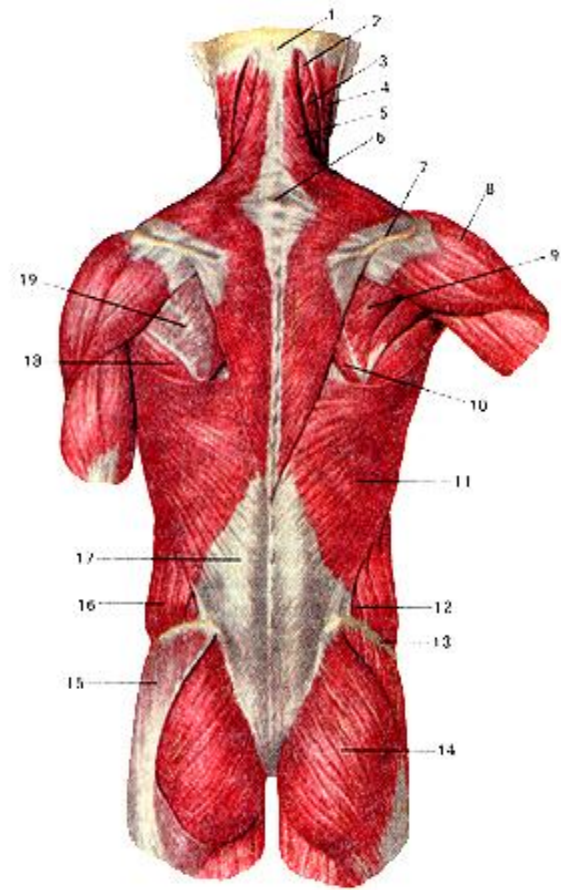
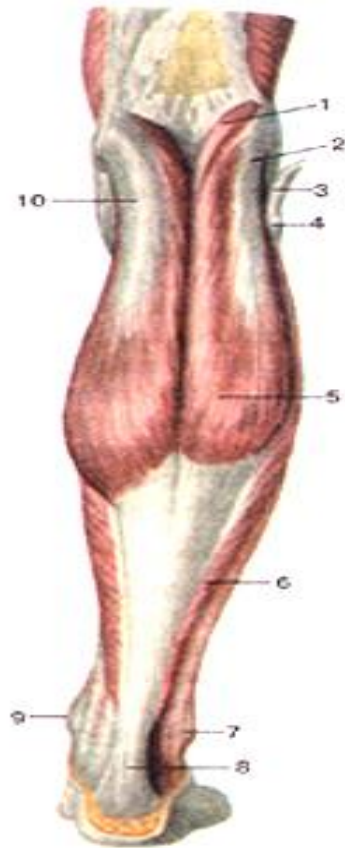
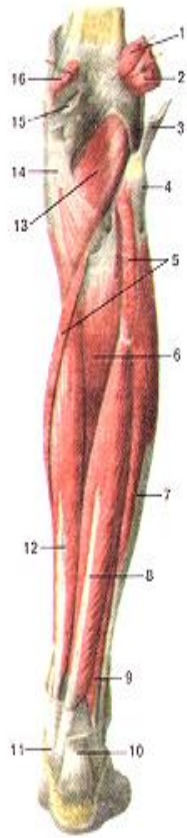


По положению на теле

Различают мышцы:

- Поверхностные
- Глубокие
- Наружные
- Внутренние
- Латеральные
- Медиальные

Виды мышц



По форме мышцы делят на:

- Плоские (широкие) – сильные мышцы
- Длинные – ловкие мышцы

(по П.Ф. Лесгафту)

- Короткие
- Круговые (сфинктеры)



Плоские мышцы лежат в основном на туловище и могут сокращаться своими отдельными пучками, выполняя разные движения. Например верхние пучки трапециевидной мышцы поднимают пояс верхних конечностей, нижние опускают.

Длинные мышцы лежат на конечностях и вызывают движения с большой амплитудой, с большим размахом (двуглавая мышца плеча).

Короткие мышцы лежат в основном на спине. Эти мышцы способны работать длительно без утомления.

Круговые (сфинктеры) лежат вокруг отверстий — глаза, рта и т.д

По отношению к суставам

Мышцы бывают:

- Односуставные
- Двусуставные
- Многосуставные

По функциям:

- М. сгибатели
- М. разгибатели
- М. пронаторы
- М. супинаторы
- М. отводящие
- М. приводящие
- М. синергисты
- М. антагонисты

По количеству мест прикрепления

Трехглавая

Двуглавая

Четырехглавая

Мышцы плеча и бедра



Вопрос 4. Движения вызываемые сокращение мышц.
Работа мышц, условия, закономерности, закон рычага.

- **Сокращение мышц** – это изменение длины или напряжения мышц.

Мышечный тонус это минимальное напряжение мышц не сопровождаемое утомлением.

•Режимы
•сокращения мышц

изотонический

изометрический

ауксотонический

- **Изометрический режим** сокращения мышц. Изо – постоянный, метр- длина.
- **Изотонический** – постоянный тонус мышц, изменяется длина.
- **Ауксотонический** – смешанный режим

Анатомический поперечник – это сечение через мышцу

Физиологический поперечник – это сечение через мышечные волокна (их сумма)

Сила мышцы зависит от физиологического поперечника.

В *параллельноволокнистых* мышцах анатомический и физиологический поперечники совпадают;

в *перистых* - физиологический БОЛЬШЕ анатомического.

Перистые мышцы более сильные.

Движения совершаются вокруг осей в плоскостях перпендикулярных этим осям:

ОСЬ	ПЛОСКОСТЬ в которой происходит движение	ДВИЖЕНИЕ
Фронтальная Сагитальная Вертикальная	Сагитальная Фронтальная горизонтальная	Сгибание, разгибание Отведение, приведение Супинация, пронация

Последовательное движение вокруг всех трех осей –

Антагонисты

Синергисты