

Мышечные ткани

Лектор:

**Зав. курсом гистологии,
цитологии и эмбриологии**

Хапажева М.Ж.

ПО ИСТОЧНИКАМ ПРОИСХОЖДЕНИЯ РАЗЛИЧАЮТ

1. Скелетная мышечная ткань (соматического типа), возникающая из миотомов сомитов.
2. Сердечная мышечная ткань (целомического типа), возникающая из миоэпикардальных пластинок висцерального листка спланхнотомы мезодермы.
3. Гладкая мышечная ткань мезенхимного происхождения.
4. Миоэпителий, возникающий из эктодермы.

ПРОДОЛЖЕНИЕ

5. Мионейральная ткань, возникающая из нейроэктодермы.
6. Миофибробласты, проявляющие свойства фибробластов и гладких миоцитов, их вариантами являются миоидные клетки извитого канальца семенника.
7. Эндокринные гладкие миоциты (юкстагломерулярные, эпителиоидные, зернистые).

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ

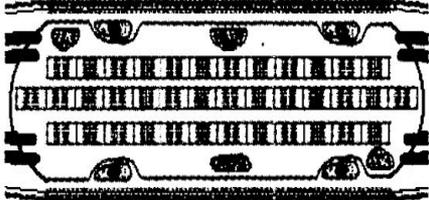
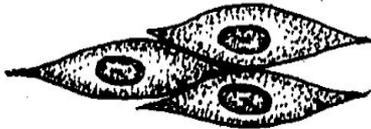
КЛАССИФИКАЦИЯ

Она основана на наличии или отсутствии исчерченности миофибрилл и различают:

1. исчерченные мышечные ткани, к ним относятся & скелетная & сердечная

В них миофибриллы состоят из саркомеров, в которых имеются светлые и темные участки обуславливающие поперечную исчерченность миофибрилл.

2. Неисчерченные мышечные ткани – гладкие мышечные ткани. В них сократительные элементы располагаются так, что отсутствует исчерченность.

Тип ткани	Структурная единица	Количество ядер и их расположение	Сократимый аппарат
<p>Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань</p>	<p>Симпласты</p> 	<p>1000 и более ядер по периферии симпласта</p>	<p>Миофибриллы</p>
<p>Гладкая мышечная ткань</p>	<p>Миоциты</p> 	<p>Одно ядро в центре клетки</p>	<p>Актиновые и миозиновые микрофиламенты</p>
<p>Сердечная мышечная ткань</p>	<p>Кардиомиоциты</p> 	<p>Одно или два ядра в центре клетки</p>	<p>Миофибриллы</p>

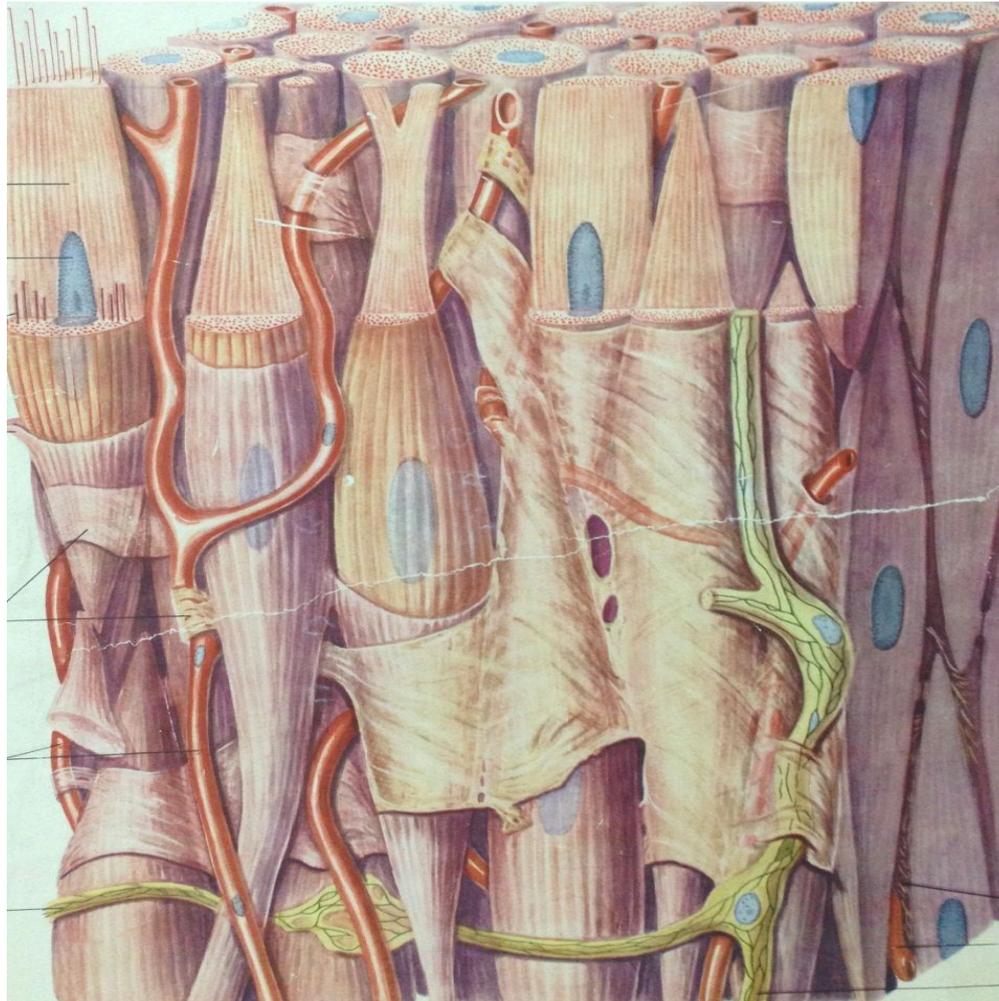
Особенности гладких миоцитов

- 1. Форма веретеновидная, звездчатая**
- 2. Размер от 20 мкм до 500 мкм**
- 3. Окружены базальной мембраной**
- 4. В них развитая ЭПС-гранулярного типа синтезирующая белки межклеточного вещества**
- 5. Имеются элементы редуцированного ЭПС-гладкого типа в виде пузырьков и цистерн**
- 6. Развиты комплекс Гольджи и митохондрии**
- 7. Развиты кавеолы**

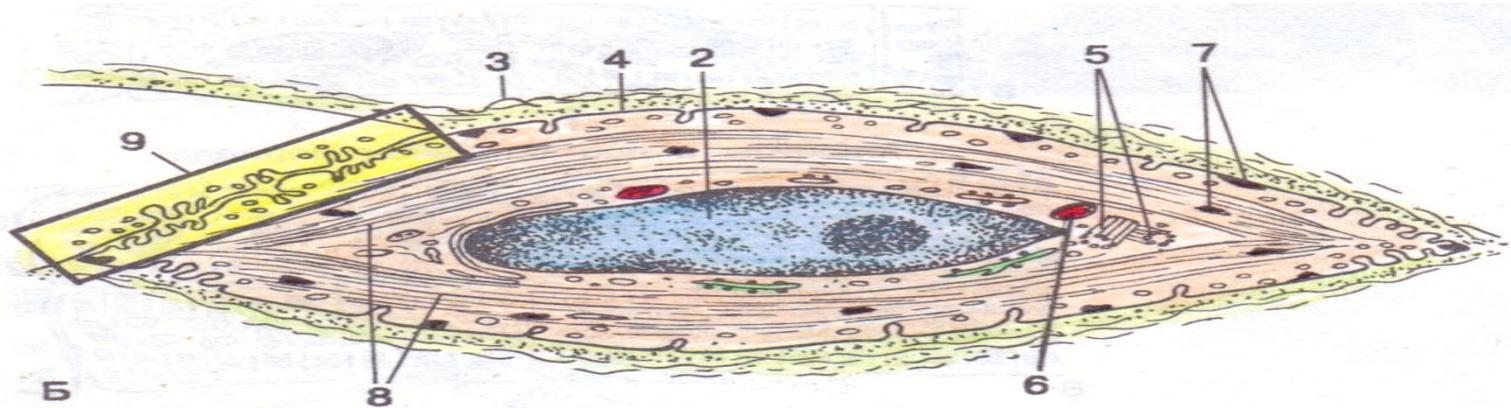
КАВЕОЛЫ

Кавеолы- колбовидные впячивания поверхности сарколемы , которые открыты в сторону межклеточного пространства и составляют 1/3 площади поверхности.Кавеолы депонируют ионы кальция,являются аналогом саркоплазматического ретикулума и Т –трубочек исчерченной мышечной ткани.Их мембрана содержит белки транспорта ионов кальция.

Гладкая мышечная ткань

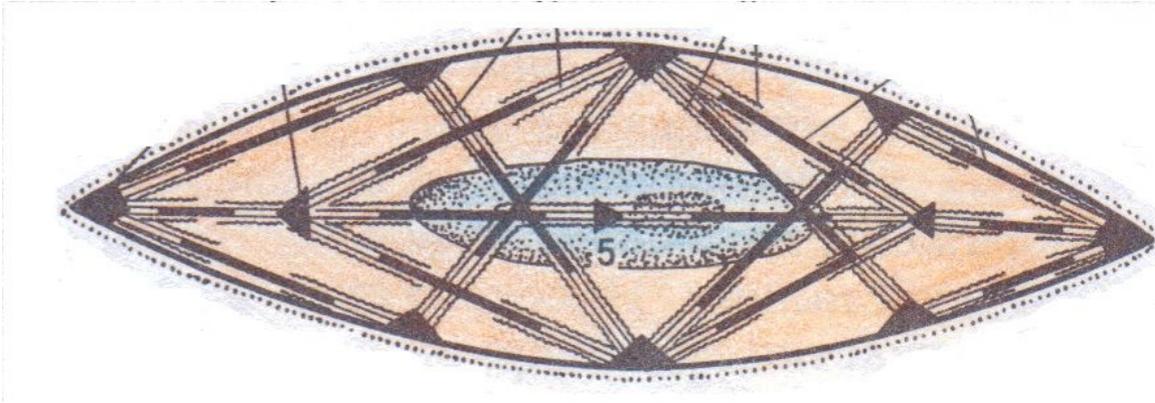


Ультраструктура гладкого миоцита

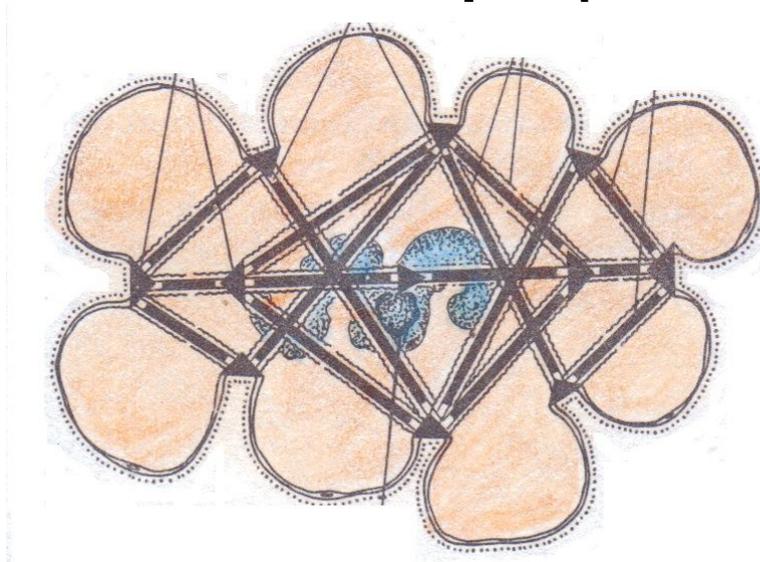


Сократительный и опорный аппараты гладкого миоцита

Фаза расслабления



Фаза сокращения



АКТИНОВЫЕ МИКРОФИЛАМЕТЫ

1. Количественно преобладают над миозиновыми и состоят из белка - **актина**.

2. Располагаются в цитоплазме продольно и под углом к длинной оси клетки.
(формируют 3-х мерную сеть).

3. Закрепляются в плотных тельцах.

Плотные тельца содержат L-актинин, десмин, винкулин, является аналогом Z-линий поперечно-полосатого мышечного волокна.

Миозиновые микрофиламенты

- 1. Выявляются в виде нитей только в процессе сокращения.**
- 2. В состоянии покоя миозин находится в разобранном состоянии, сборка их происходит непосредственно перед сокращением**
- 3. Поэтому в гладких миоцитах не формируются миофибриллы, саркомеры отсутствуют, отсутствует поперечная исчерченность.**

ПРОДОЛЖЕНИЕ

4. Сборка из молекул миозина толстых миозиновых филаментов, а также взаимодействие актиновых и миозиновых филаментов активируется **ионами Са**, которые поступают:

& из саркоплазматического ретикулума

& кавеол

& митохондрий

Ионы Са оказывают влияние на миозиновые микрофиламенты

ГЛАДКИЕ МИОЦИТЫ

1. Функционируют в виде комплексов.
2. Комплекс состоит из 10 – 12 миоцитов, которые связаны друг с другом десмосомами и нексусами.
3. В области нексусов базальные мембраны миоцитов прерываются. Через нексусы происходит передача возбуждения от одного миоцита к соседним и в результате

Компоненты миоцитарного комплекса

1. Сократительные миоциты, выполняющие функцию сокращения.
2. Секреторные миоциты, синтезирующие и секретирующие межклеточное вещество.
3. Миоциты пейсмейкеры, генерирующие потенциал действия и передающие его на соседние миоциты.
4. Камбиальные миоциты, являющиеся источниками регенерации.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ГЛАДКОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ЗА СЧЕТ

1.малодифференцированных клеток.

2.адвентициальных клеток

3.Перицитов

4.При повреждении за счет миофибробластов

5.Возможны внутриклеточные процессы
регенерации

МЕХАНИЗМ СОКРАЩЕНИЯ ГЛАДКИХ МИОЦИТОВ

ЗАКЛЮЧАЕТСЯ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
АКТИНОВЫХ И МИОЗИНОВЫХ ФИЛАМЕНТОВ,
КОТОРОЕ ИНИЦИИРУЕТСЯ ИОНАМИ
КАЛЬЦИЯ

ВЫДЕЛЯЮТ ДВА ПРОЦЕССА:

1. Ca - ЗАВИСИМЫЙ

2. АТФ - ЗАВИСИМЫЙ

Ca – ЗАВИСИМАЯ ЧАСТЬ

СОКРАЩЕНИЯ

ПРОТЕКАЕТ СПЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ

- 1. Действие сократительного стимула (нервный импульс).**
- 2. Происходит открытие кальциевых каналов в цитомембране, гладком-ЭПС, митохондриях.**
- 3. Соединение ионов Ca с белком кальмодулином**

ПРОДОЛЖЕНИЕ

5. Киназа легких цепей миозина фосфорилирует легкие цепи головок миозина и в таком состоянии они могут связывать АТФ и соединиться с актином. Далее головки молекул миозина взаимодействуют с активными центрами актиновых филамент. Они совершают скользящие движения вдоль актиновых филамент (шаг за шагом).

Благодаря межмолекулярным взаимодействиям с миозином актиновые нити смещаются навстречу друг другу, энергия тяги передается на цитолемму, конфигурация клетки изменяется.

ПРОДОЛЖЕНИЕ

6. Прекращает сокращение фермент
фосфатаза

миозина, вызывающая
дефосфорилирования

легких цепей миозина. Особенность
гладких

мышц заключается в том, что после
дефосфорилирования разрушаются не все
миозиновые мостики. Часть головок
миозина остается связанной с актиновыми
филаментами. Это **обеспечивает**

ГИСТОГЕНЕЗ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Источником развития являются миотомы сомитов. Клетки миотомов мигрируют в места закладки мышц и превращаются в миобласты

и в дальнейшем развитие происходит в несколько стадий.

1. Миобластическая стадия - миобласты делятся
МИТОЗОМ

2. Миосимпластическая стадия происходит

продолжение

миосимпласт, окруженный базальной мембраной. Начинается синтез миофибрилл.

Часть

миобластов превращаются в миосателиоциты.

3. Стадия миотубул. Миосимпласты увеличиваются в размерах за счет присоединения новых миобластов и синтеза миофибрилл, которые еще находятся на периферии.

4. Стадия дефинитивного мышечного волокна. Миофибриллы перемещаются в центр, ядра

СТРОЕНИЕ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТОГО МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА

Структурно-функциональными элементами скелетной мышечной ткани являются мышечные

волокна, состоящие из 2-х частей:

1. симпластической
2. миосателиоцитов.

Волокно – симпласт представляет собой гигантское цитоплазматическое образование,

содержит множество ядер (до нескольких тысяч)

ПРОДОЛЖЕНИЕ

Толщина волокна составляет 50-100 мкм, длина 20 – 30 см. Снаружи симпласт покрыт сарколеммой, состоящей из плазмолеммы и базальной мембраны. Между базальной мембраной и плазмолеммой в углублениях лежат миосателиоциты.

Миосателиоциты-стволовые клетки, за счет их размножения и последующего слияния осуществляется регенерация мышечных волокон

МИОФИБРИЛЛЫ

Это специальные органеллы, занимающие основную часть волокна. В одном волокне их до **2000** . Диаметр миофибрилл составляет **2 мкм**, а длина равна длине мышечного волокна. Миофибриллы состоят из чередующихся темных и светлых дисков и в лежащих друг под другом миофибриллах расположение темных и светлых дисков совпадает.

Темные диски-анизотропные (диски А)

ПРОДОЛЖЕНИЕ

В саркоплазме мышечного волокна
находятся

большое количество органелл общего
значения

(За исключением центриолей), включения
гликогена, липидов, а также пигментные
включения миоглобина.

Миоглобин – это железосодержащий
пигмент,

аналогичный гемоглобину. Он способен
связываться –

ПРОДОЛЖЕНИЕ

Посередине изотропного диска проходит **Z –линия** (на уровне **T- трубочки**), где закрепляются актиновые филаменты соседних саркомеров.

В центре диска **A** находится светлая **полоска H**, а посередине ее проходит **темная линия –M** (мезофрагма).

Участок миофибриллы , заключенный между двумя **T-трубочками** или **Z-линиями** называется саркомером.

САРКОМЕР

Саркомер - это структурно-функциональная единица миофибриллы, длиной 2,5 - 3 мкм.

Саркомер охватывает полный диск **A** и две половинки диска **I**.

В саркомере актиновые и миозиновые филаменты располагаются следующим образом.

1. Актиновые микрофиламенты прикрепляются к Z – линии и продолжаются в анизотропном диске до уровня H – полосы.

ПРОДОЛЖЕНИЕ

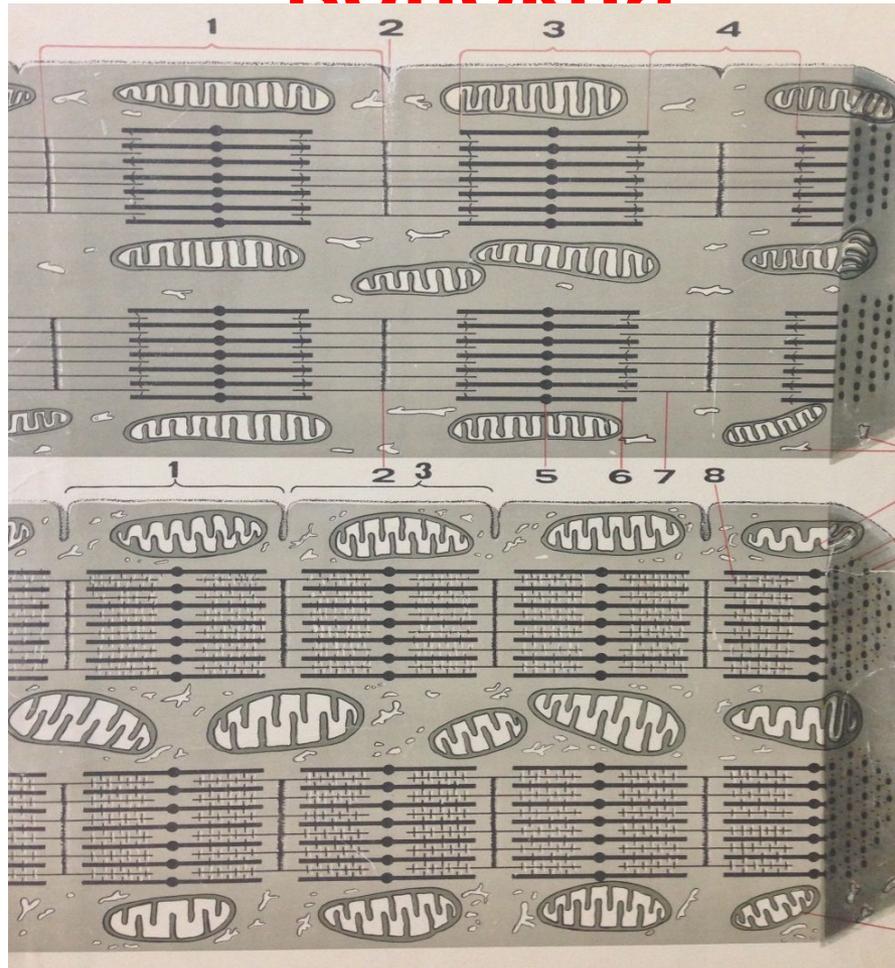
2. Миозиновые филаменты располагаются только в анизотропном диске.

Светлая H -полоска состоит только из миозина и в области мезофрагмы миозиновые филаменты утолщены.

Скелетная мышечная ткань



Схема строения поперечнополосатого мышечного волокна



АКТИНОВЫЕ МИКРОФИЛАМЕНТЫ

1. Диаметр = 5 нм, длина – 1 мкм
2. В их состав входят 3 вида белков:
 - Сократительный белок – актин
 - Два вспомогательных белка
 - Тропомиозин
 - тропонин

АКТИНОВЫЕ МИКРОФИЛАМЕНТЫ

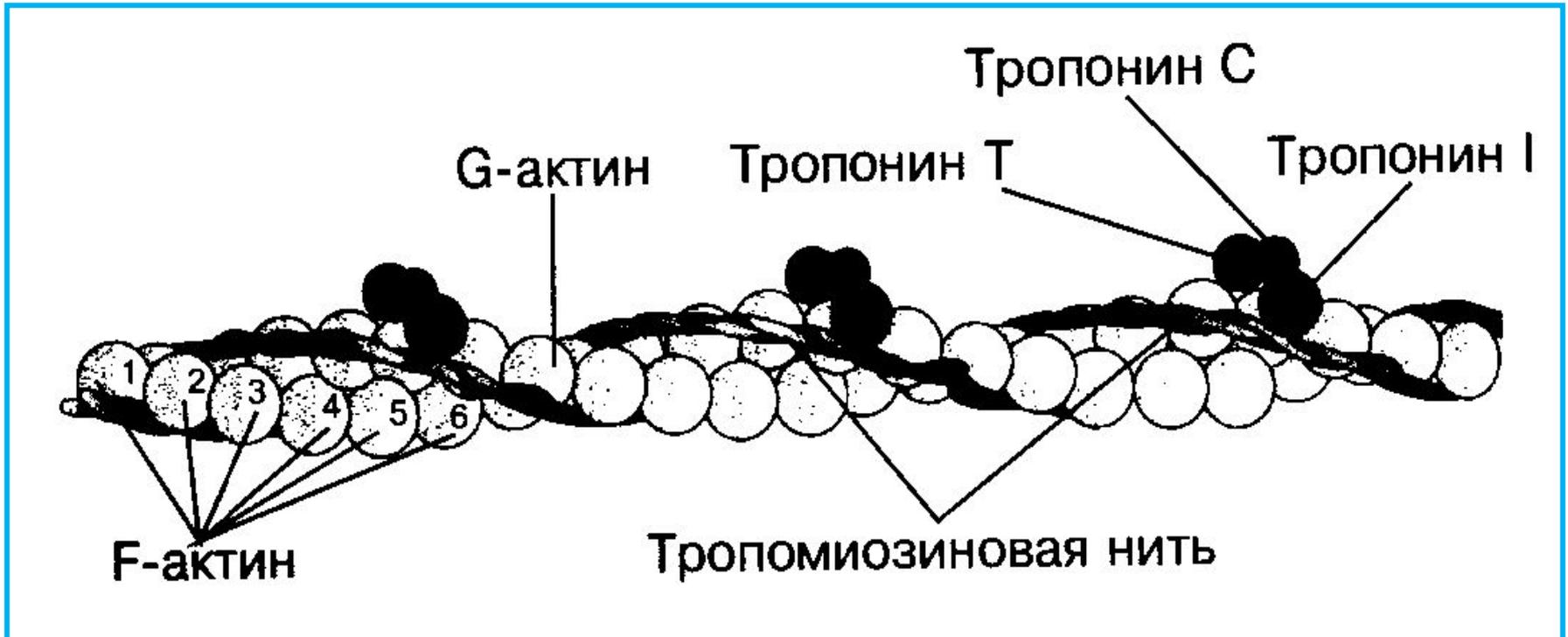
Построены следующим образом.

Цепочки глобулярных молекул актина образуют

двойную спираль, а в желобках этой спирали

уложены молекулы тропомиозина. К ним на правильных расстояниях друг от друга присоединяются молекулы тропонина.

Строение актиновых микрофиламентов

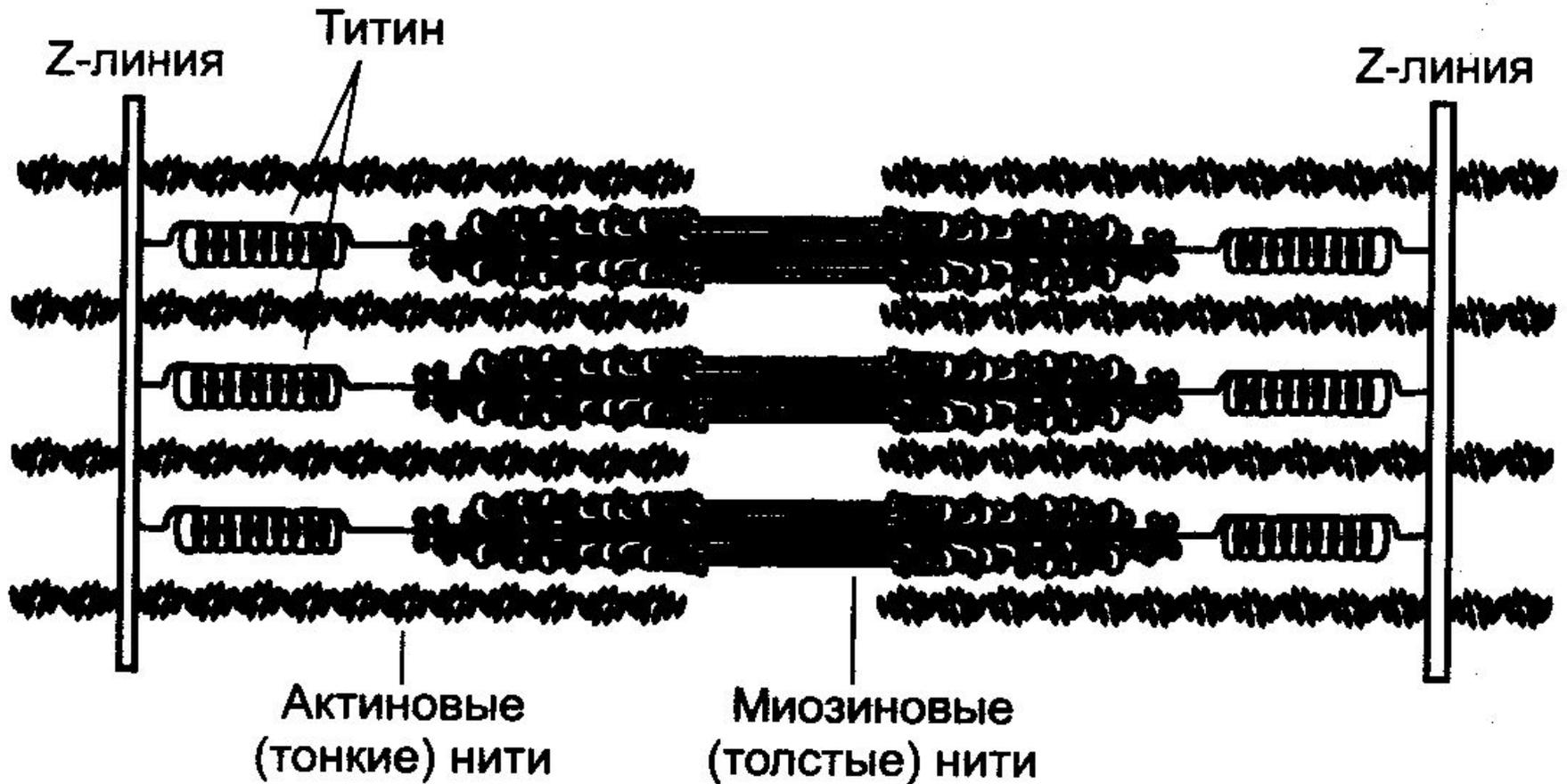


Тропоминовый комплекс состоит

из:

- 1. Субъединицы (ТпТ) , осуществляющая прикрепление тропоминового комплекса к тропомиозину**
- 2. Субъединицы (ТпС), отвечающей за связывание с Ca^+**
- 3. Субъединицы (J), препятствующей взаимодействию миозиновых головок с актином**

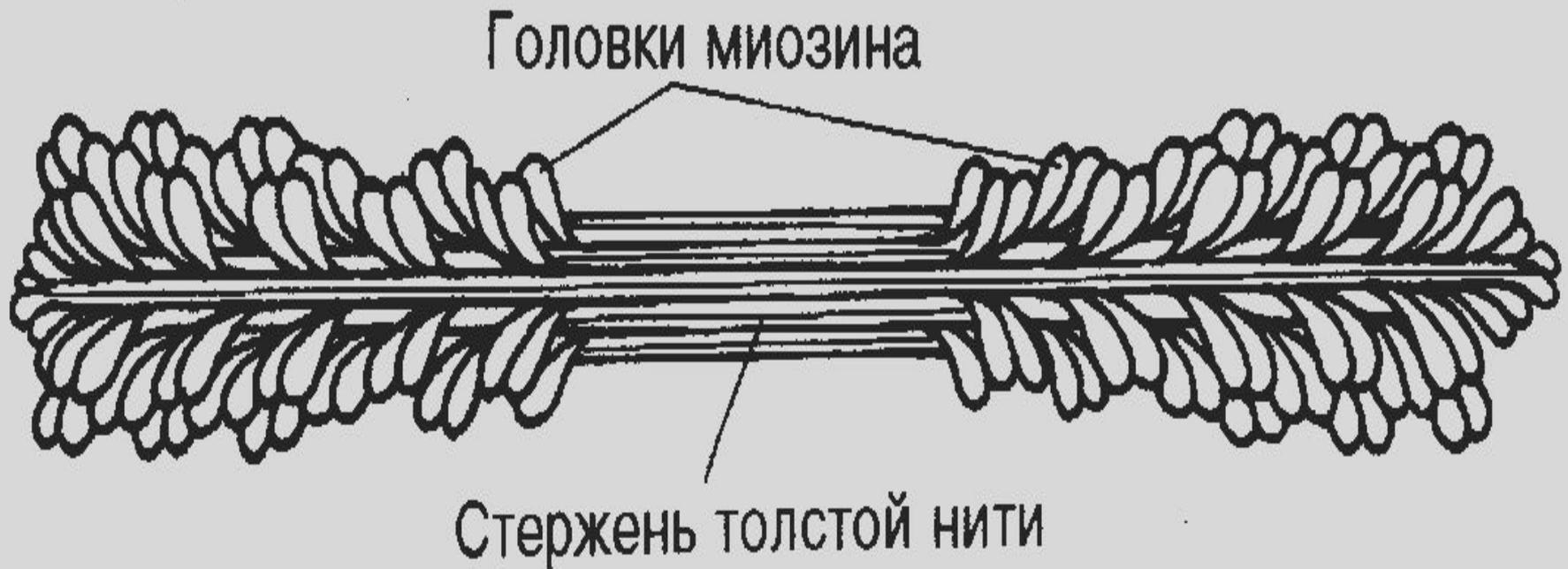
Строение саркомера



Миозиновые микрофиламенты включают:

- 1. Миозин – составляет основную массу**
- 2. Белок титин – наподобие пружины связывает концы толстых нитей с Z-линией**
- 3. С-белок – влияя на агрегацию молекул миозина, обеспечивает одинаковый диаметр и стандартную длину толстых нитей**
- 4. Небулин – связывает тонкие и толстые филаменты**
- 5. Миомезин вместе с С-белком связывает**

Строение миозиновых микрофиламентов



В молекуле миозина различают

1. Каждая миозиновая нить состоит из **300**
-400

молекул миозина. Половина молекул
обращена головками к одному концу нити, а
вторая половина головками к другому
концу
нити.

2. В молекуле миозина различают:

& тяжелый меромиозин, который имеет
участки, связывающие актин и обладающие
АТФ-азной активностью

ПРОДОЛЖЕНИЕ

& легкий меромиозин, который обеспечивает

- агрегацию молекул миозина
- **ТЯЖЕЛЫЙ МЕРОМИОЗИН**
- имеет два фрагмента: S-1 и S-2.
- 1). S-1 содержит глобулярные головки миозина.
- 2). S-2 содержит эластический компонент, который допускает отхождение S-1 на расстояние 55 нм.

ПРОДОЛЖЕНИЕ

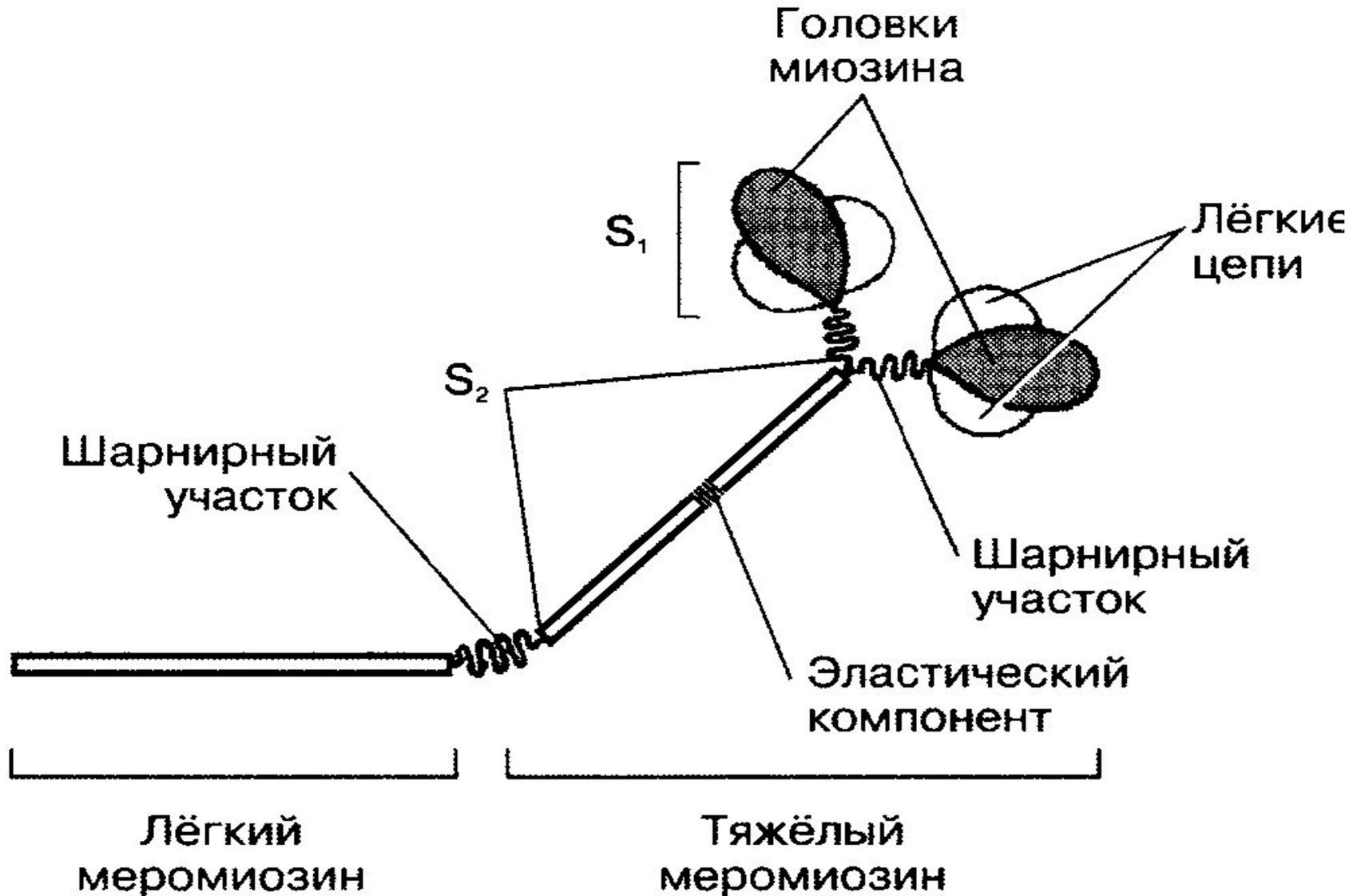
МОЛЕКУЛА МИОЗИНА ИМЕЕТ ДВА шарнирных участка ,которые позволяют молекуле изменять конформацию:

- * первый находится в области соединения тяжелого и легкого меромиозинов.
- * второй находится в области шейки молекулы миозина там ,где соединяются S-1 и S-2.

Легкий меромиозин лежит в толще толстой нити,а тяжелый меромиозин благодаря шарнир-

ным участкам выступает на поверхность.

Строение молекулы миозина



Типы мышечных волокон

1. Красные мышечные волокна.

- Имеют небольшой диаметр
- Содержат много миоглобина
- Содержат много митохондрий
- В них высока активность окислительно-восстановительных ферментов
- Меньшее содержание миофибрилл
- Могут сокращаться в течение длительного времени, медленно развивая не очень большую силу сокращений

2. Белые мышечные волокна

- **Имеют большой диаметр**
- **Содержат мало миоглобина**
- **Меньшее содержание митохондрий, чем в красных волокнах**
- **Содержат большие запасы гликогена**
- **Высока активность гликолитических ферментов**
- **Это быстрые тетанические мышцы, осуществляющие сокращение большой силы и быстро утомляются**

ПОПЕРЕЧНО- ПОЛОСАТОГО МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА

Важное функциональное значение имеют

1. **T-трубочки**, которые образованы впячиванием сарколеммы внутрь симпласта. Располагаются на уровне **Z-линии** и близко подходят к эндоплазматическому ретикулуму. T-трубочки обеспечивают быстрое проведение потенциала действия вглубь симпласта. В ЭТОТ

МОМЕНТ ПРОИСХОДИТ ВЫСВОБОЖДЕНИЕ ИЗ

БОЛЬШИЕ ТЕРМИНАЛЬНЫЕ ЦИСТЕРНЫ ГЛАДКОЙ ЭПС

Здесь депонируются ионы Са, мембрана имеет рецепторы к инозитол -3-фосфат, инозитол - 4 фосфат. Располагаются с 2 – х сторон от Т- трубочки.

В механизме сокращения выделяют 2 процесса:

1. Кальций – зависимый
2. АТФ - зависимый

КАЛЬЦИЙ-ЗАВИСИМАЯ ЧАСТЬ СОКРАЩЕНИЯ

СМЫСЛ ПРОЦЕССА

На актине должны открыться участки для связывания миозина, в противном случае миозин не может соединиться с актином.

ПРОТЕКАЕТ СЛЕДУЮЩИМ ОБРАЗОМ

ПРОДОЛЖЕНИЕ

1. Поступление сократительного импульса.
2. Прохождение импульса по цитомембране.
3. Прохождение импульса по мембране Т-трубочек
4. Выработка инозитол – фосфатов из липидов мембран Т –трубочек.
5. Диффузия инозитол –фосфатов к эндоплазматическому ретикулуму.
6. Взаимодействие инозитол – фосфатов с собственными рецепторами на мембранах ретикулума.

ПРОДОЛЖЕНИЕ

7. Открытие кальциевых каналов в мембранах ретикулума.
8. Выход ионов кальция из ретикулума в цитозоль.
9. Диффузия ионов кальция к миофибриллам.
10. Соединение ионов кальция с тропонином С.
11. На актине открываются активные места для

АТФ-ЗАВИСИМАЯ ЧАСТЬ СОКРАЩЕНИЯ

1. Головка миозина присоединяет молекулу АТФ.
2. Головка миозина расщепляет молекулу АТФ до АДФ и фосфата. АДФ и фосфат остаются связанными с миозиновой головкой. Теперь головка миозина, содержащая АДФ и фосфат, поворачивается и присоединяется к актину.
3. От головки миозина, присоединенной к

ПРОДОЛЖЕНИЕ

молекулы актина(молекула миозина тянет на себя актин).

4. Головка миозина присоединяет новую молекулу АТФ и только после этого отсоединяется от актина и приобретает первоначальное положение.

Таким образом, без АТФ мышца не может

ни сокращаться, ни расслабиться.

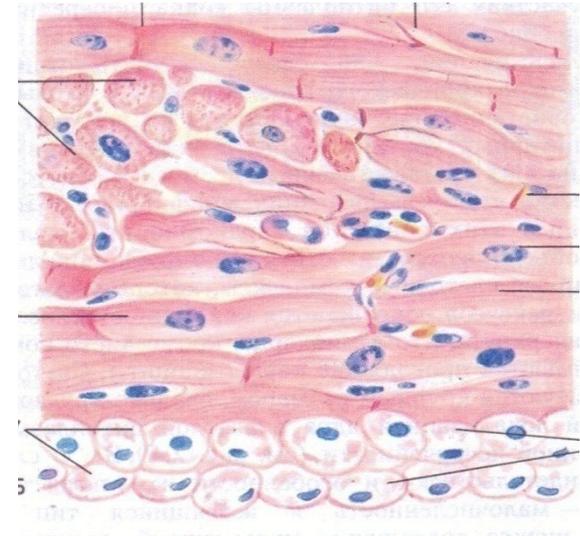
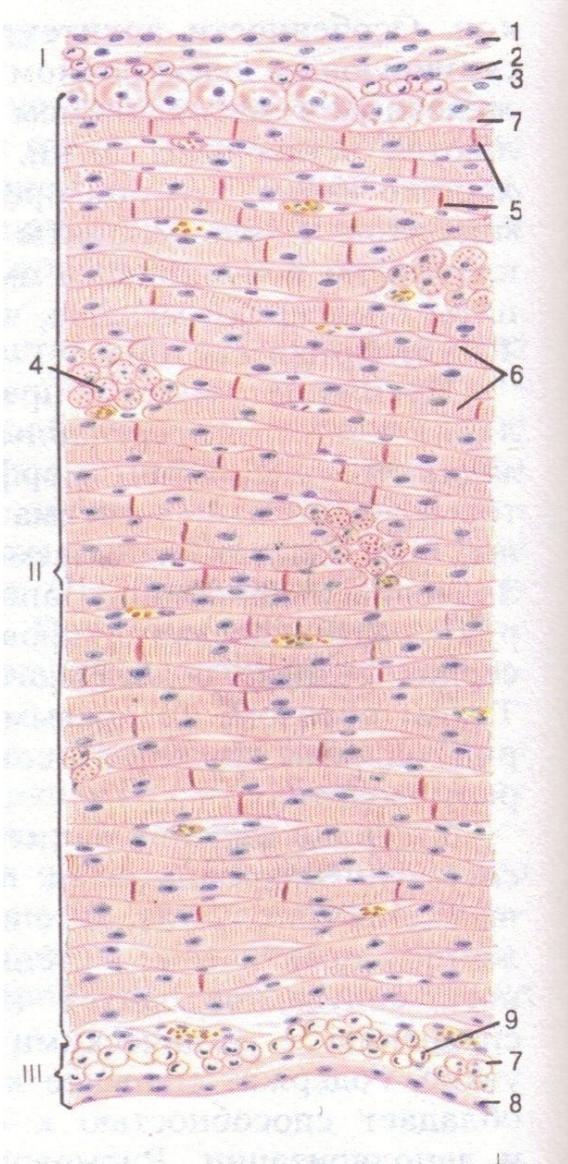
Сердечная мышечная ткань

1. Структурно-функциональной единицей являются поперечнополосатые кардиомиоциты
2. Границами клеток являются вставочные пластинки, в пределах которых имеются межклеточные контакты
 - Десмосомы
 - Интердигитации
 - Нексусы
3. Виды кардиомиоцитов
 - Рабочие (типичные, сократительные)
 - Клетки проводящей системы
 - Секреторные (предсердные кардиомиоциты)

Сердечная мышечная ткань

4. Цепочка кардиомиоцитов образует мышечные волокна
5. Волокна соединяются анастомозами (приобретают сетчатую структуру)
6. Кардиомиоциты по ультраструктурным особенностям имеют сходство со скелетной мускулатурой
7. В кардиомиоцитах СПР и Т-трубочки развиты слабее, чем в скелетной мускулатуре, что связано с автоматией сердечной мышцы и меньшим

Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань



Поперечнополосатые кардиомиоциты

