



Лекция:

«Мышечные ткани».

**Доцент Курумчина С.
Г.**

Структурно-функциональные признаки мышечных тканей

1. Возбудимость – способность отвечать на раздражитель изменением мембранного потенциала.
2. Проводимость – способность к проведению потенциала действия.
3. Сократимость – способность сокращаться или изменять напряжение.
4. Белок промежуточных филаментов – десмин.

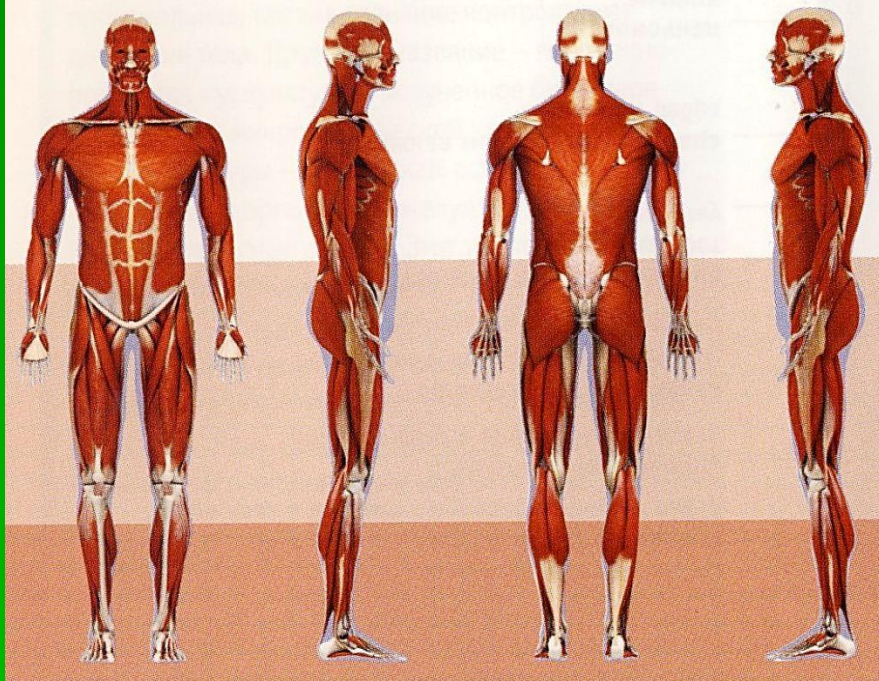
По строению различают мышечные ткани ■

- **1.Гладкие – состоят из клеток, не обладающих исчерченностью.**
- **2.Поперечнополосатые – их клетки (миокард) или волокна (скелетная мускулатура) имеют исчерченность вследствие упорядоченного расположения актиновых и миозиновых филаментов (нитей).**

Гистогенетическая классификация (учитывает источник развития)

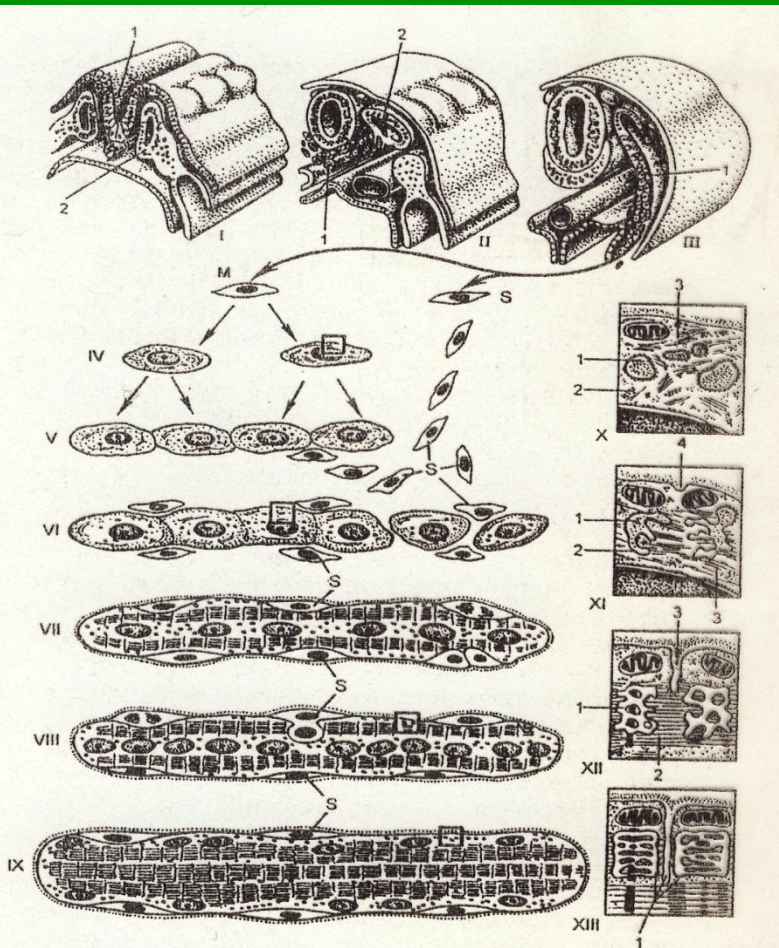
1. Из мезенхимы – висцеральная гладкая мышечная ткань (стенки полых органов, трубчатые структуры – сосуды, бронхи и др.).
2. Из мезодермы миотома – скелетная поперечнополосатая мышечная ткань.
3. Из мезодермы висцерального листка спланхнотома в шейной части тела зародыша – сердечная поперечнополосатая мышечная ткань миокарда.
4. Из нервной трубки (промежуточный мозг) – гладкие миоциты сфинктера и дилататора радужки.
5. Из эктодермального эпителия – гладкие миоциты секреторных отделов и выводных протоков потовых, молочных, слюнных, слёзных желёз.

Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань



1. Называют произвольной, т.к. её сокращение контролируется нашей волей (исключение – мышцы, поддерживающие голову находятся в состоянии частичного сокращения без участия сознания).
2. Локализация: скелетные мышцы, мышцы полости рта, глазодвигательные мышцы.

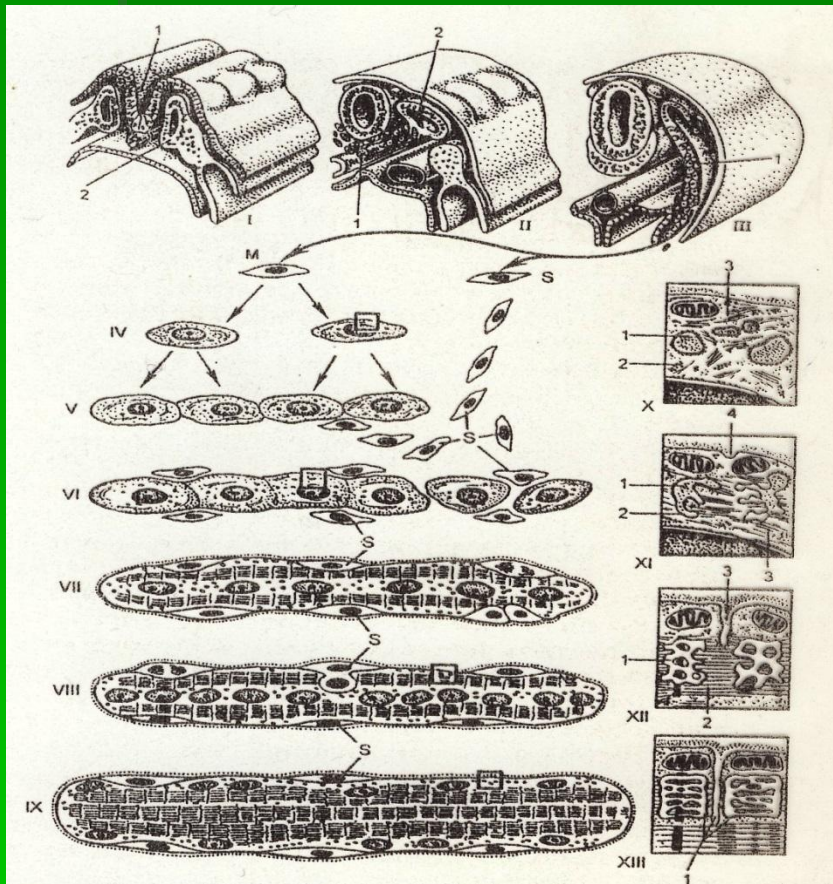
Гистогенез скелетной мышечной ткани.



1. Из клеток миотомов образуются миобласты, которые образуют две линии дифференцировки.

2. Миобласты одной линии делятся, располагаются цепочками, сливаются друг с другом, формируя мышечные трубочки, в которых ядра располагаются в центре, а миофибриллы – на периферии

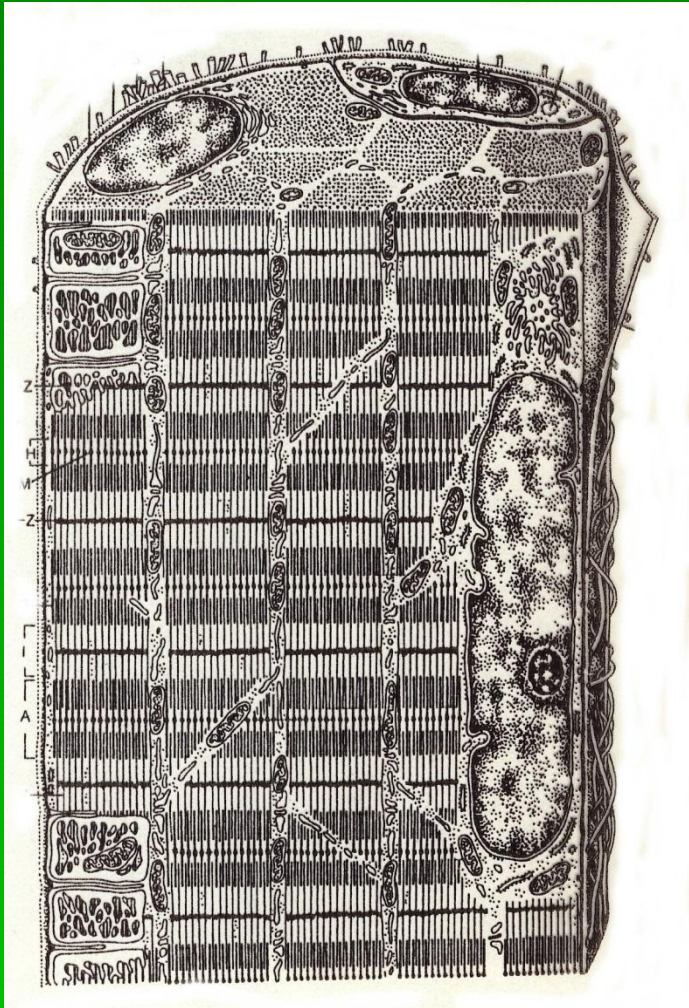
Гистогенез скелетной мышечной ткани



3. Из мышечных трубочек образуются зрелые мышечные волокна, в которых миофибриллы располагаются в центре, а ядра на периферии.

4. Миобласты другой линии сохраняются в виде отдельных клеток - миосателлитов.

Миосателлитоцит

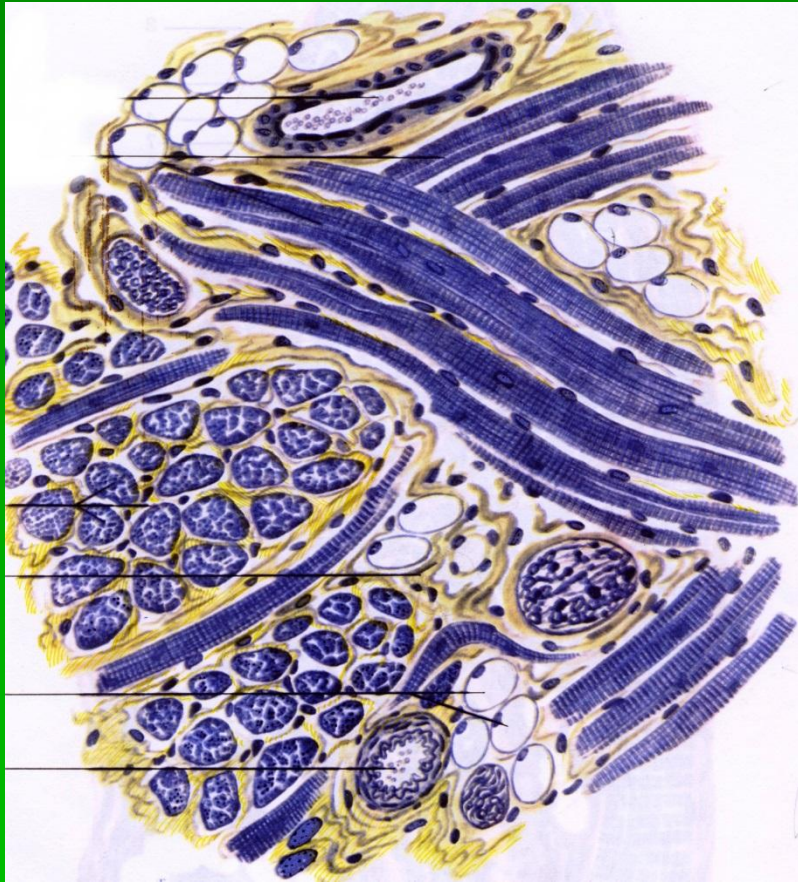


1. Камбиальные клетки скелетной мышечной ткани в течение всей жизни человека.
2. Прилежат к поверхности симпласта, располагаясь в углублениях его сарколеммы (аналог плазмолеммы).
3. Вместе с миосимпластом покрыты общей базальной мембраной.

Продолжение

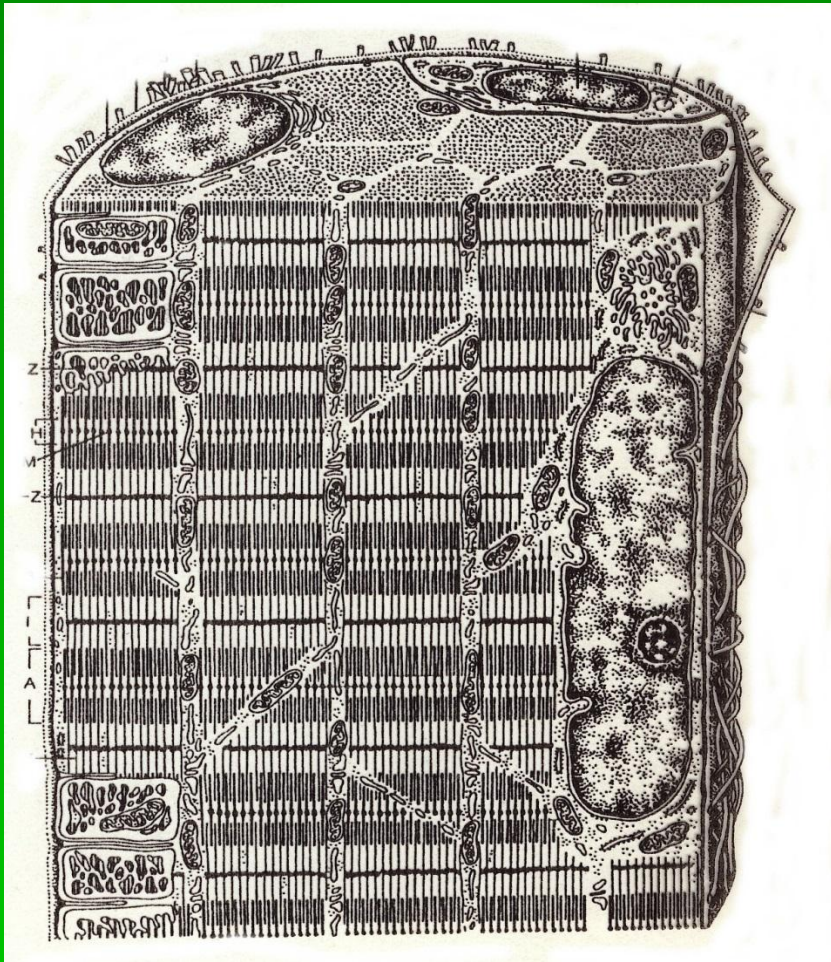
- 4.Активируются:
 - - при регенерации мышечных волокон после их повреждения;
 - -при усиленной нагрузке сливаются с миосимпластом, участвуя в гипертрофии мышечных волокон.
- 5.У плода и новорождённых их доля составляет 30-35% от общего числа ядер мышечного волокна. После рождения снижается и в детстве составляет 7-10%, а у взрослого – 5%.

Поперечнополосатое мышечное волокно



1. Структурно-функциональная единица скелетной мышечной ткани.
2. Цилиндрическое образование.
3. Диаметр—10-100 мкм, длина – 10-30 см.
4. Исчерченность обусловлена чередованием А-дисков и I-дисков
А-диск ---тёмный анизотропный, обладает двойным лучепреломлением в поляризованном свете;
I-диск---светлый изотропный, не обладает двойным лучепреломлением;
5. Компоненты: базальная мембрана, миосимпласт, миосателлитоцит (см. выше).

Базальная мембрана



1. Толстая, располагается снаружи от сарколеммы миосимпласта и миосателлитов.
2. В мембрану вплетаются коллагеновые волокна РСТ, переходящие в коллагеновые волокна сухожилия.

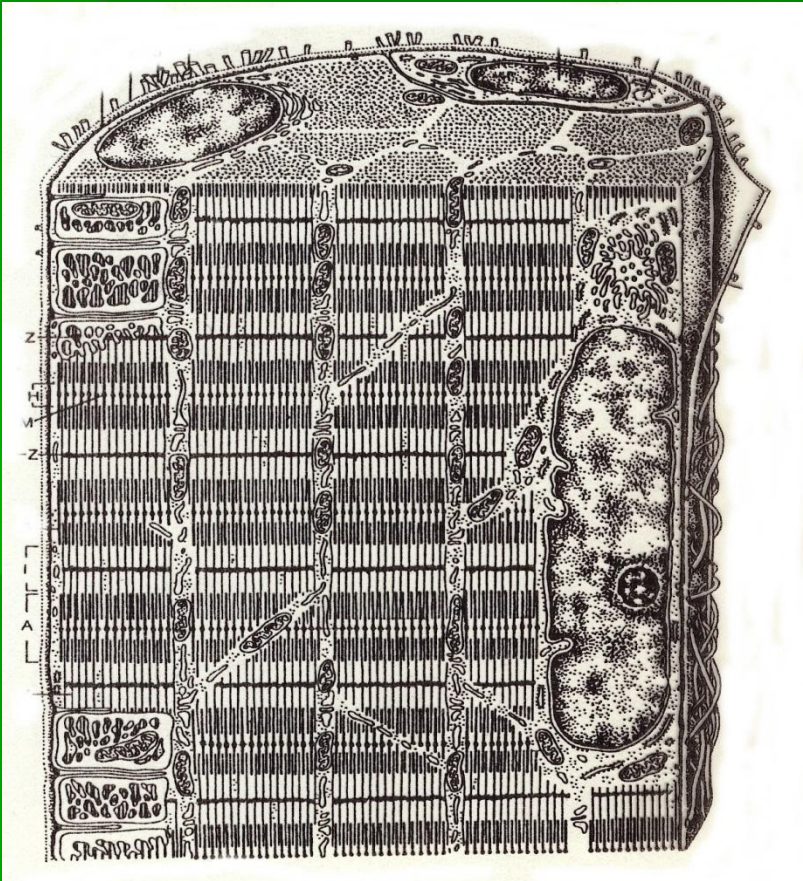
Миосимпласт

1. Включает ядра, саркоплазму, сарколемму.

2. Ядра: - светлые,

- длинная ось вдоль волокна,
- располагаются на периферии под сарколеммой,
- количество от нескольких сотен до нескольких тысяч в одном волокне.

3. Саркоплазма содержит: все органеллы общего значения, но центриоли отсутствуют; органеллы специального значения – миофибриллы; включения гликогена.



Функциональные аппараты мышечного волокна

1. Сократительный.

2. Передачи возбуждения с сарколеммы на сократительный аппарат.

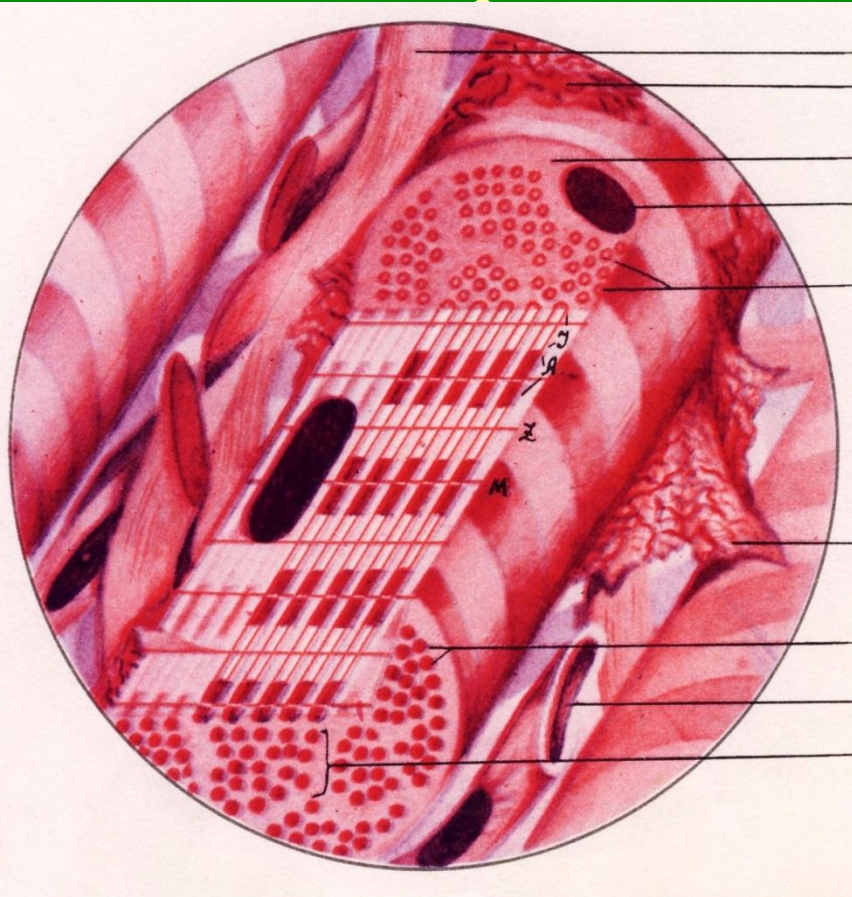
3. Опорный.

4. Энергетический.

5. Синтетический.

6. Лизосомальный.

Сократительный аппарат



Представлен
миофибриллами.

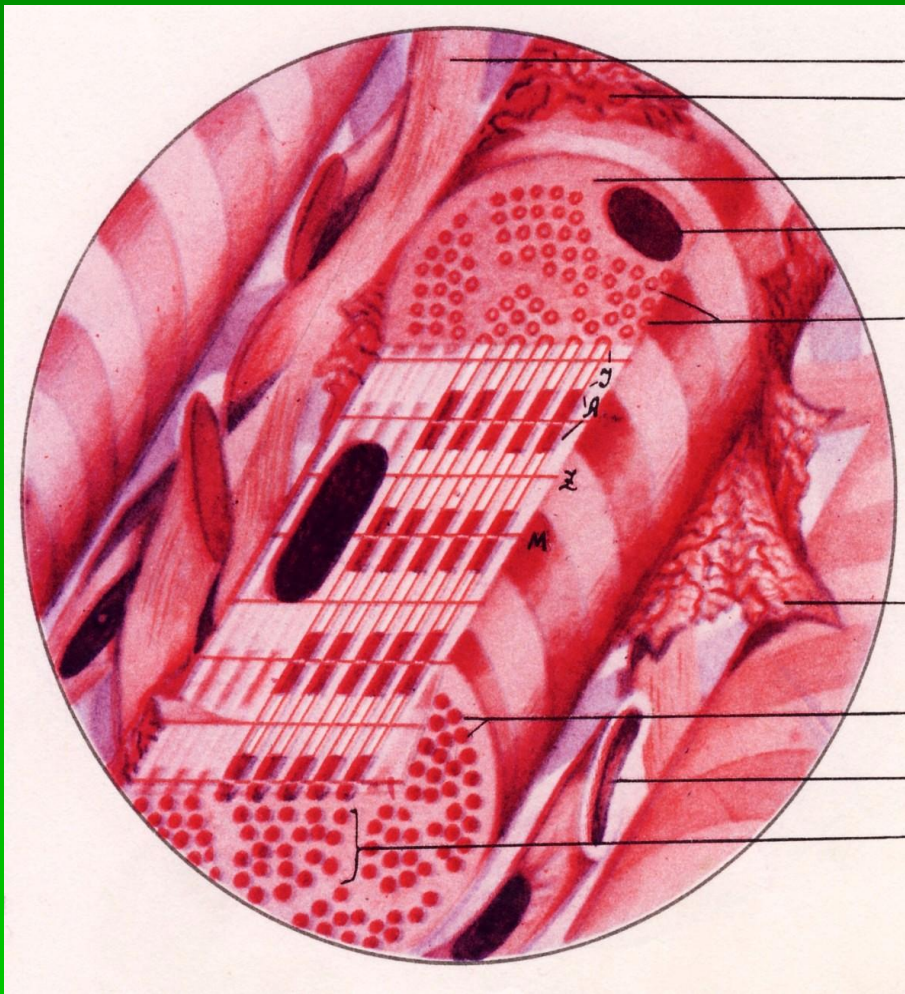
Миофибриллы:

1. Располагаются
продольно

в центральной части
саркоплазмы.

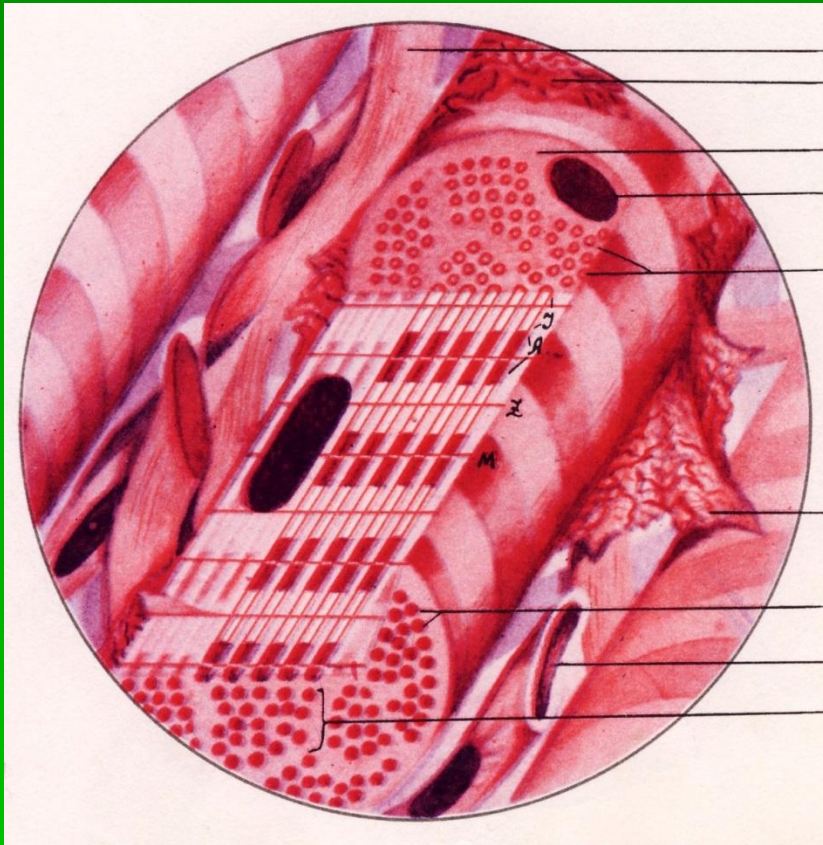
2. Отделяются друг от
друга митохондриями
и цистернами агр-ЭПС
(саркоплазматический
ретикулум).

Сократительный аппарат



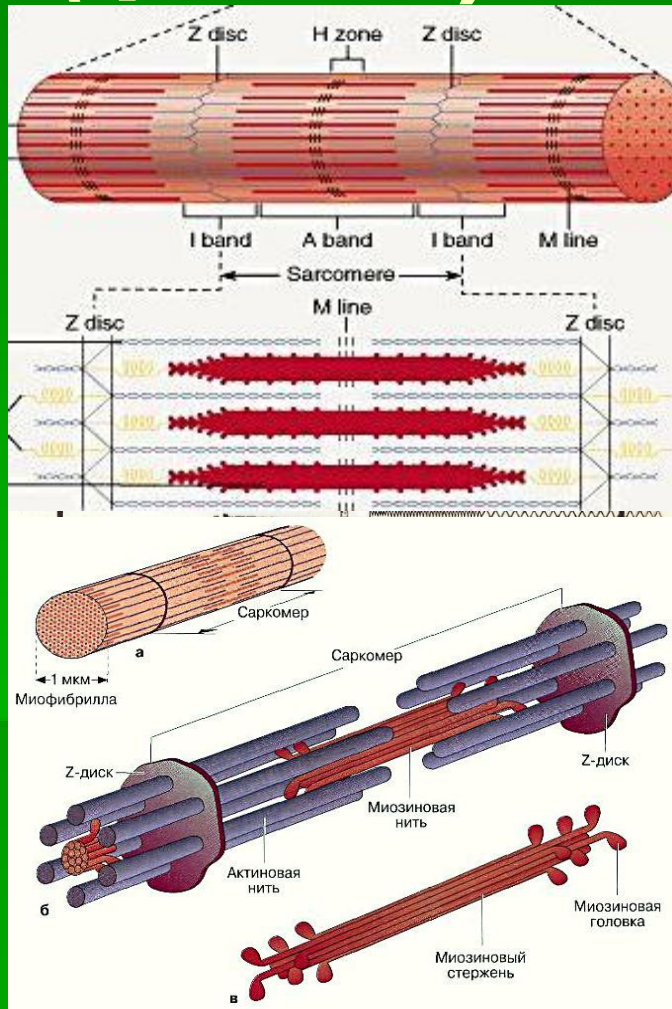
3. Имеют вид нитей.
4. Диаметр - 1-2 мкм.
5. Длина сопоставима с длиной мышечного волокна.
6. Количество от нескольких десятков до 2000 и более.
7. Обладают собственной исчерченностью.
8. А-диски и I-диски всех миофибрилл совпадают, обуславливая исчерченность всего волокна.

Саркомер



1. Структурнофункциональная единица миофибриллы.
2. Это участок миофибриллы, который расположен между двумя соседними телофрагмами (Z) и включает А-диск и две половинки I-дисков, по одной половине с каждой стороны.

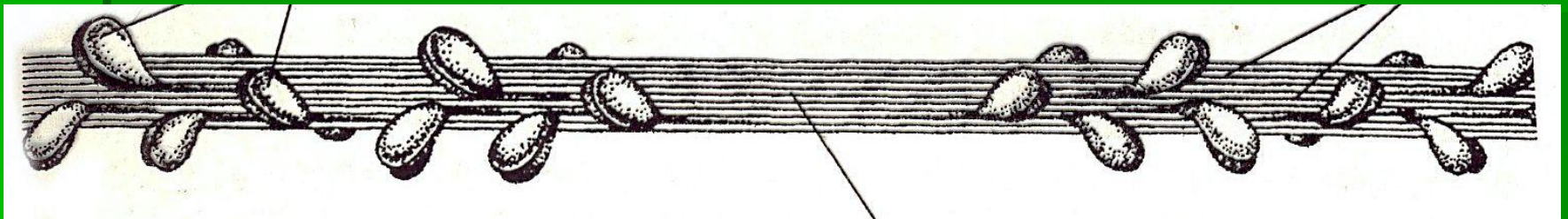
Саркомер (продолжение)



3. Это упорядоченная система толстых и тонких нитей (филаментов).
4. Z-линия (тонкая тёмная) --- телофрагма, рассекает I-диск надвое, это область прикрепления тонких нитей;
- H-полоска---светлая в середине A-диска, свободная от тонких нитей;
 - M-линия---мезофрагма, проходит через центр H-полоски, область закрепления толстых нитей.

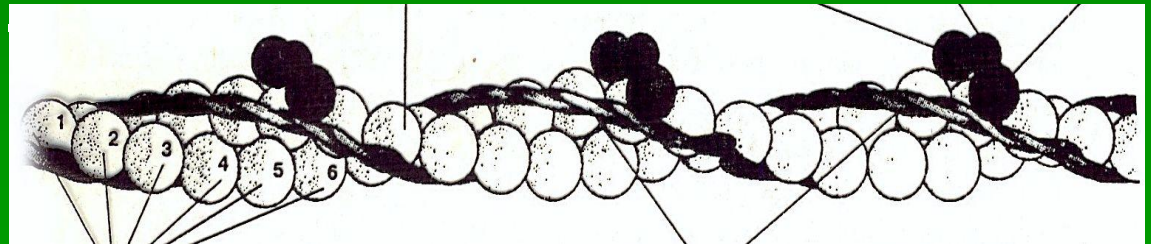
Толстые филаменты саркомера

1. Сосредоточены в А-диске.
2. Связаны с мезофрагмой.
3. Образованы молекулами фибриллярного сократительного белка миозина.
4. Белок миозин напоминает палку для игры в гольф и имеет головку и хвост



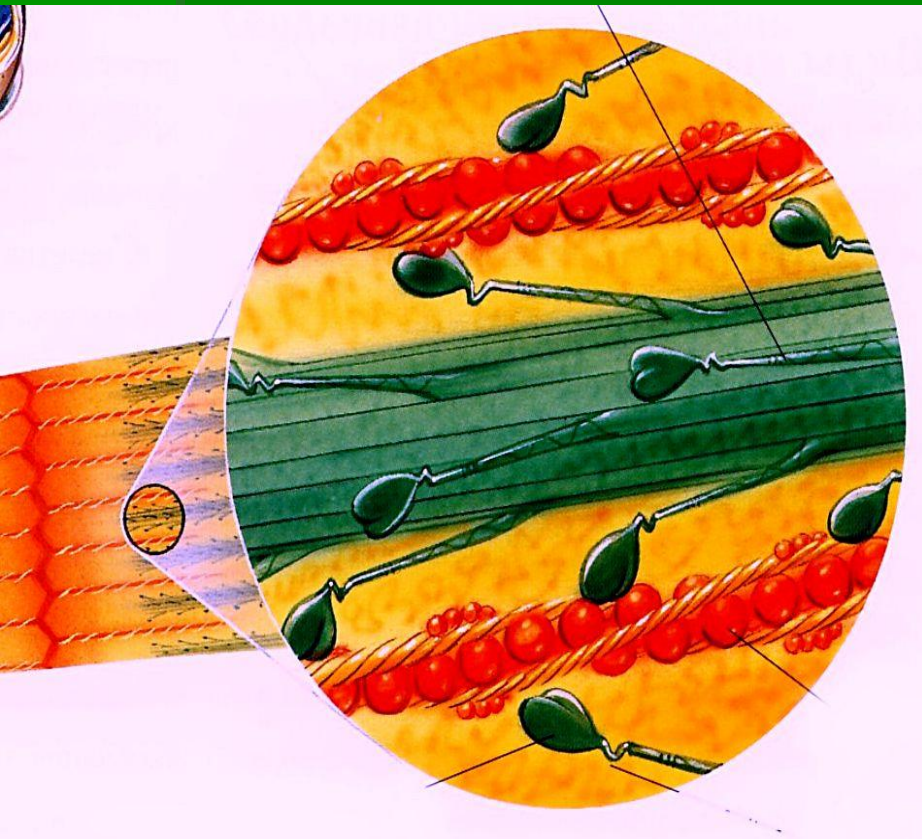
Тонкие филаменты саркомера

1. Образуют I-диск.
2. Частично проникают в A-диск между толстыми филаментами.
3. Одним концом прикреплены к телофрагме.
4. Образованы глобулярным белком актином и двумя регуляторными белками тропонином и тропомиозином



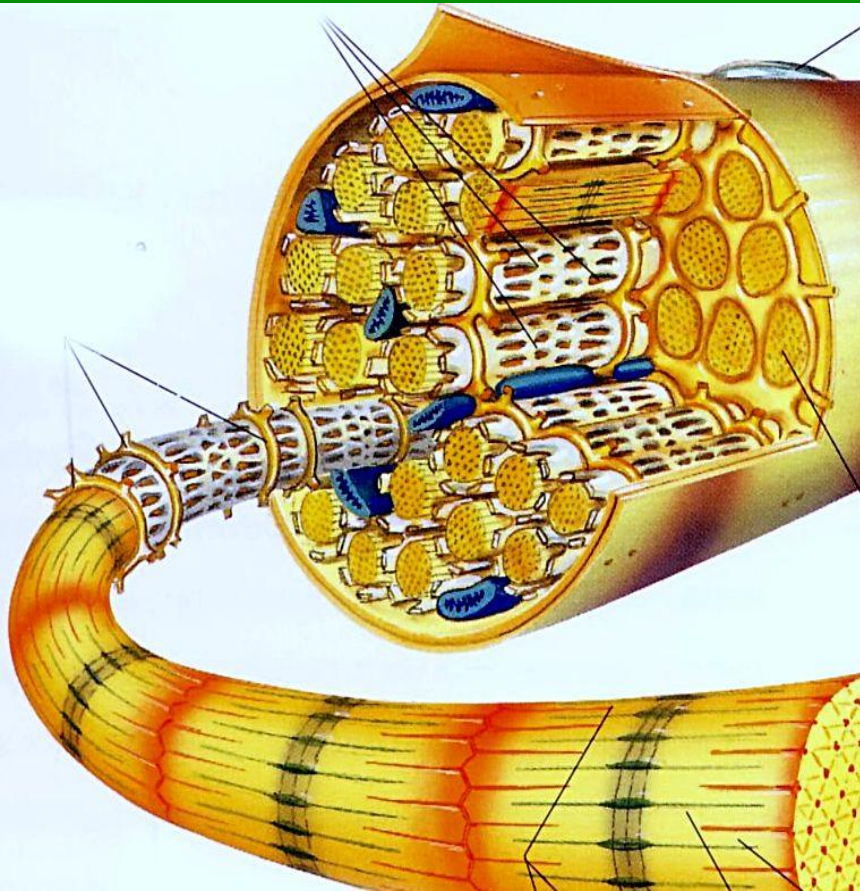
5. Белок актин имеет активные центры, которые связываются с головками белка миозина, образуя «мостики», обеспечивая усилие тяги при сокращении саркомера.

Теория скользящих нитей (механизм мышечного сокращения)



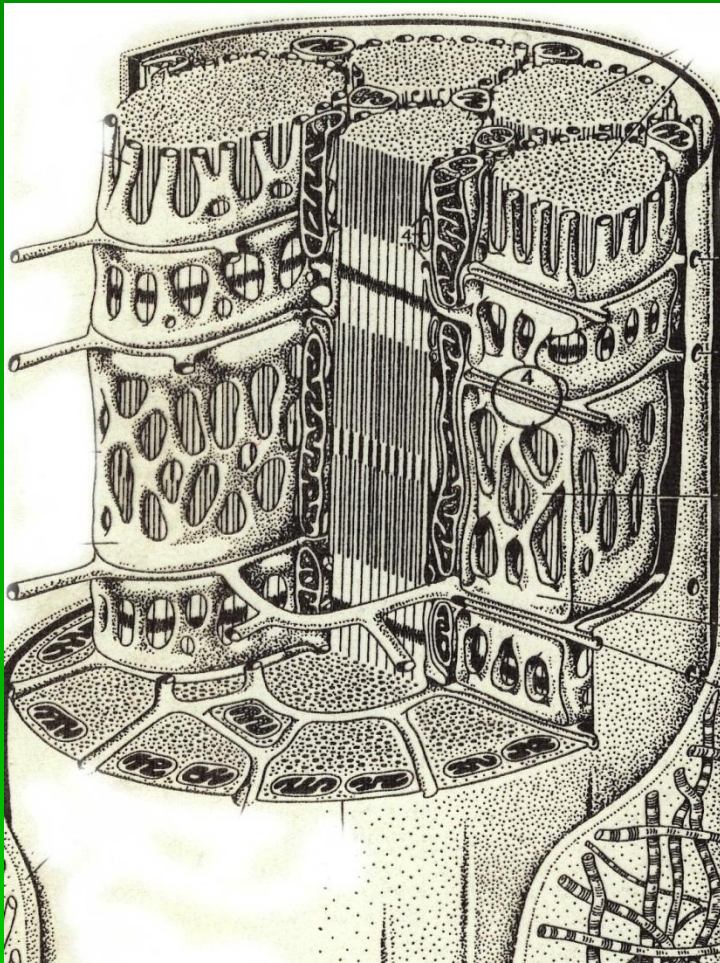
1. Тонкие нити вдвигаются в промежутки между толстыми нитями без изменения своей длины.
2. Ширина А-диска не меняется, I-диск и H-полоска сужаются.
3. Усилие тяги, а след. скольжение нитей обеспечивается повторным (циклическим) прикреплением головок миозина к актину (образование «мостиков»).
4. Энергия АТФ обеспечивает как образование «мостиков» так и их разрушение.

Аппарат передачи возбуждения



1. Образован ретикулярным элементом (L-система) и T-системой.
2. L-система (longus – продольный) – система уплощённых мембранных мешочков саркоплазматического ретикулума (агр-ЭПС), которая окружает каждую миофибриллу наподобие муфты.
Функция: депонирует и выделяет ионы кальция.

Аппарат передачи возбуждения (продолжение)



3. Т-трубочки (transversus поперечный) – это впячивания сарколеммы, которые отходят от неё под прямым углом и проникают в промежутки между двумя цистернами L – системы, формируя с ними триады.

Функция триады: проведение волны деполяризации к мембранам L-системы, что приводит к быстрому выделению из неё ионов кальция и присоединение их к тропонину тонких филаментов – запускается механизм сокращения (взаимодействие актина и миозина).

Опорный аппарат мышечного волокна

1. Телофрагма (Z- линия) – белок альфа-актинин – это область прикрепления тонких филаментов.
2. Мезофрагма (M-линия) – M-белок – это область закрепления толстых филаментов
3. Титин (коннектин) – белок ,связывает M- и Z-линии, препятствуя растяжению саркомера, мышечного волокна и мышц.
4. Десмин –белок, связывает соседние миофибриллы в области телофрагм, прикрепляет телофрагмы к сарколемме, поддерживая упорядоченное расположение саркомеров соседних миофибрилл).

Энергетический аппарат мышечного волокна:

1. Митохондрии.
2. Включения гликогена.
3. Липидные включения.
4. Миоглобин – железосодержащий кислород- связывающий пигмент.

Синтетический аппарат мышечного волокна:

1. Рибосомы.
2. гр.-ЭПС.
3. Комплекс Гольджи.

Типы мышечных волокон

- **1.Красные волокна (первый тип):**
- -малой толщины;
- -обилие миоглобина;
- -обилие цитохромов (дыхательных ферментов) в митохондриях;
- -АТФ-фаза медленного типа;
- -способны к длительной непрерывной активности;
- -утомляются медленно.

Типы мышечных волокон (продолжение)

- **2. Белые волокна (второй тип):**
- -толще, чем красные;
- -содержат меньше миоглобина;
- -митохондрий меньше;
- -АТФ-фаза быстрого типа;
- -сокращаются быстрее;
- -больше подходят для коротких вспышек активности;
- -быстро устают.

Типы мышечных волокон (продолжение)

3. Промежуточные волокна (третий тип):

- сокращаются быстро;
- устойчивы к утомлению.

Большинство мышц человека содержат все три типа волокон, но их соотношение зависит от функции той или иной мышцы.

Регенерация скелетной мышечной ткани

- ***1. Физиологическая регенерация***

волокон непрерывно осуществляется в нормальных условиях и состоит в обновлении их органелл.

- ***2. Гипертрофия мышечных волокон***

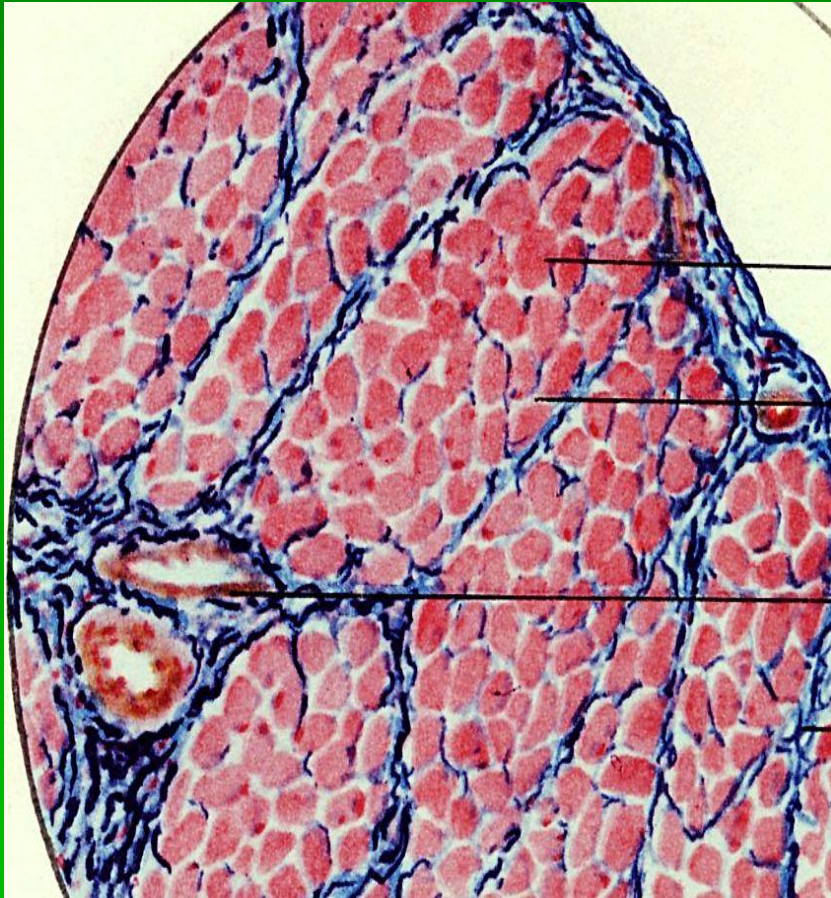
развивается в ответ на повышение нагрузки и проявляется в увеличении количества и длины миофибрилл.

- ***3. Репаративная регенерация:***

продолжение

- -миграция фагоцитов в область повреждения мышечных волокон;
- -фагоцитоз разрушенных фрагментов ;
- -деление камбиальных клеток миосателлитов и образование миобластов;
- -слияние миобластов с образованием миотрубочек;
- -дифференцировка миотрубочек с образованием мышечных волокон;
- -восстановление иннервации и целостности сосудов.

Мышца как орган



1.Состоит из пучков мышечных волокон, связанных воедино системой оболочек:

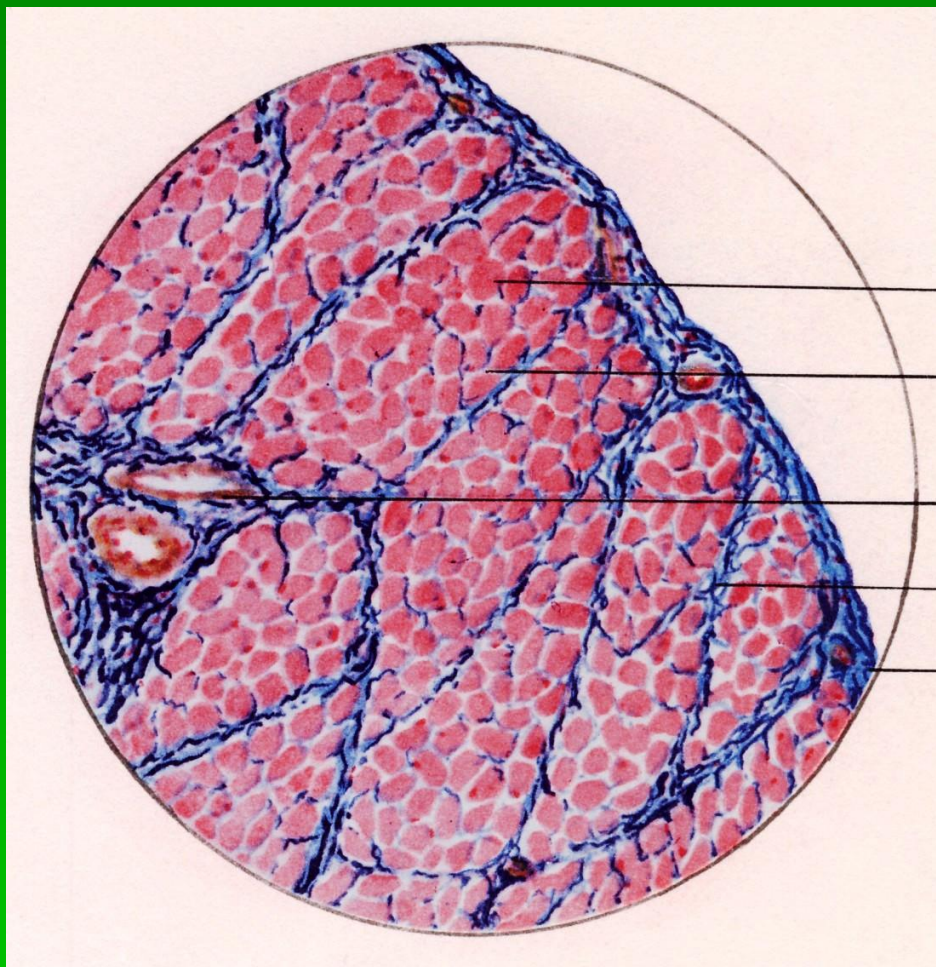
- эпимизием;
- перимизием;
- эндомизием.

Эпимизий (фасция) –

плотная оформленная
соединительная ткань.

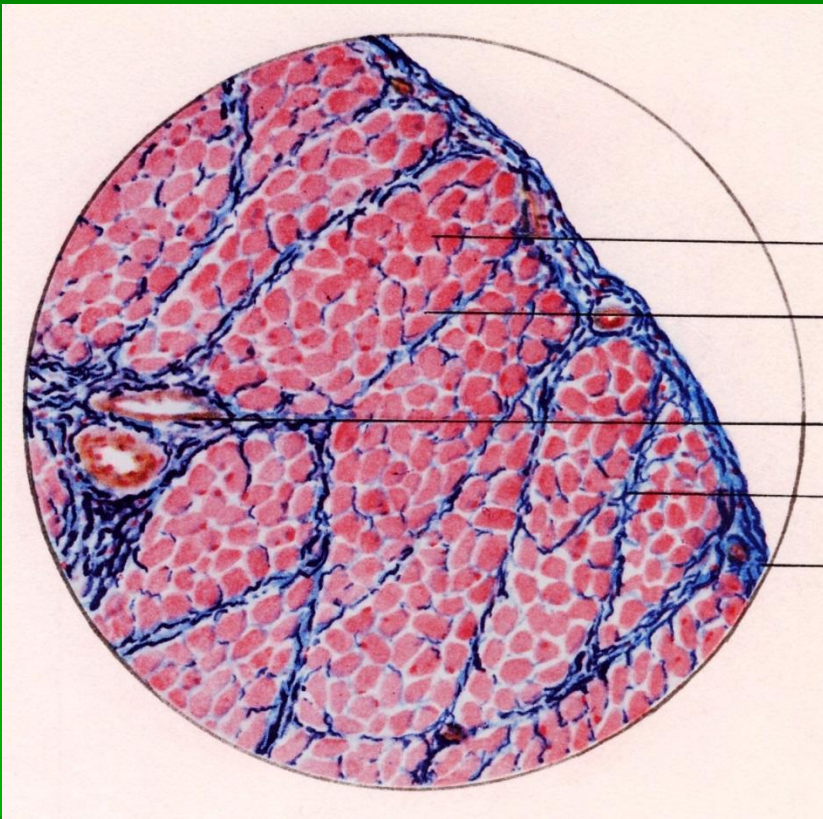
окружающая всю мышцу.

продолжение



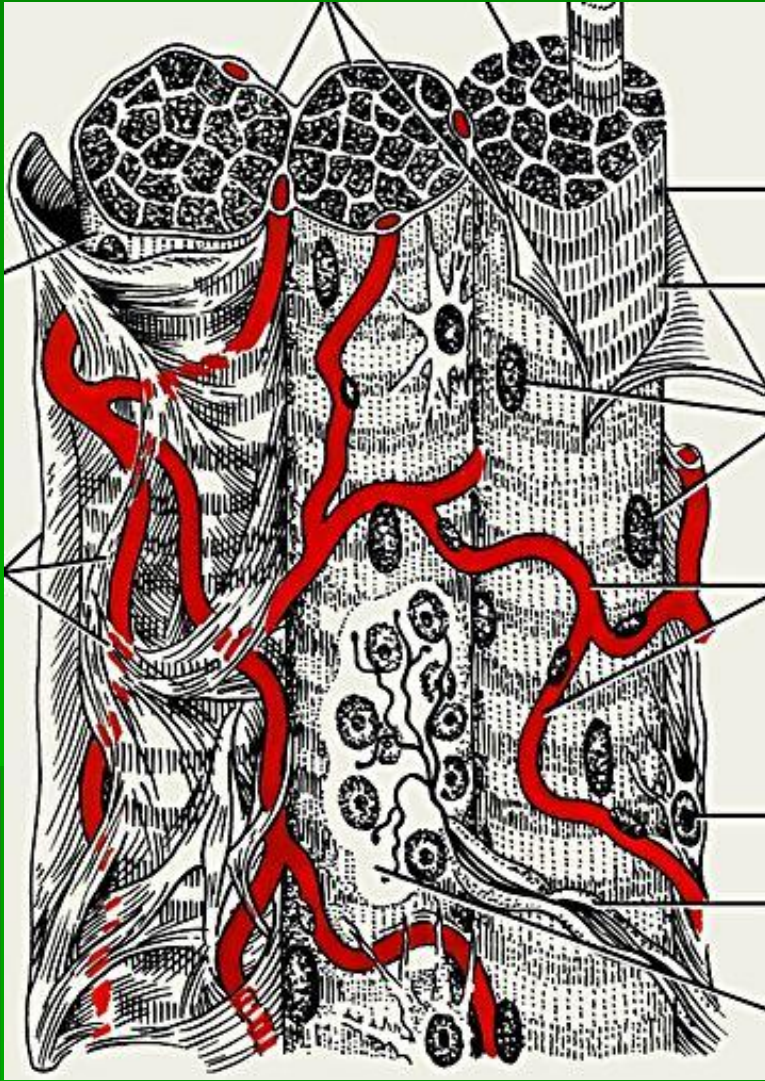
Перимизий –рыхлая
волокнистая
соединительная
ткань, отходящая от
внутренней
поверхности
эпимизия вглубь
мышцы и
окружающая пучки
мышечных волокон

продолжение



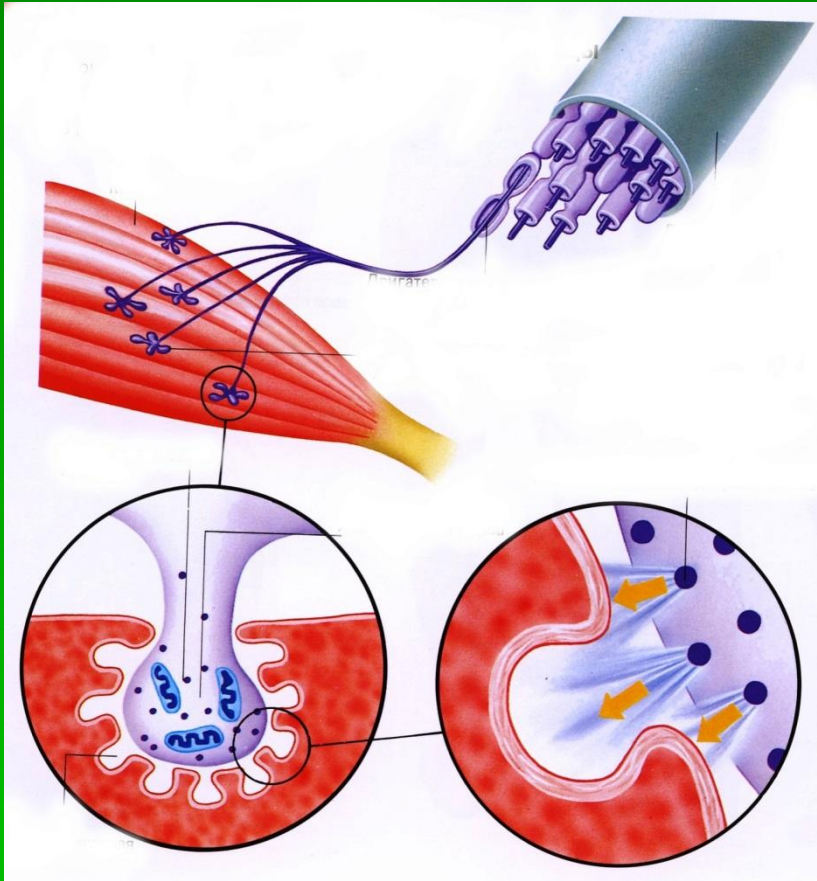
- **Эндомизий** – тонкие прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани, окружающие каждое мышечное волокно. Коллагеновые волокна эндомизия вплетаются в базальную мембрану мышечных волокон !!!.

Кровоснабжение скелетной мышцы



- Осуществляется артериями, которые проникают в мышцу вместе с нервами через эпимизий, идут в перимизий и эндомизий.
- В эндомизии образуют густую сеть узких капилляров вдоль волокон.

Двигательная иннервация мышечных волокон



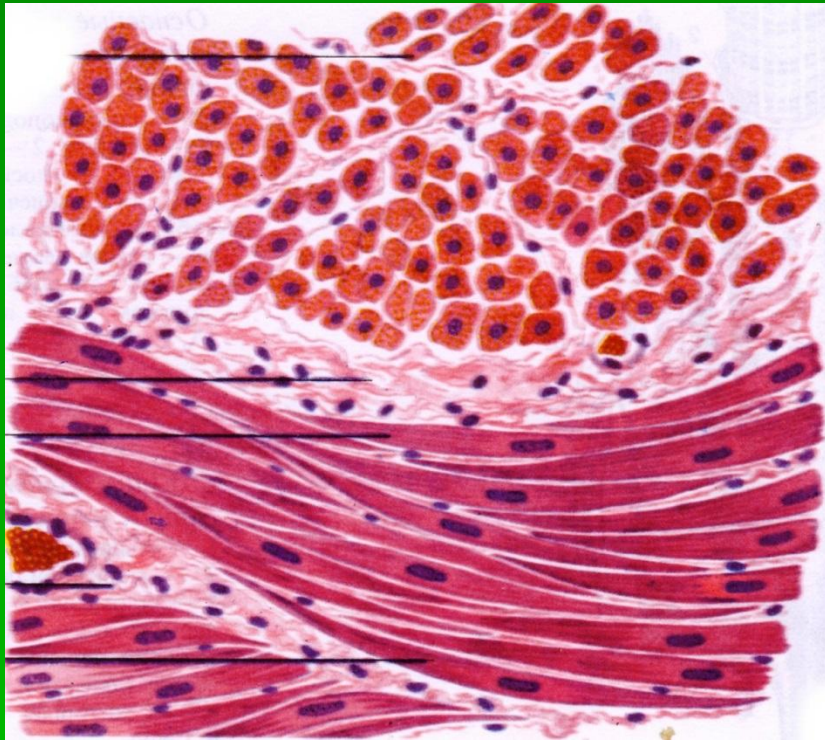
Обеспечивается аксонами двигательных нейронов, которые образуют на мышечных волокнах нервно-мышечные синапсы (моторные бляшки).

Аксон разветвляется и иннервирует сотни мышечных волокон, разбросанных по всей мышце.

Чувствительная иннервация мышечных волокон

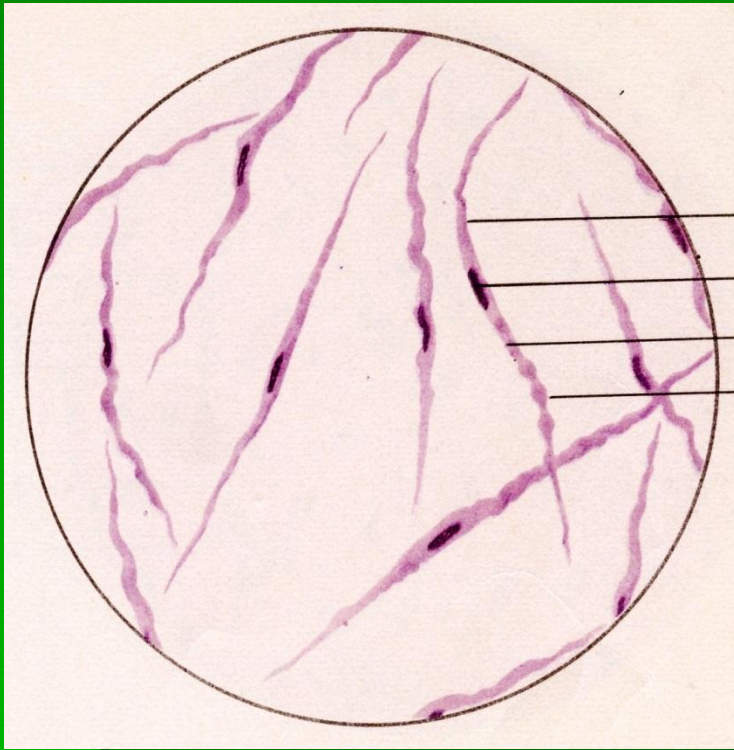
- Обеспечивается нервно-мышечными веретёнами – это рецепторы растяжения мышечных волокон, которые располагаются в перимизии.

Гладкая мышечная ткань мезенхимного типа



1. Источник развития мезенхима, которая выселяется:
 - а) из спланхнотома* и образует унитарную (висцеральную) гладкую мышечную ткань внутренних органов и сосудов;
 - б) из дерматома* и образует гладкую мышечную ткань кожи.
2. Структурно-функциональной единицей гладкой мышечной ткани является клетка -
- *гладкий миоцит.*

Гладкий миоцит



1. Форма веретеновидная.
2. Длина –50-500(1000) мкм.
3. Самые крупные миоциты матки при беременности, самые мелкие- в стенке сосудов.
4. Кнаружи от плазмолеммы находится базальная мембрана.
5. Ядро сигарообразной формы, расположено в центре вдоль длинной оси клетки.

Сократительный аппарат миоцита

1. Представлен тонкими актиновыми и толстыми миозиновыми филаментами.
2. Филаменты не формируют миофибрилл и саркомеров.
3. Актино-миозиновые комплексы существуют только в период сокращения
4. Сокращение обеспечивается в соответствии с моделью скользящих нитей, но происходит медленно и длится дольше, что обусловлено низкой скоростью гидролиза АТФ.

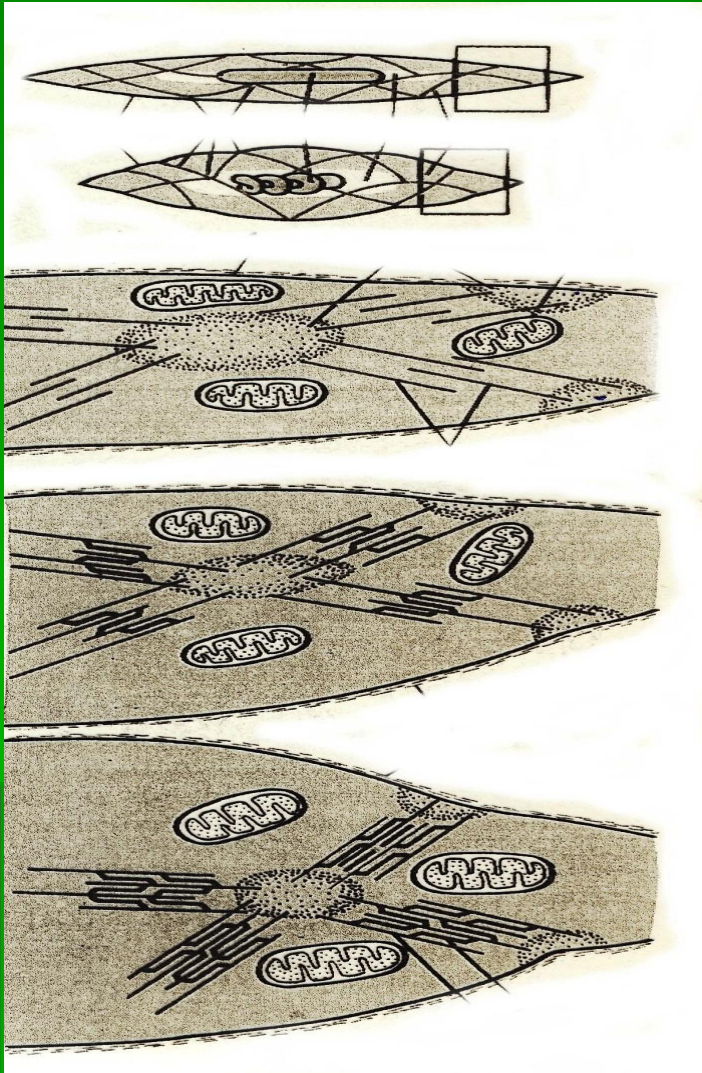
продолжение

5. Сокращение индуцируется притоком ионов кальция в цитоплазму из агр.-ЭПС и кавеол.
6. Это влечёт за собой полимеризацию миозина и его взаимодействие с актином.
7. Актиновые филаменты смещаются навстречу друг другу, усилие передаётся на плазмолемму и вся клетка укорачивается.

продолжение

8. Часть миозиновых «мостиков» не отсоединяется от актина, а остаётся с ним связанной. Поэтому гладкие миоциты способны обеспечить длительное поддержание тонуса.

Тонкие актиновые филаменты

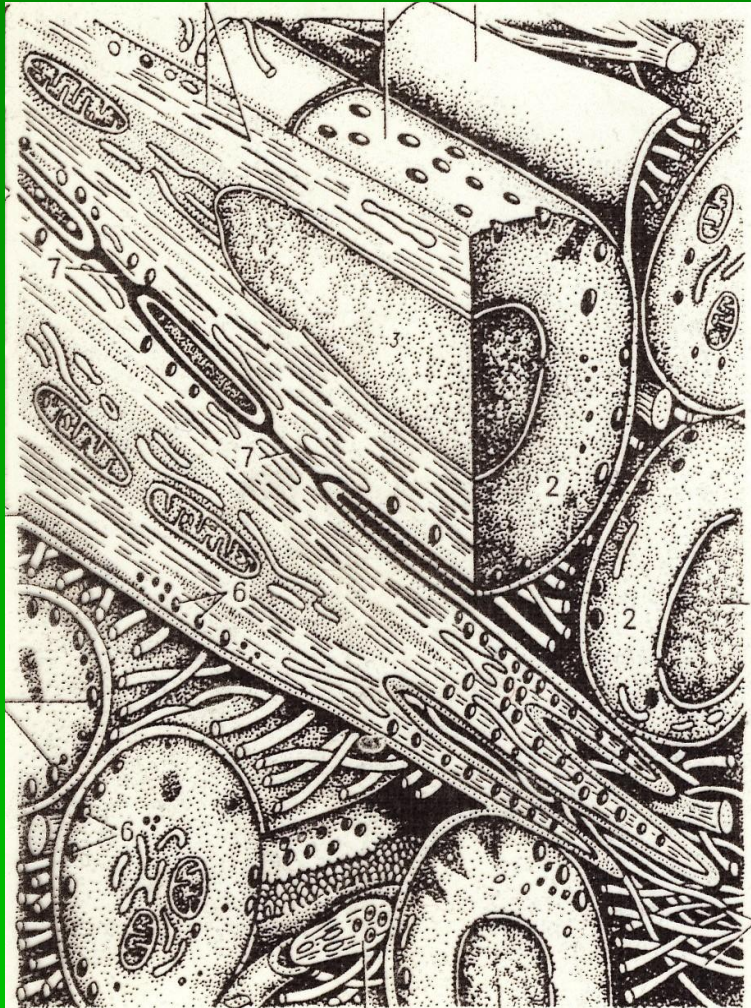


1. По количеству преобладают над толстыми филаментами.
2. Располагаются в цитоплазме пучками параллельно вдоль или под углом к длинной оси клетки.
3. Одним концом закреплены в плотных тельцах.
4. Плотные тельца – овалы структуры, связанные с внутренней поверхностью плазмолеммы. Образованы белком альфа –актинином, являются аналогом телофрагм саркомеров (Z-линий).

Толстые миозиновые филаменты

1. Обладают различной длиной.
2. Покрываются миозиновыми головками по всей длине, поэтому не имеют центральной гладкой части. Это обеспечивает значительное перекрытие тонких и толстых филаментов.
3. Не стабильны, окончательно формируются непосредственно перед сокращением и распадаются после него.

Опорный аппарат



1. Система элементов цитоскелета.

2. Плотные тельца.

3. Базальная мембрана окружает плазмолемму каждого миоцита. На отдельных участках в ней образуются «окна», где плазмолеммы соседних миоцитов сближаются. Здесь образуются нексусы, десмосомы.

В базальную мембрану вплетаются эластические и ретикулярные волокна, которые проникают также в щели на концах миоцитов, закрепляются там и передают усилие сокращения клетки всей группе миоцитов.

Аппарат передачи возбуждения

1. агр.-ЭПС (L-система) рудиментарна и состоит из мелких цистерн и пузырьков.
2. Т-трубочки отсутствуют.
3. Имеются кавеолы – это впячивания плазмолеммы перпендикулярно длинной оси клетки. Кавеолы открыты в сторону межклеточного пространства. Кавеолы – это аналог Т-трубочек.
4. Функция – содержат высокие концентрации ионов кальция. Кавеолы отшнуровываются в сторону цитоплазмы в виде пузырьков. Здесь из них освобождается кальций и начинается полимеризация миозина.

- **Энергетический аппарат:**
митохондрии, включения гликогена, липидов. Располагаются в основном у полюсов ядра.
- **Синтетический аппарат:** гр.-ЭПС, свободные рибосомы, комплекс Гольджи, синтезируют и выделяют белок коллаген, белок эластин, компоненты аморфного вещества.
- **Лизосомальный аппарат** развит слабо.

Регуляция сократительной активности гладких МИОЦИТОВ

- 1. Нервная регуляция: двигательные нервные окончания обнаруживаются на отдельных клетках и имеют вид варикозно расширенных участков тонких веточек аксона. На соседние миоциты возбуждение передаётся через нексусы.
- Чувствительная иннервация обеспечивается веточками дендритов чувствительных нейронов, образующих свободные нервные окончания.

продолжение

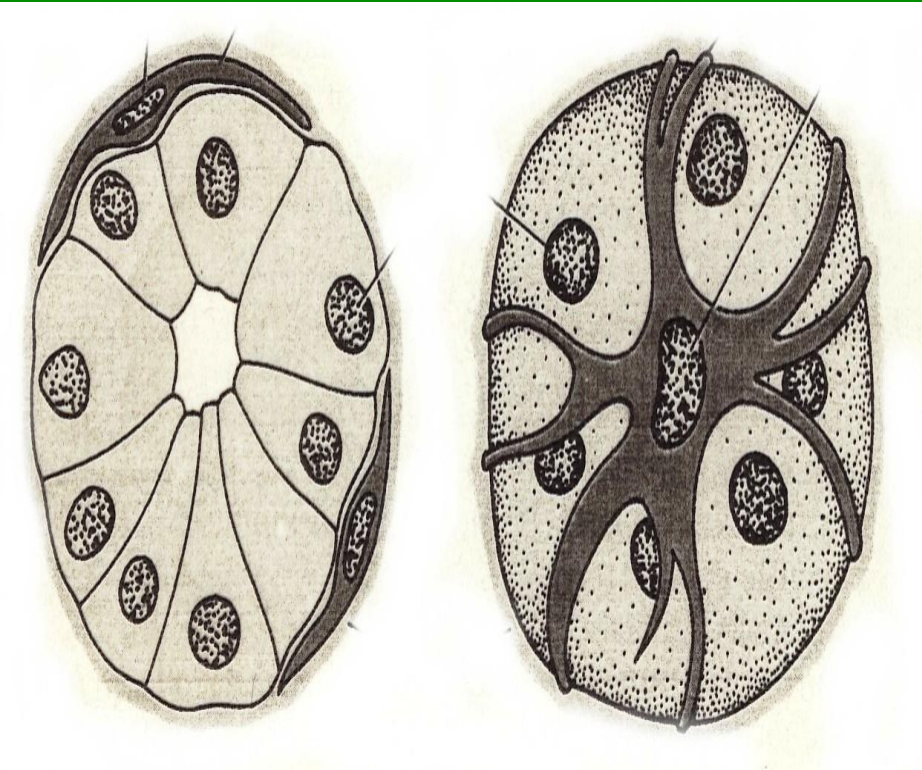
2. Гуморальная регуляция: гладкие миоциты в отличие от скелетных мышечных волокон имеют на плазмолемме рецепторы к биологически активным веществам (гистамину, бомбезину, серотонину, брадикинину, и др).

3. Миогенная активность: в отсутствие нервных и гуморальных воздействий физиологическим раздражителем миоцитов служит растяжение, которое вызывает деполяризацию плазмолеммы и приток ионов кальция в цитоплазму.

Регенерация гладкой мышечной ткани

- 1. Физиологическая –путём обновления клеточных органелл.
- 2. Гипертрофия (увеличение количества и размеров всех внутриклеточных структур, а значит и самих клеток) – реакция на повышение функциональной нагрузки (матка во время беременности).
- 3. Репаративная – способны к делению
- МИТОЗОМ.

Мышечная ткань эпидермального происхождения

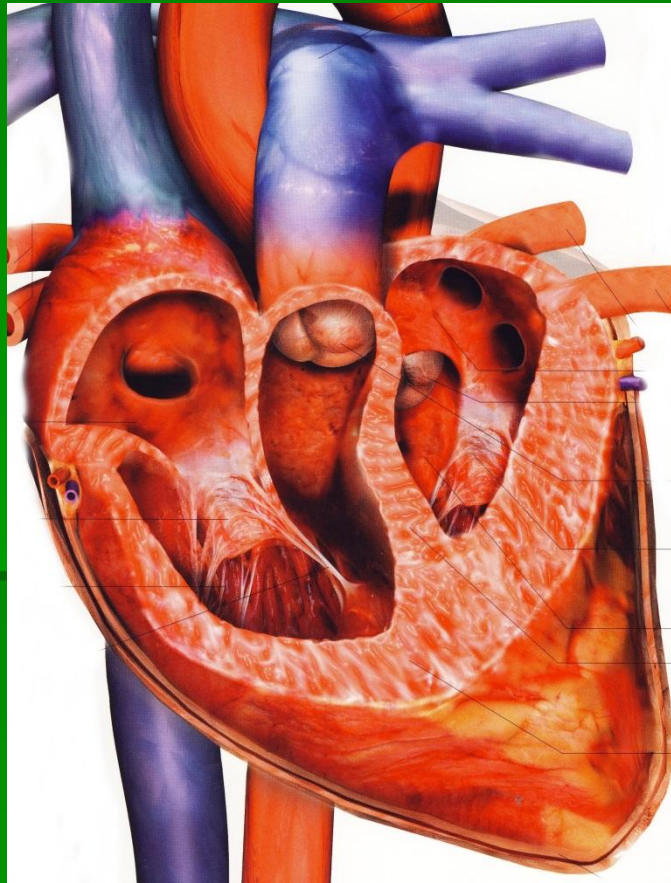


1. По строению – гладкие.
2. С железистыми клетками связаны десмосомами.
3. Снаружи покрыты базальной мембраной.
4. Способствуют выведению секрета.
5. Форма звёздчатая.
6. В цитоплазме белок десмин мышечных тканей и белок цитокератин эпителиальных тканей.

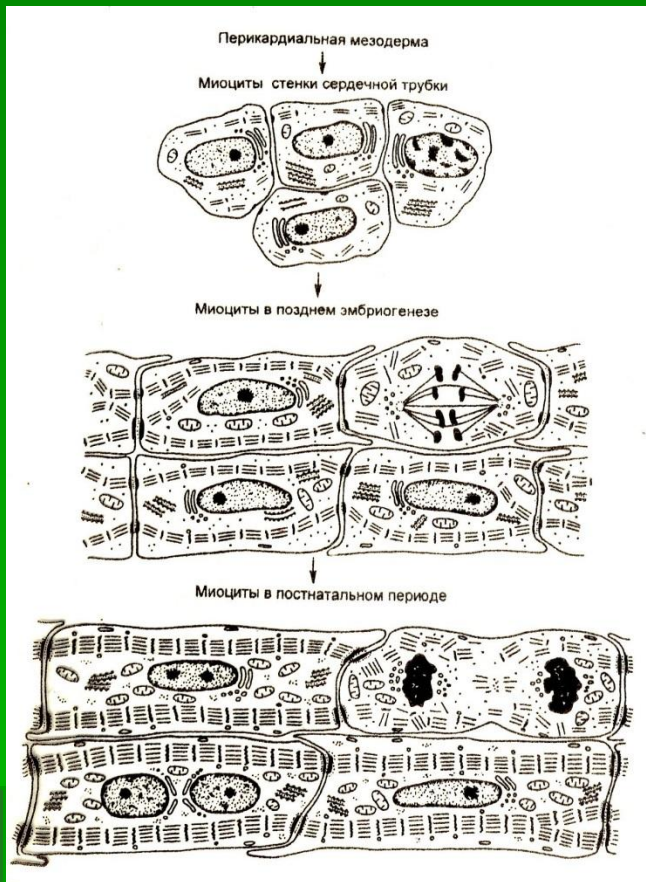
Гладкая мышечная ткань нейрального происхождения (мультиунитарная)

1. Сфинктер и дилататор радужки.
2. Форма веретеновидная.
3. На каждом миоците имеется двигательная нервное окончание (индивидуальная иннервация как в скелетной мышечной ткани).
3. Миоциты сфинктера (парасимпатическая иннервация) располагаются циркулярно у дистального (свободного) края радужки.
3. Миоциты дилататора (симпатическая иннервация) располагаются радиально.

Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань (миокард сердца).



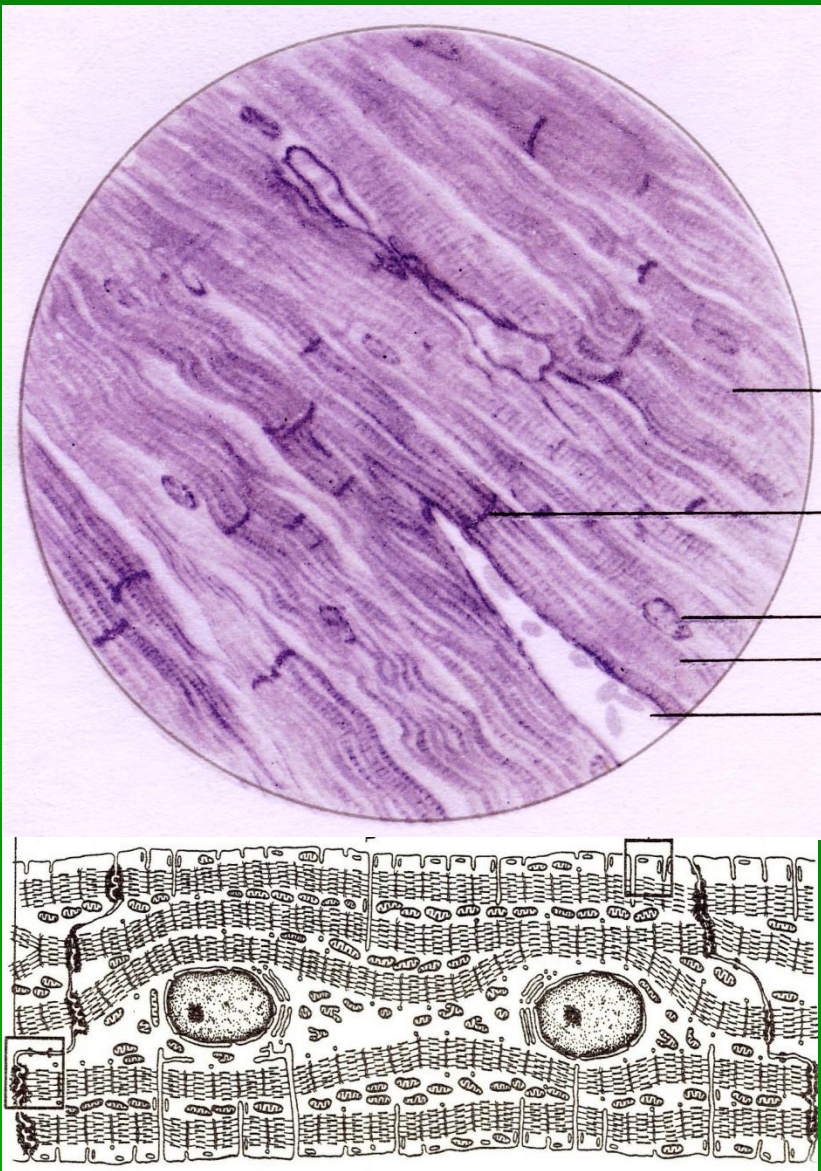
Гистогенез сердечной мышечной ткани.



1. Источник развития – миоэпикардальная пластинка (мезодерма висцерального листка спланхнотома).
2. Образующиеся кардиомиоциты выстраиваются в цепочки, но не сливаются.
3. Между кардиомиоцитами формируются сложные межклеточные соединения – вставочные диски.
4. Вставочные диски связывают кардиомиоциты в функциональные мышечные волокна.
5. Способность к делению кардиомиоциты утрачивают к моменту рождения.

Вставочный диск

- Включает:
- 1. Десмосомы – механическое соединение кардиомиоцитов. В десмосомы вплетаются миофибриллы.
- 2. Нексусы (щелевые контакты) - обеспечивают быстрое распространение волны деполяризации с одной клетки на другую
- 3. Интердигитации.



Типы кардиомиоцитов

- 1. Сократительные (типичные, рабочие).
- 2. Секреторные.
- 3. Проводящие (атипичные).

Сократительные кардиомиоциты

1. Форма призматическая или отростчатая.
2. Одно или два ядра в центре клетки.
3. Миофибриллы располагаются по периферии вдоль клетки.
4. Строение миофибрилл и саркомера см. выше (скелетная ткань).
5. Сарколемма снаружи окружена базальной мембраной.
6. Опорный аппарат как в волокнах скелетной мышечной ткани, но связан со вставочными дисками.

Секреторные кардиомиоциты

1. Располагаются в предсердиях.
2. Форма отростчатая.
3. Слабое развитие сократительного аппарата.
4. Хорошо развит синтетический аппарат.
5. Функция эндокринная – синтезируют и секретируют в кровь: а) **гликопротеины**, которые связывают липопротеины, проявляя антитромбическое действие,
б) **предсердный натрийуретический фактор (ПНФ)** – вызывает потерю натрия и воды с мочой, расширение сосудов, снижение артериального давления, угнетение секреции альдостерона и вазопрессина

**Энергетический, синтетический ,
лизосомальный аппараты.**

**См. выше - скелетная мышечная
Ткань**

Проводящие кардиомиоциты

1. Крупнее, чем сократительные.
2. Богаче цитоплазмой.
3. Мало миофибрилл, поэтому при окраске гематоксилином и эозином выглядят светлыми.
4. Миофибриллы не имеют строгой продольной ориентации, но располагаются также по периферии цитоплазмы.
5. Митохондрий и рибосом мало.
6. Ядра не всегда занимают центральное положение.

Типы проводящих кардиомиоцитов

1. Р-клетки (клетки пейсмекеры):

- располагаются в центре синусного узла и немного в предсердно-желудочковом узле;
- генерируют импульс с частотой 70 раз в минуту;
- генерация импульса обусловлена высоким содержанием свободного кальция в цитоплазме и нестабильным потенциалом покоя.
- между клетками десмосомы и нексусы.

2. Переходные (промежуточные клетки):

- располагаются в основном в атрио-вентрикулярном узле и по периферии синусного узла;
- связаны с Р-клетками десмосомами и нексусами;
- передают возбуждение от Р-клеток к клеткам Пуркинье;
- при блокаде Р-клеток могут задавать ритм, но более медленный – 40-50 раз/мин.

продолжение

3. Клетки Пуркинье:

- самые крупные не только в проводящей системе, но и во всём миокарде;
- входят в состав пучка и ножек Гисса;
- встречаются также по периферии узлов;
- передают возбуждение от переходных клеток к сократительным кардиомиоцитам.
- клетки связаны между собой нексусами и десмосомами.

Регенерация сердечной мышечной ткани

1. На субмикроскопическом уровне – обновление всех структур клеток.
2. В случае гибели кардиомиоцитов образуется соединительнотканый рубец, при этом наблюдается гипертрофия оставшихся сократительных кардиомиоцитов, т.е. увеличение количества и размеров всех внутриклеточных структур, а значит и самих клеток.

Кровоснабжение сердечной мышечной ткани

1. По уровню кровоснабжения превосходит головной мозг, уступая лишь почке.
2. Ветви коронарных артерий распадаются на капиллярную сеть.
3. Один кардиомиоцит контактирует с 2-3 капиллярами.

Иннервация сердечной мышечной ткани

1. Осуществляется нервными волокнами симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.
2. Вегетативная нервная система не обуславливает сокращения кардиомиоцитов, а вызывает изменение ритма сердечных сокращений.
3. Ветвления нервных волокон не образуют с кардиомиоцитами типичных нервно-мышечных синапсов, а отделяются от клеток широкой щелью.

Благодарю за внимание!