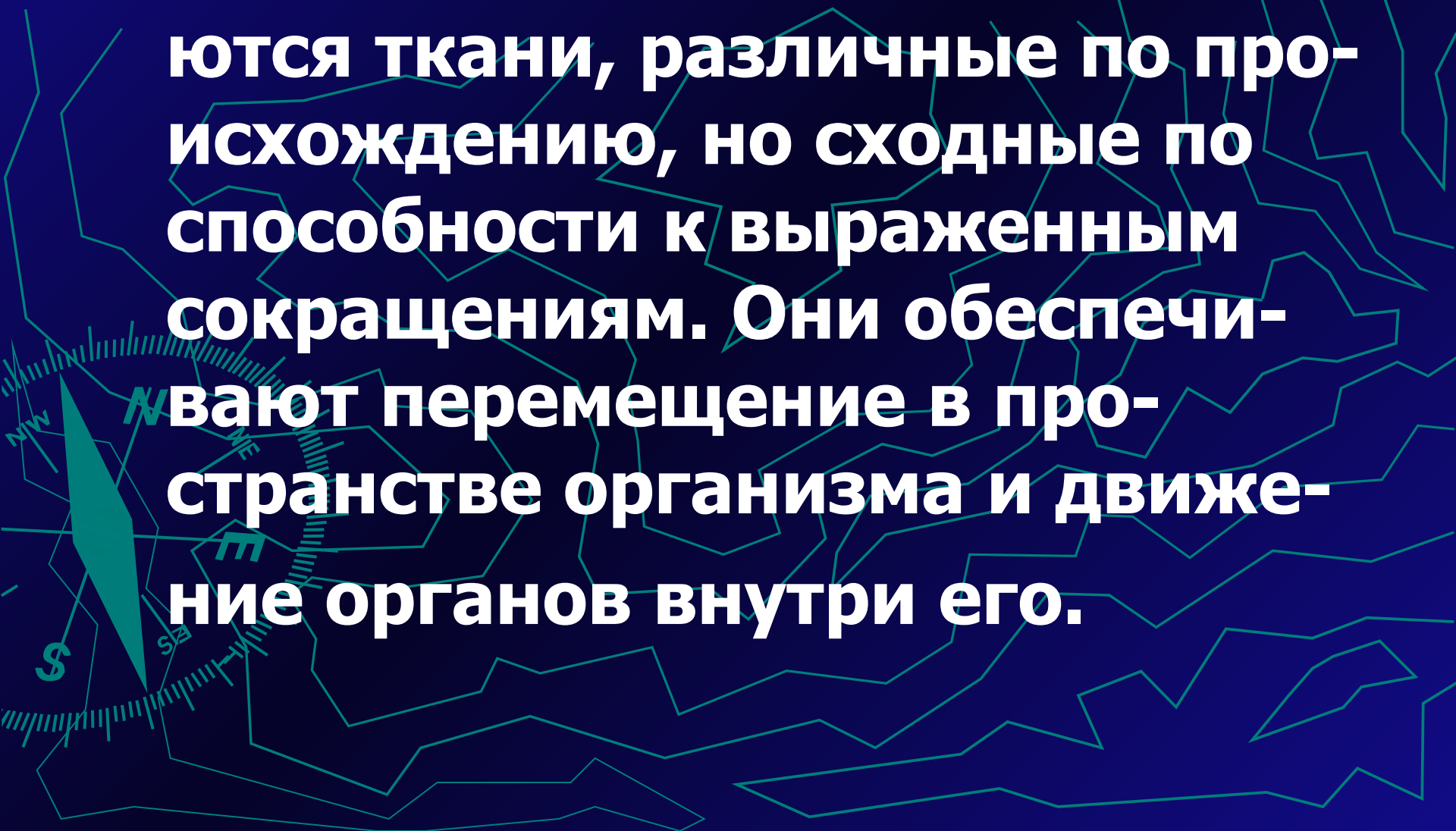


## Лекция 7

# МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Д. мед. н.  
Кащенко Светлана Аркадьевна

**Мышечными тканями называются ткани, различные по происхождению, но сходные по способности к выраженным сокращениям. Они обеспечивают перемещение в пространстве организма и движение органов внутри его.**



# Общая морфофункциональная характеристика мышечной ткани

- ▶ Удлинённая форма клеток
- ▶ Наличие миофибрилл и миофиламентов
- ▶ Расположение митохондрий рядом с сократительными элементами
- ▶ Наличие миоглобина, липидов и гликогена

# Классификация

## ► Морфофункциональная:

- гладкая мышечная ткань

- поперечно-полосатая:

скелетная

сердечная



# Классификация

## ▶ Гистогенетическая:

- мезенхимные (ГМТ)
- эпидермальные  
(миоэпителиальные клетки)
- нейральные (мышца  
суживающая и расширяющая  
зрачок)
- целомические (сердечная  
мышца)
- миотомные (мезодермальные)

# Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань

▶ **Гистогенез** – вначале образуются миобласты **миотома**. Клетки сливаются, образуя длинные симпласты.

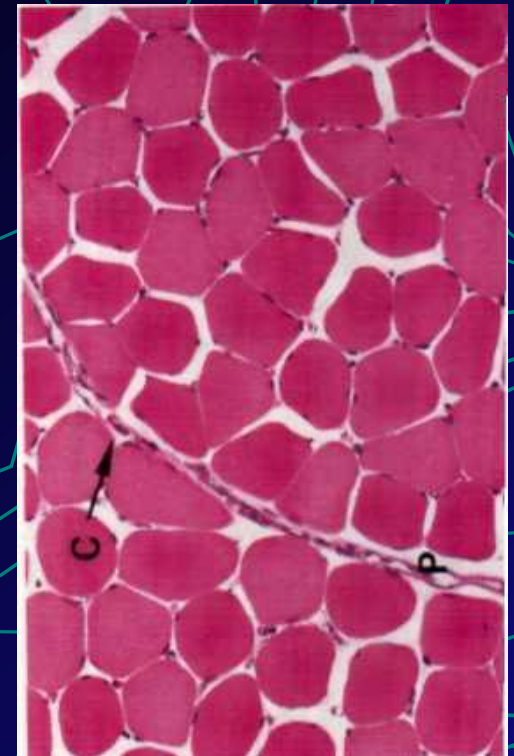
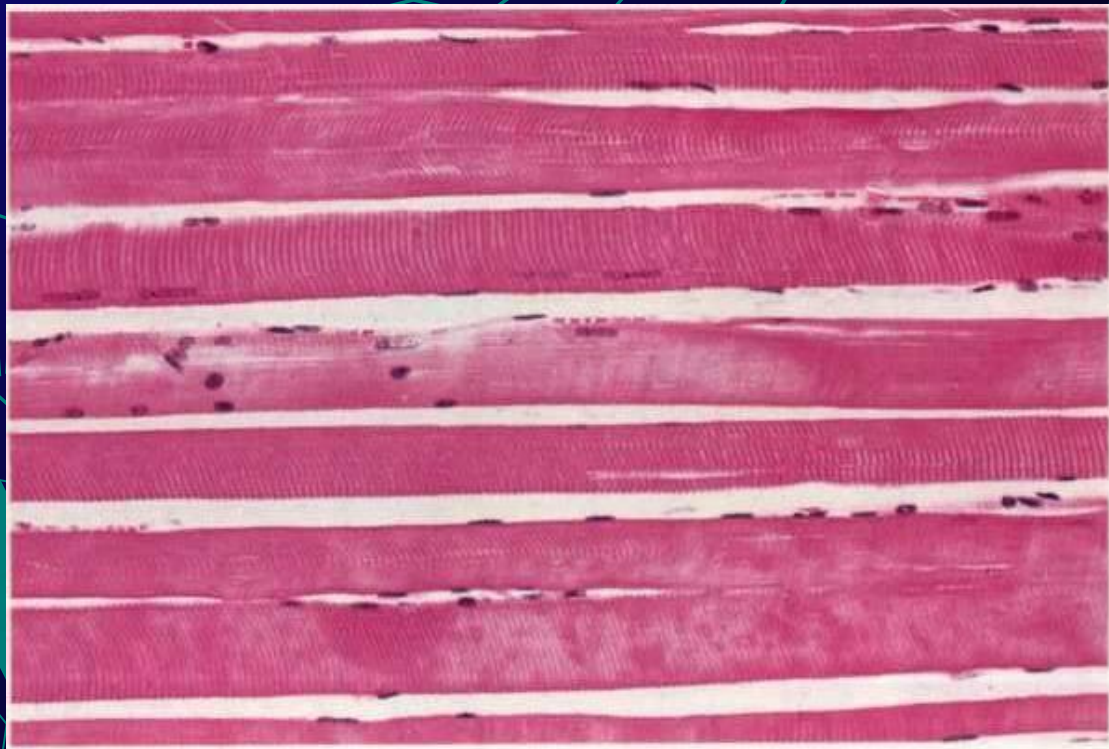
Одновременно появляются миосателлитоциты, которые располагаются на поверхности симпласта.



# Строение ППМТ

- ▶ Структурная единица – **мышечное волокно (мион)**, состоящее из миосимпласта и миосателлитоцитов, покрытое базальной мембраной.
- ▶ Длина волокна достигает 40 мм.
- ▶ Цитоплазма волокна называется **саркоплазма**
- ▶ Цитолемма – **сарколемма**

# Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань





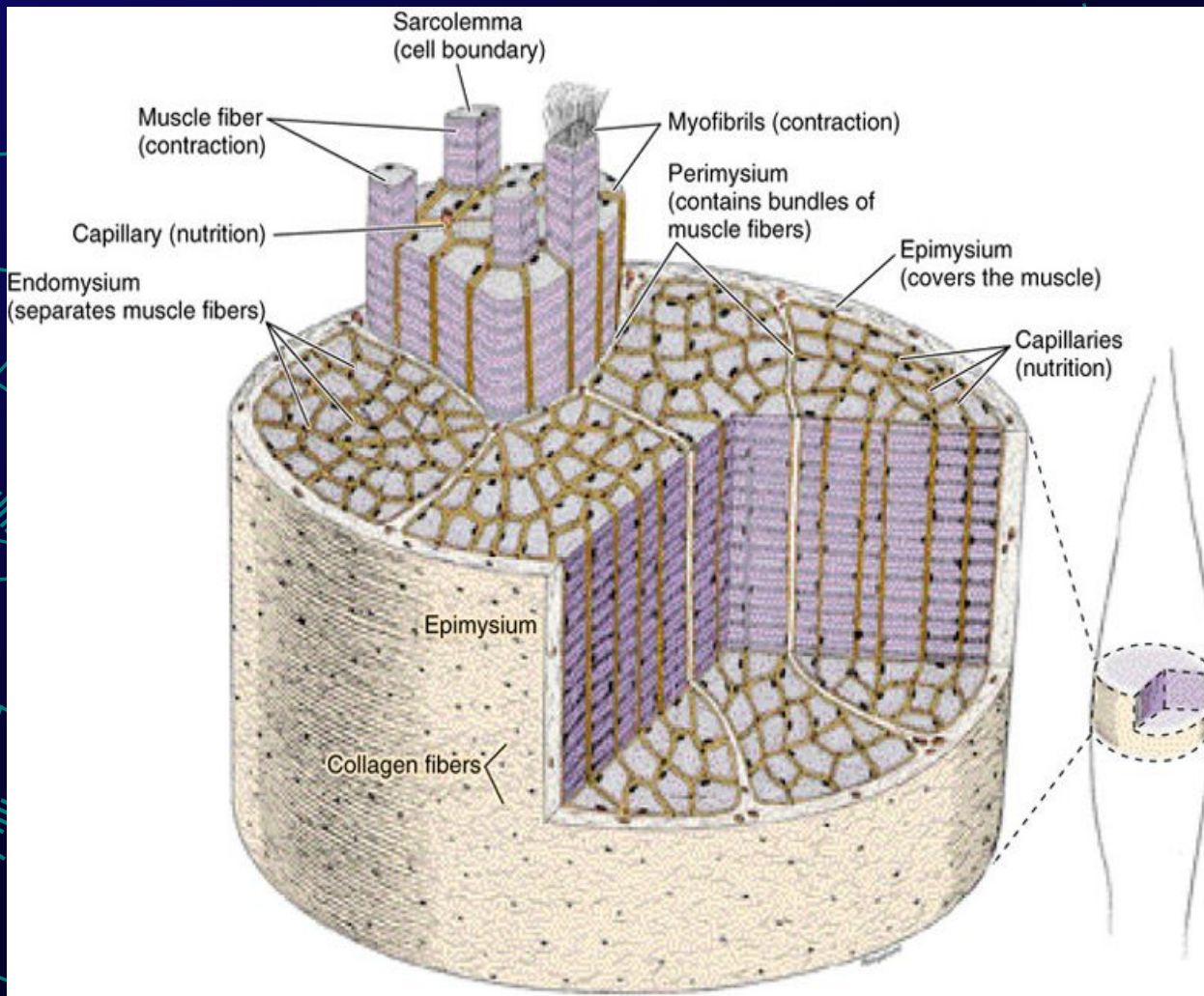
# Строение миосимпласта

- ▶ Ядра в МС расположены под оболочкой волокна, их количество достигает 10000.
- ▶ Органеллы общего значения **расположены у полюсов ядер.**
- ▶ Миофибриллы заполняют основную часть миосимпласта.

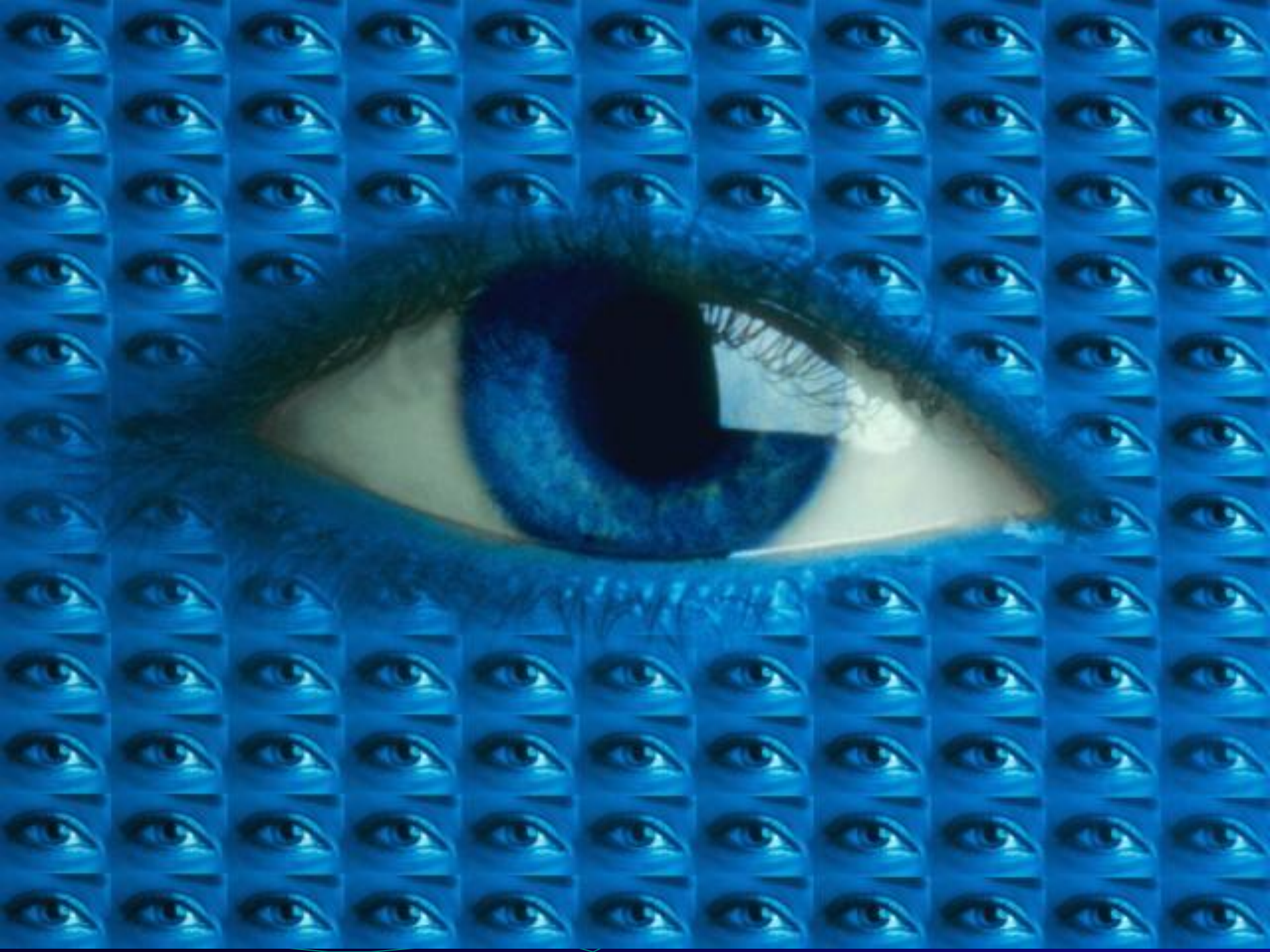
# Сократительный аппарат поперечно-полосатой мышечной ткани

- ▶ Состоит из миофибрилл
- ▶ Каждая миофибрилла имеет поперечные тёмные и светлые диски
- ▶ Каждая миофибрилла окружена петлями АЭПС (саркоплазматический ретикулум) **Саркомер** – эта структурно-функциональная единица сократительного аппарата миофибриллы ППМТ

# Структура скелетной мышцы



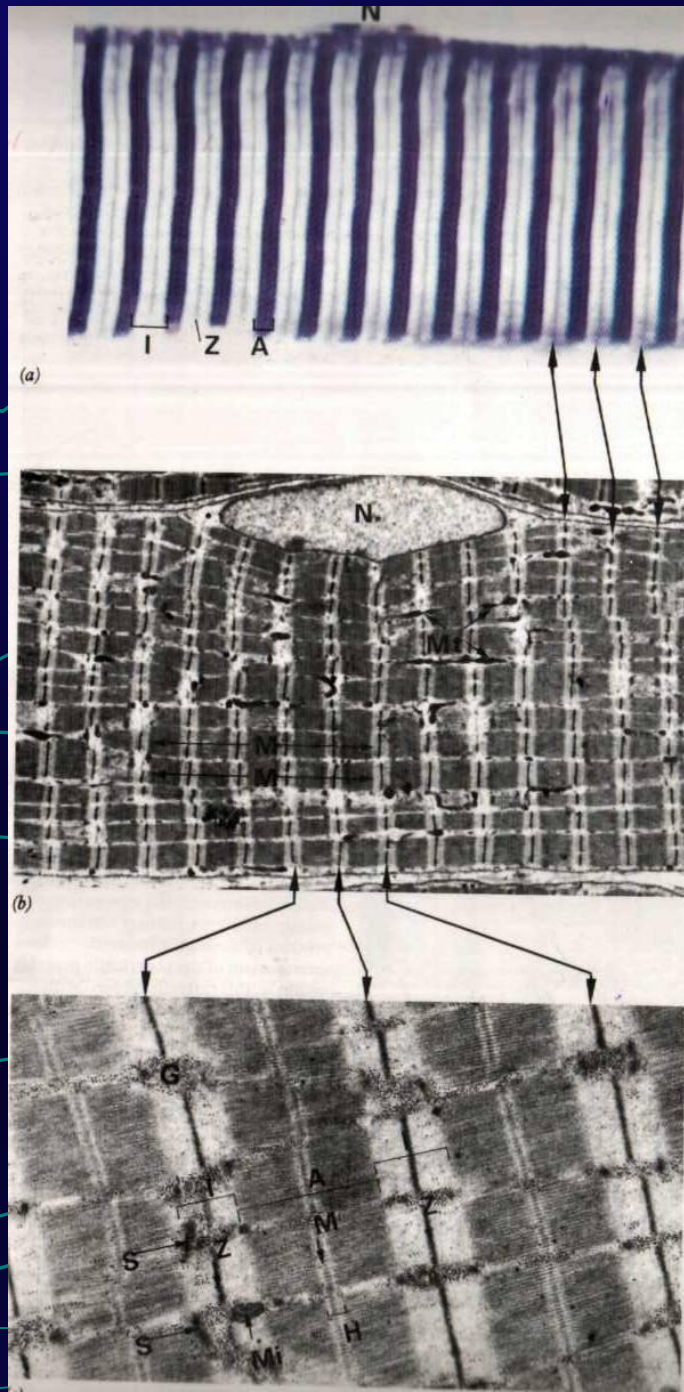




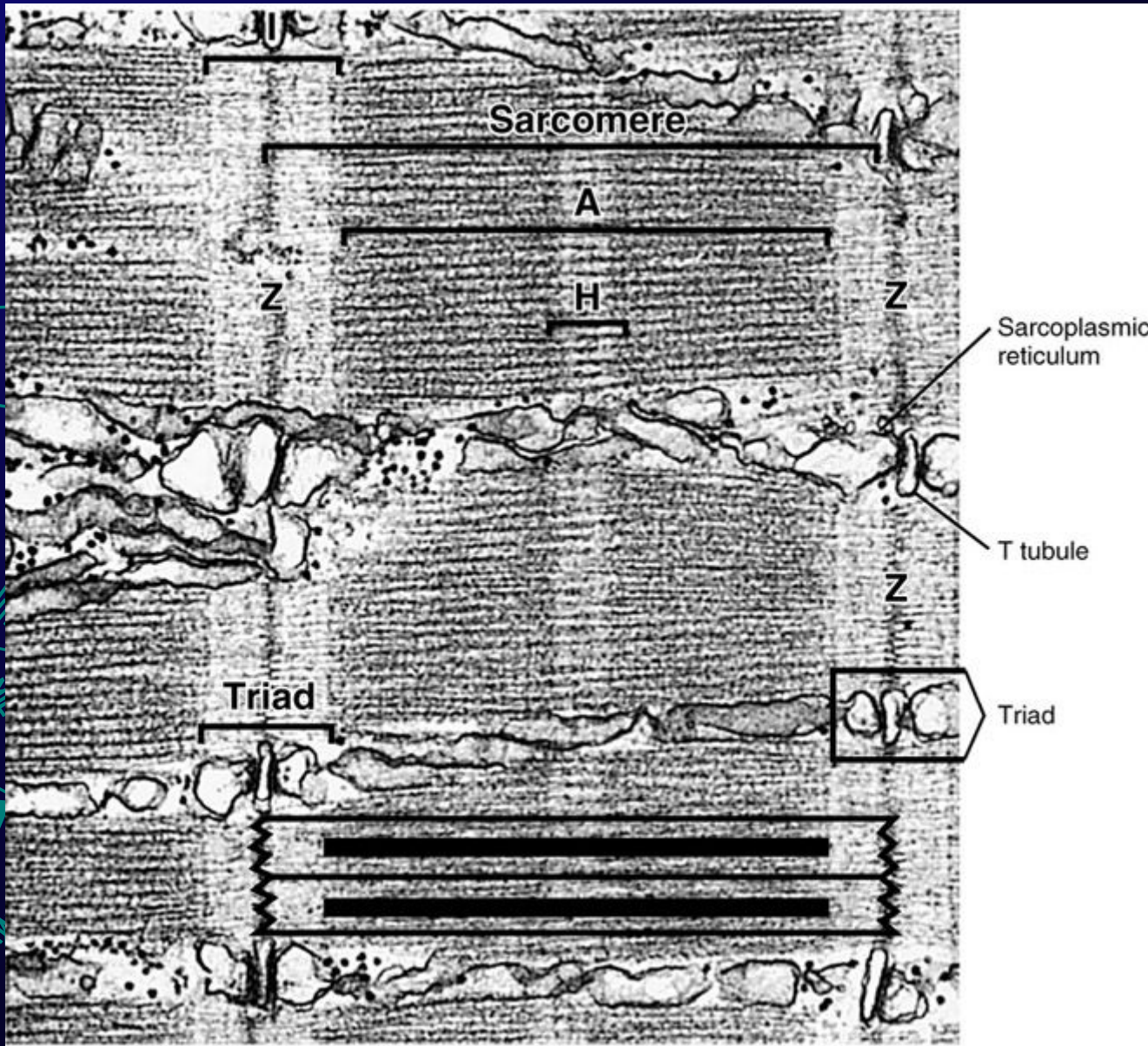
- ▶ Границей саркомера является телофрагма (построена из **а-актина**), которая на препарате выглядит в виде **Z линии**
- ▶ Посередине саркомера находится мезофрагма (построена из **миомезина**), мезофрагма в сечении образует **линию М**

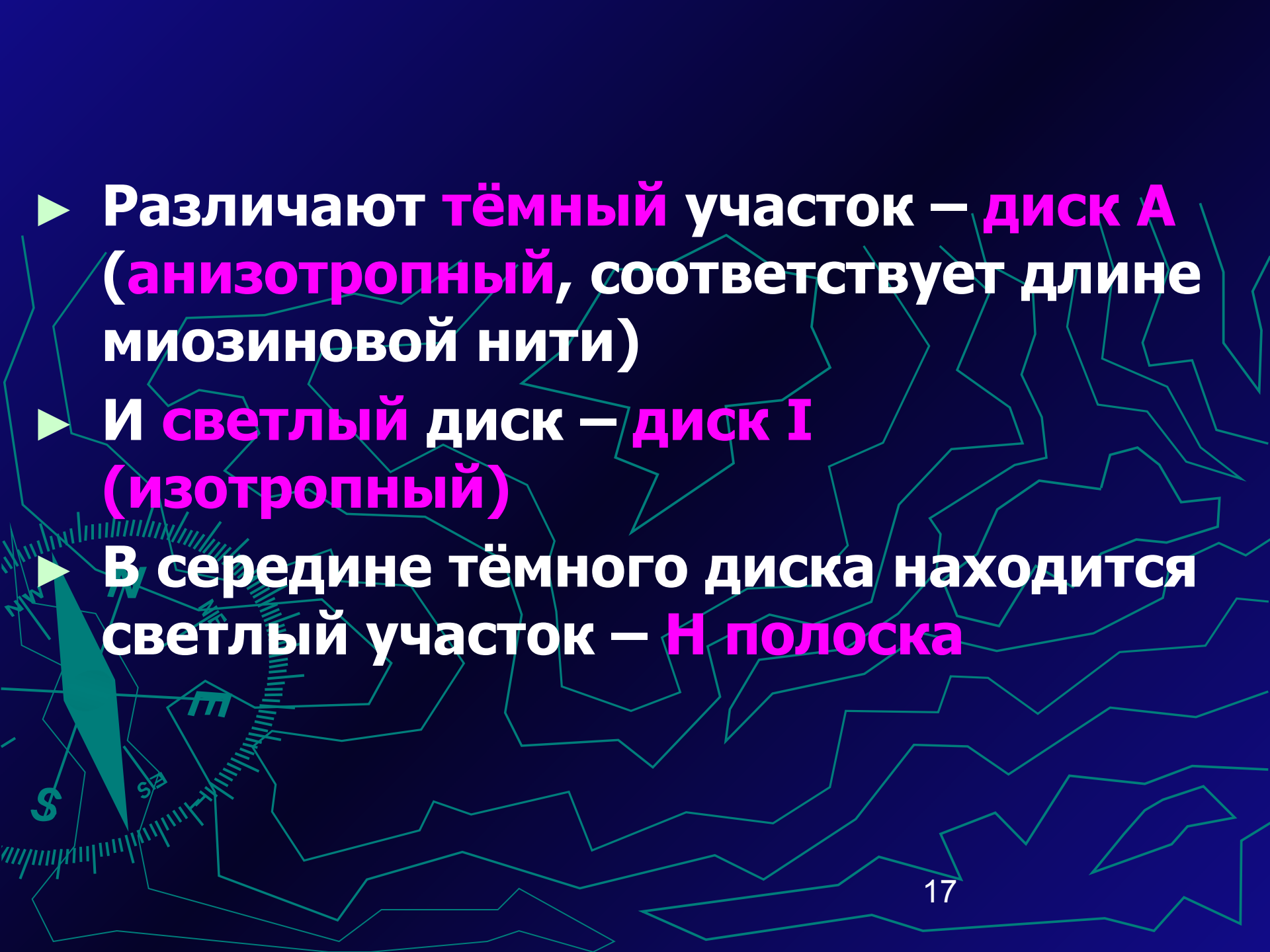


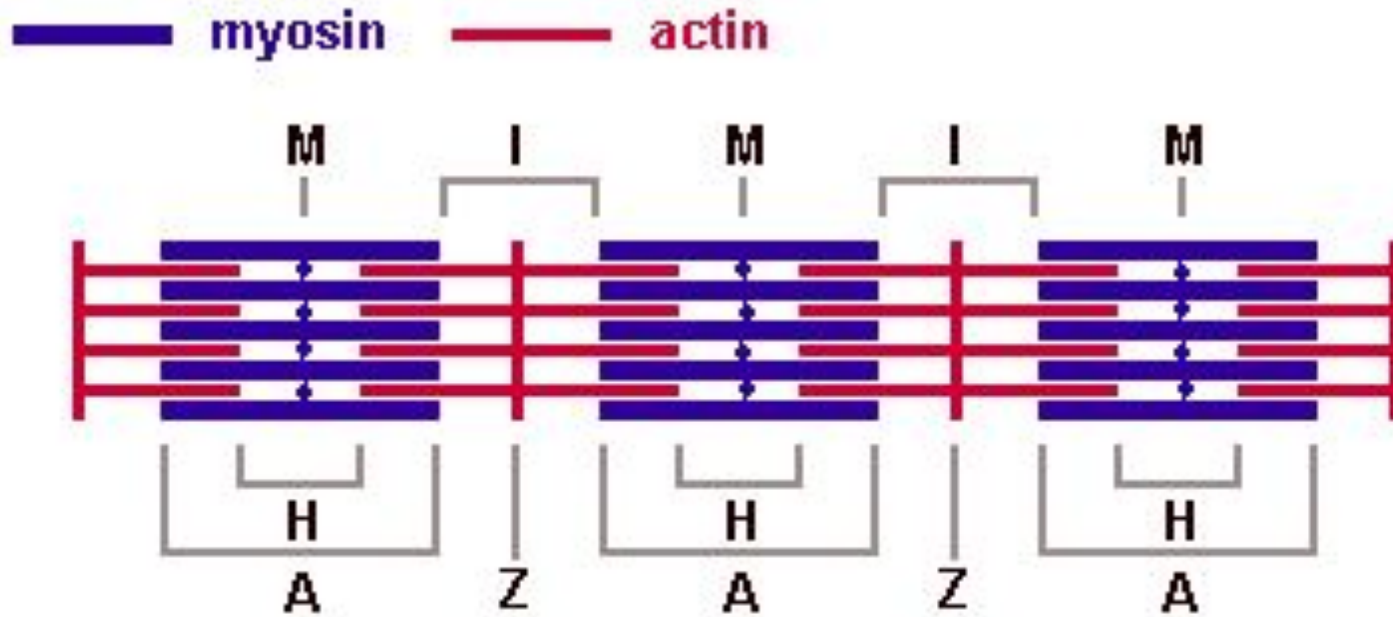
- ▶ К мезофрагме прикреплены толстые нити сократительного белка **миозина**
- ▶ К телофрагме – тонкие нити белка **актина**
- ▶ Концы миозиновых и актиновых нитей заходят друг за друга
- ▶ Филаменты миозина объединены с М-линией гигантскими молекулами **титина**
- ▶ Филаменты актина объединены с Z-линией и нитями миозина молекулами **небулина**







- 
- ▶ Различают **тёмный** участок – **диск А** (**анизотропный**, соответствует длине миозиновой нити)
  - ▶ И **светлый** диск – **диск I** (**изотропный**)
  - ▶ В середине тёмного диска находится светлый участок – **H полоска**

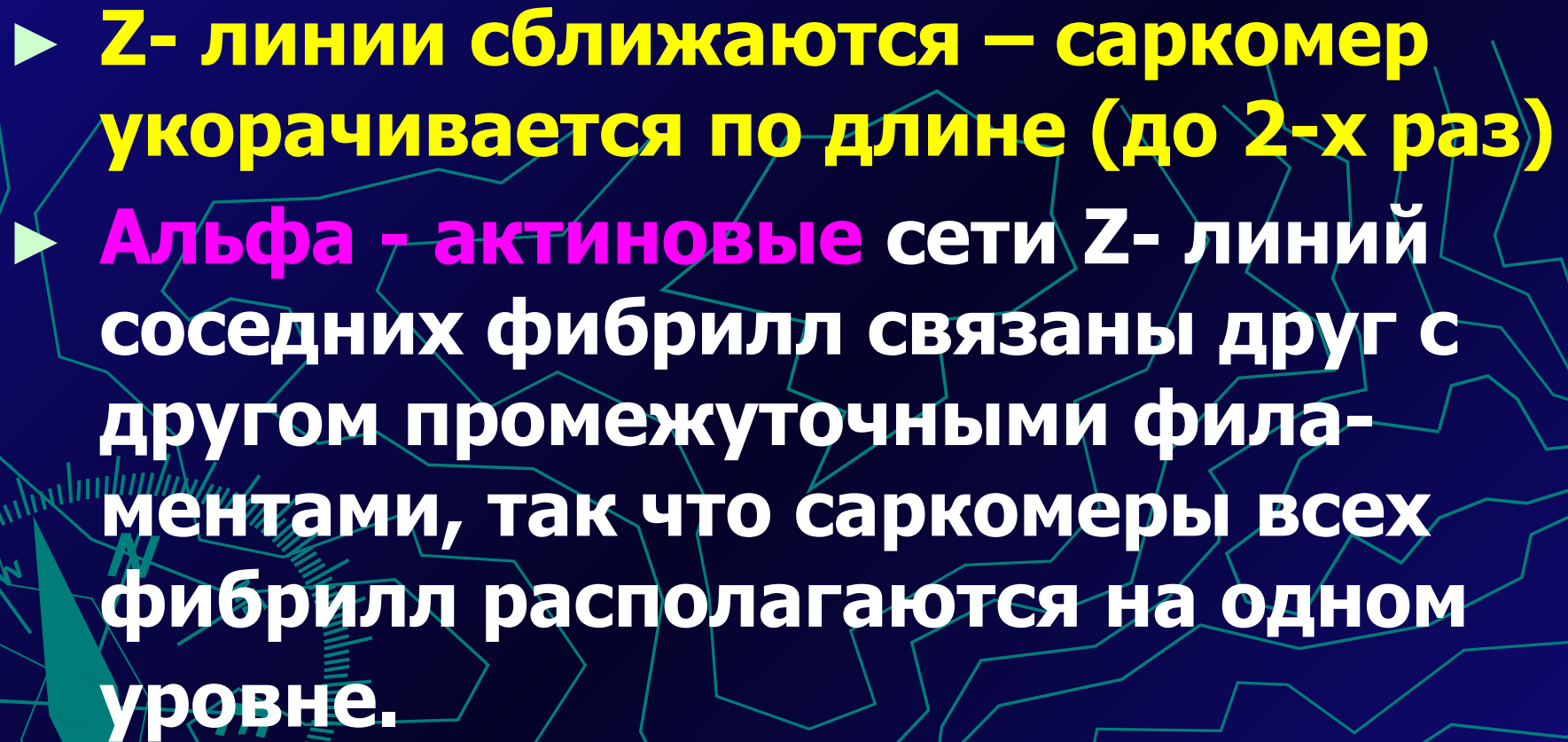


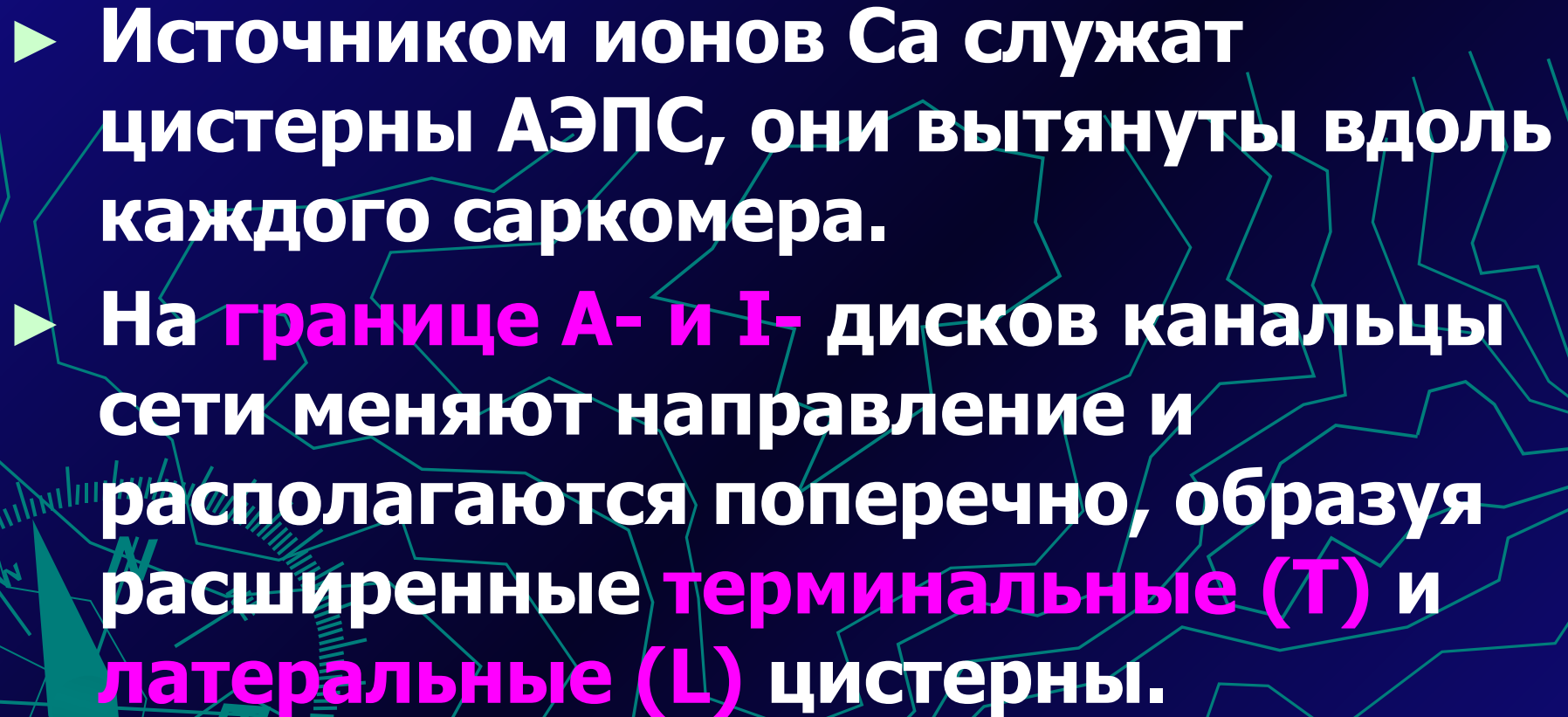
**Bands and lines in the contractile apparatus of skeletal muscle**



# Механизм сокращения мышечного волокна

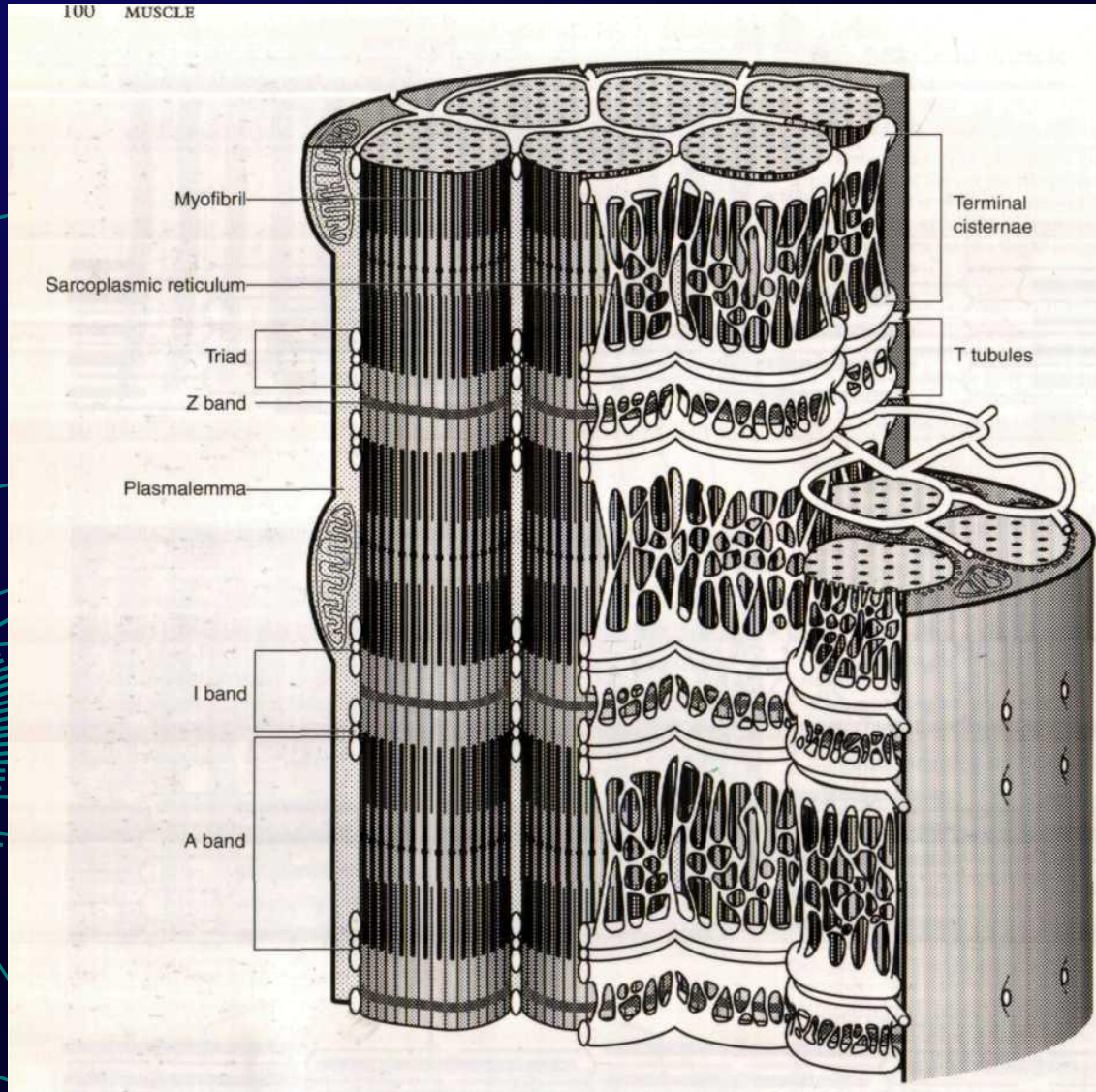
- ▶ Молекула миозина имеет длинный хвост и две головки.
- ▶ При повышении концентрации ионов  $Ca$  молекула изменяет свою конфигурацию
- ▶ Головки миозина связываются с актином при помощи тропомиозина и тропонина.
- ▶ Головка миозина наклоняется и тянет за собой актиновую молекулу в сторону Z-линии

- 
- The background features a dark blue field with a compass rose on the left side, showing cardinal directions (N, S, E, W) and a red arrow pointing towards the top-left. Overlaid on this are several light blue, jagged, irregular lines that resemble a topographic map or a complex network of paths.
- ▶ **Z- линии сближаются – саркомер укорачивается по длине (до 2-х раз)**
  - ▶ **Альфа - актиновые** сети Z- линий соседних фибрилл связаны друг с другом промежуточными филаментами, так что саркомеры всех фибрилл располагаются на одном уровне.

- 
- ▶ Источником ионов Са служат цистерны АЭПС, они вытянуты вдоль каждого саркомера.
  - ▶ На **границе А- и I-** дисков канальцы сети меняют направление и располагаются поперечно, образуя расширенные **терминальные (Т)** и **латеральные (L)** цистерны.



# Саркоплазматическая сеть



- ▶ Когда симпласт получает сигнал о начале сокращения, он перемещается по плазмолемме в виде потенциала действия и распространяется на систему Т-трубочек.
- ▶ **Ca** высвобождается из цистерн сети и взаимодействует с **акто-миозиновым** комплексом.
- ▶ Когда потенциал действия исчезает, **Ca** снова аккумулируется и сокращение миофибрилл прекращается.
- ▶ Источником АТФ являются митохондрии, расположенные между миофибриллами.



- ▶ **Гликоген** – необходим для сокращения и поддержания теплового баланса
- ▶ **Миоглобин** – связывает кислород, когда мышца расслаблена. Во время сокращения мышцы сосуды сдавливаются и запасённый кислород освобождается.

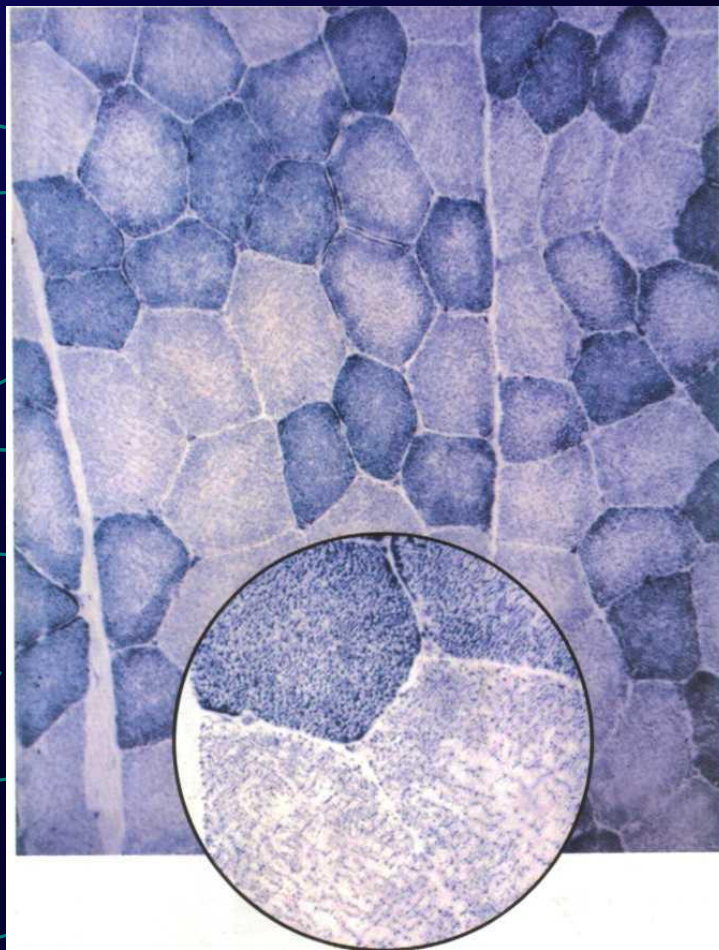
# Миосателлитocyты

- ▶ Малодифференцированные клетки, участвующие в регенерации мышечной ткани.
- ▶ Они находятся на поверхности симпласта и окружены общей с ним базальной мембраной.

# Типы мышечных волокон

- ▶ В связи с различными функциональными условиями **миофибриллы, митохондрии и миоглобин** по-разному распределяются в мышечных волокнах.
- ▶ В этой связи различают **белые, красные и промежуточные** волокна.
- ▶ По функциональной особенности – это **быстрые, медленные и промежуточные**.
- ▶ В **быстрых** волокнах преобладает **гликоген** и меньше миоглобина.
- ▶ В **медленных** волокнах больше миоглобина и они выглядят **красными**.

# Типы мышечных волокон





# Регенерация скелетной мышечной ткани

- ▶ После повреждения мышечного волокна в участке травмы разрушенные фрагменты фагоцитируются **макрофагами**.
- ▶ В миосимпласте происходит компенсаторная гипертрофия органелл и сборка мембран, что восстанавливает целостность плазмолеммы.
- ▶ Поврежденный конец миосимпласта утолщается, образуя мышечную почку.
- ▶ Сателлиты делятся, мигрируют к мышечной почке и встраиваются в неё, другие - образуют миотубы.



# Перерыв!



► Осторожно, яблоки в буфете могут быть с «червячком»!

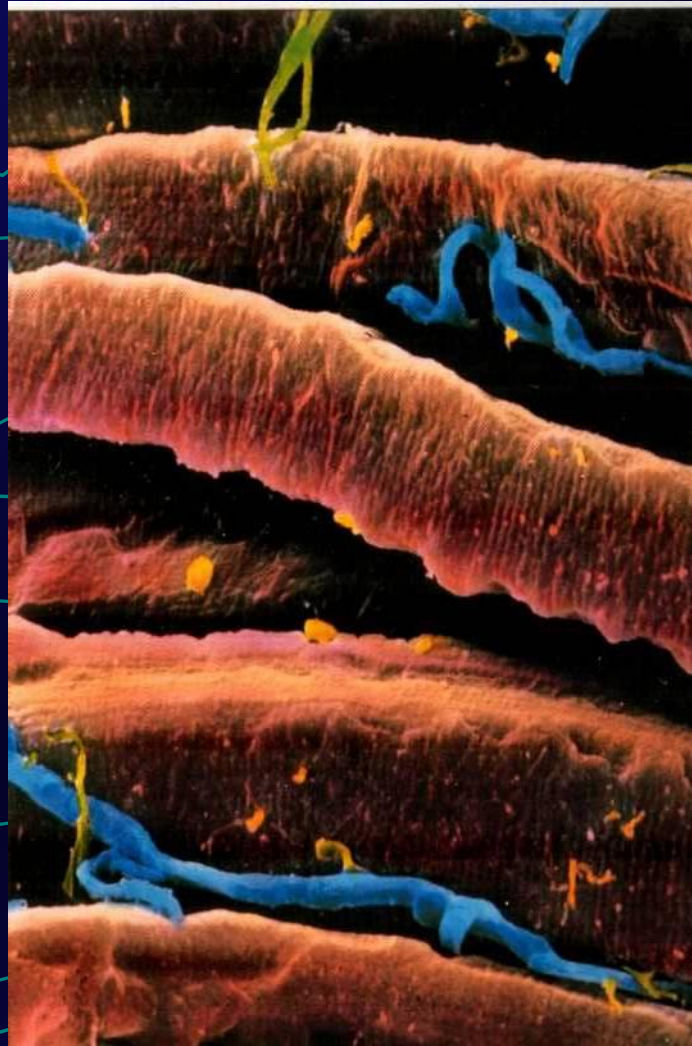
# Скелетная мышца как орган

- ▶ Со стороны сухожилий или надкостницы, к которым мышца прикреплена, проникают тонкие коллагеновые волокна, которые спирально оплетаются ретикулярными волокнами.
- ▶ Между мышечными волокнами находятся прослойки РВСТ – **эндомизий**.
- ▶ **Перимизий** окружает по несколько мышечных волокон.
- ▶ **Эпимизий** – окружает всю мышцу снаружи

# Кровоснабжение

- ▶ Сосуды распространяются в прослойках соединительной ткани
- ▶ В **перимизии** находятся артериолы
- ▶ В **эндомизии** – капилляры
- ▶ Рядом с сосудами располагается большое количество **тканевых базофилов**, которые регулируют проницаемость сосудистой стенки.

# Кровоснабжение





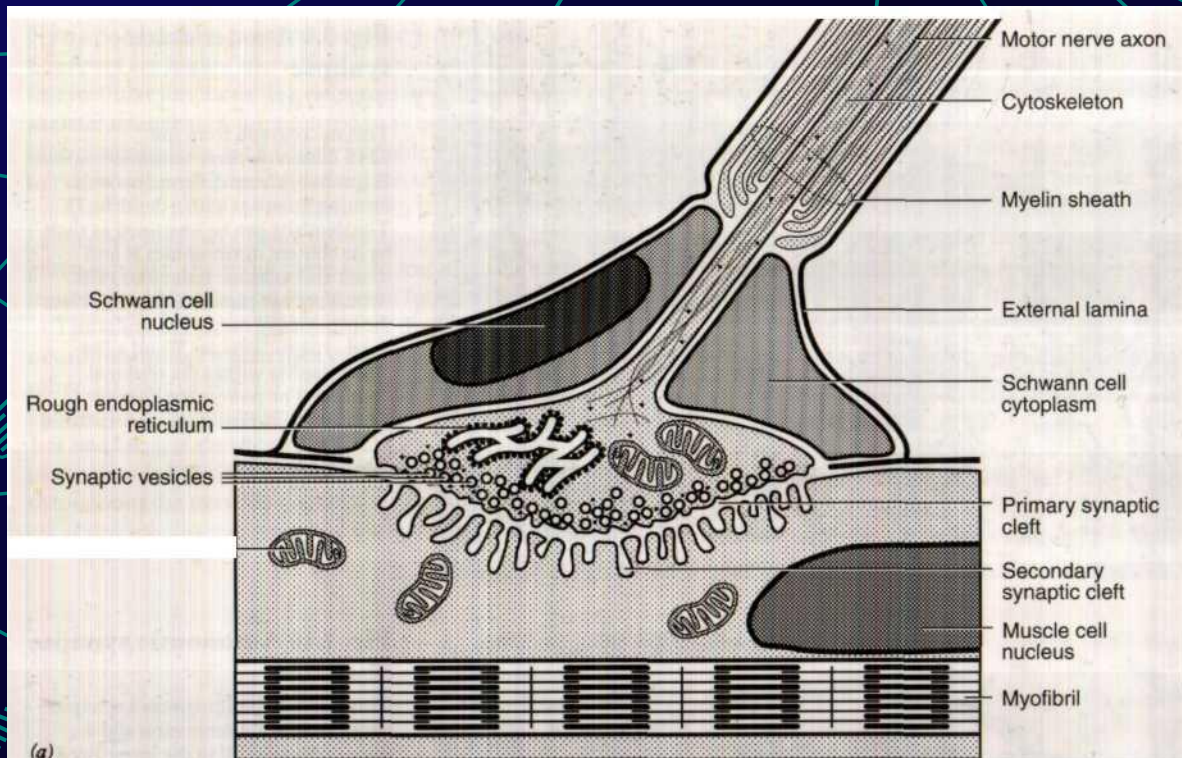
# Иннервация

- ▶ В мышцах присутствуют
  - **эфферентные** (миелиновые)
  - **афферентные** (безмиелиновые)
  - **вегетативные** нервные волокна (безмиелиновые)

Отросток моторного нейрона ветвится в перимизии и образует в области своей терминали **моторную бляшку**.

При поступлении импульса медиатор АХ вызывает возбуждение, распространяющееся по плазмолемме миосимпласта.

# Моторная бляшка

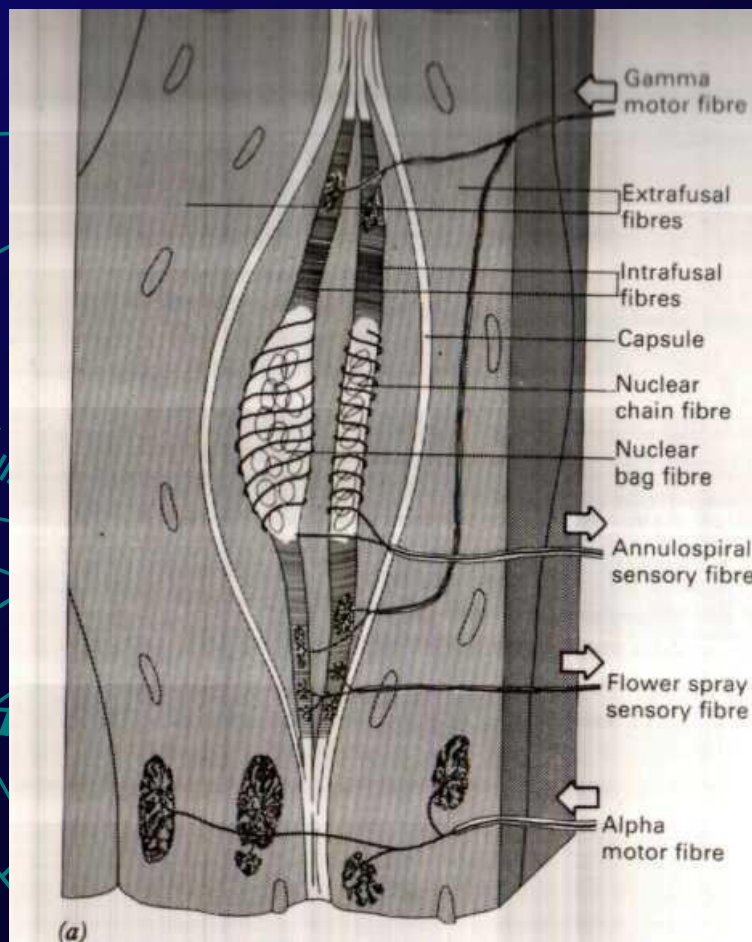


# Иннервация

- ▶ Группа мышечных волокон, иннервируемая одним мотонейроном, называется **нервно-мышечная единица**.
- ▶ Чувствительные нервные окончания связаны со специализированными мышечными волокнами в **нервно - мышечных веретёнах**.
- ▶ Такие мышечные волокна называются **интрафузальными**.



# Нервно-мышечное веретено



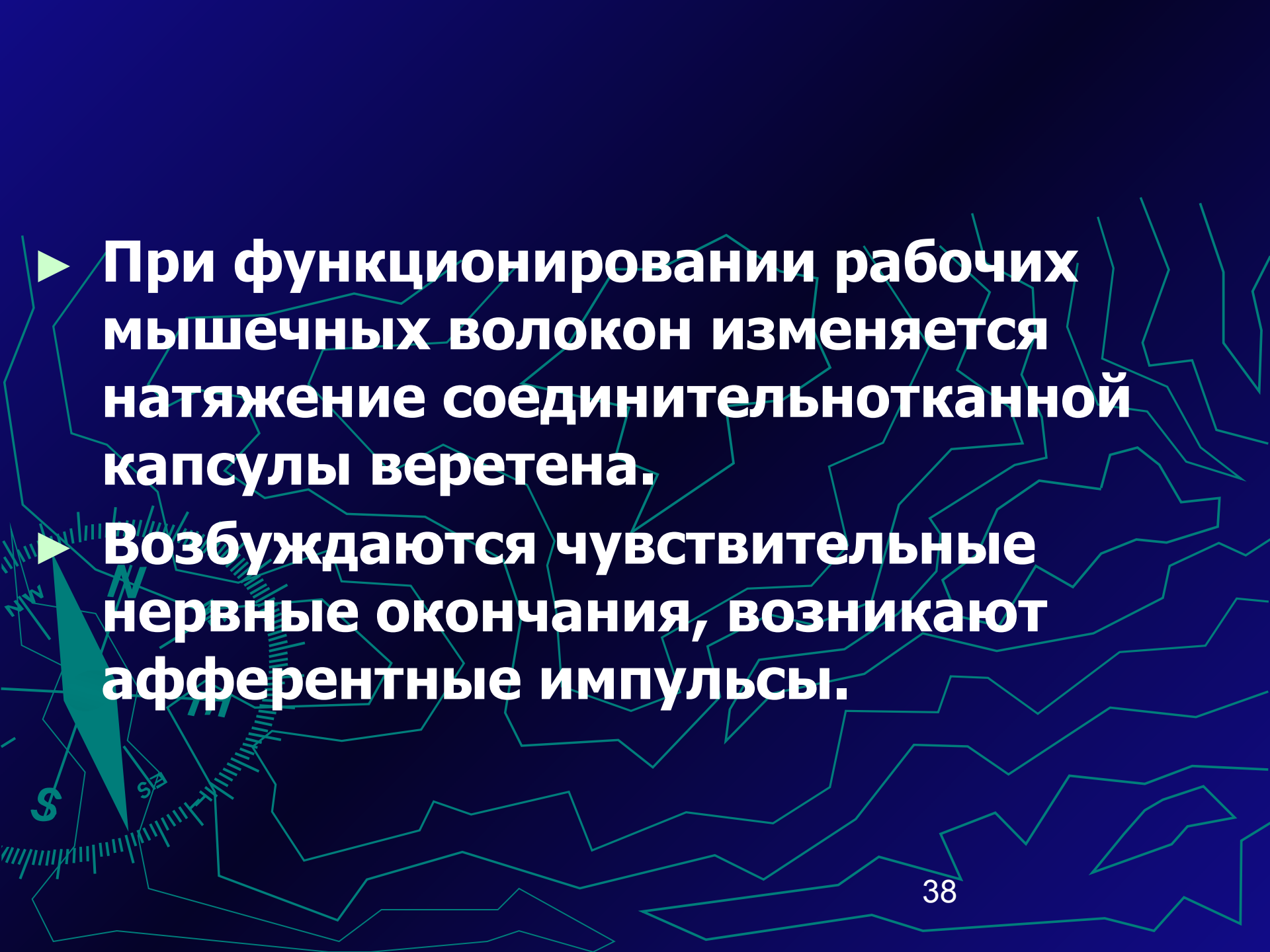


▶ **Интрафузальные специализированные мышечные** волокна бывают **двух типов:**

- волокна с **ядерной сумкой**
- волокна с **ядерной цепочкой**

▶ Сарколемма волокна соединяется с капсулой нервно-мышечного веретена.

▶ Каждое волокно спирально обвито терминалью чувствительного нервного волокна.

- 
- ▶ При функционировании рабочих мышечных волокон изменяется натяжение соединительнотканной капсулы веретена.
  - ▶ Возбуждаются чувствительные нервные окончания, возникают афферентные импульсы.

# Гладкая мышечная ткань

▶ Гистогенетические источники:

- мезенхимные
- эпидермальные
- нейральные

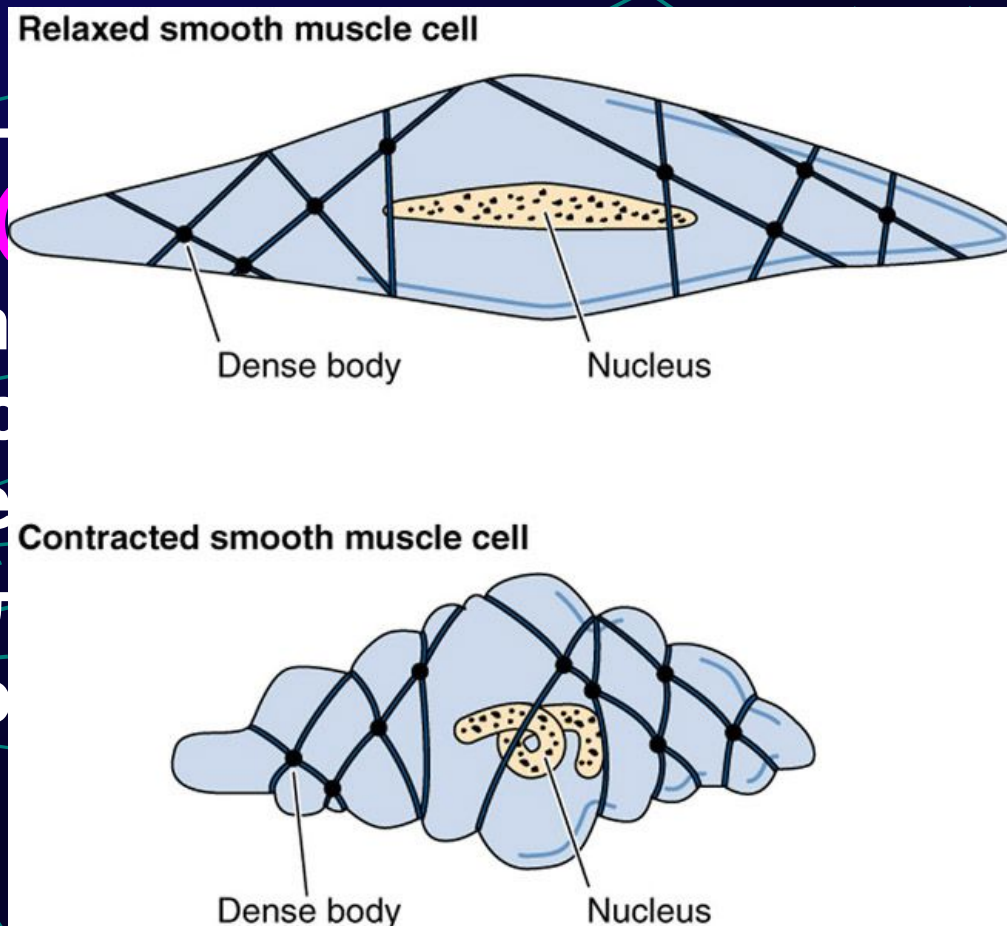
---

**ГМТ** представлена в стенках кровеносных сосудов и внутренних органов

# Гладкая мышечная ткань мезенхимного происхождения

Структурная  
клетка (

- ▶ Ядро на палочкообразном изгибает
- ▶ Органеллы сосредоточены




новидная

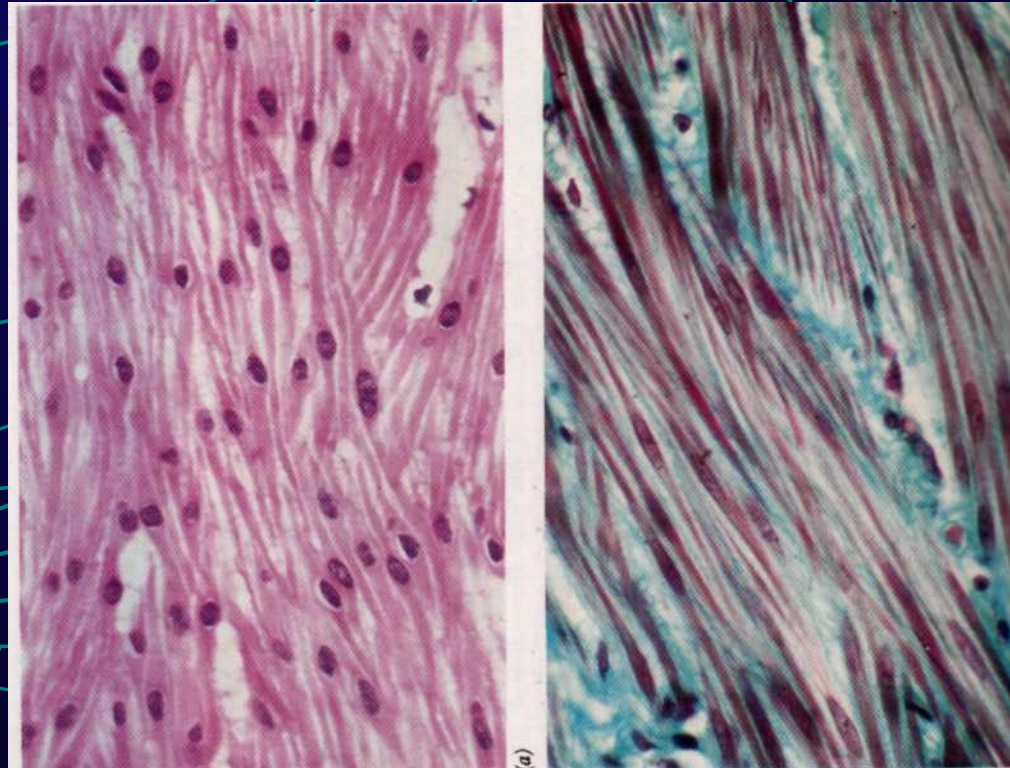
ращении

ра.

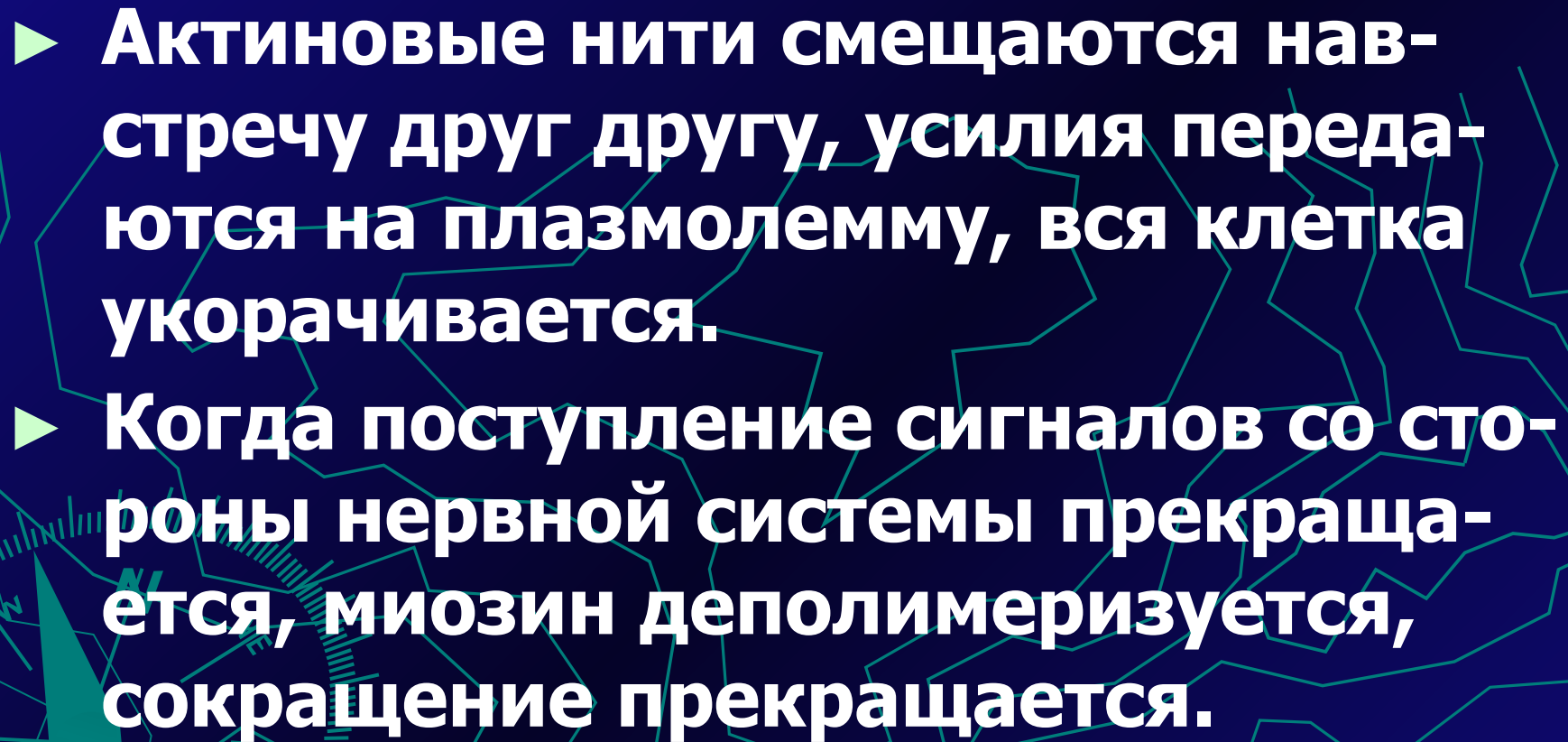


- 
- ▶ Сократительный аппарат представлен **миофибриллами**, филаменты актина которых образуют в цитоплазме трёхмерную сеть.
  - ▶ В местах соединения с плазмолеммой и пересечения друг с другом они соединены сшивающими белками.

# Гладкая мышечная ткань



- ▶ Сигнал для сокращения поступает по нервным волокнам. Медиаторы, выделяемые из терминалей, изменяют состояние плазмолеммы. Она образует впячивания – **кавеолы**, в которых концентрируются ионы **кальция**.
- ▶ Кавеолы отшнуровываются в виде пузырьков, из которых высвобождается **кальций**.
- ▶ Это приводит к взаимодействию актина с миозином.

- 
- ▶ **Актиновые нити смещаются навстречу друг другу, усилия передаются на плазмолемму, вся клетка укорачивается.**
  - ▶ **Когда поступление сигналов со стороны нервной системы прекращается, миозин деполимеризуется, сокращение прекращается.**



# Сердечная мышечная ткань

▶ Гистогенетический источник – **миоэпикардальные пластинки** висцерального листка спланхнотома в шейной части зародыша.

▶ Структурной единицей **СМТ** является клетка – **кардиомиоцит**

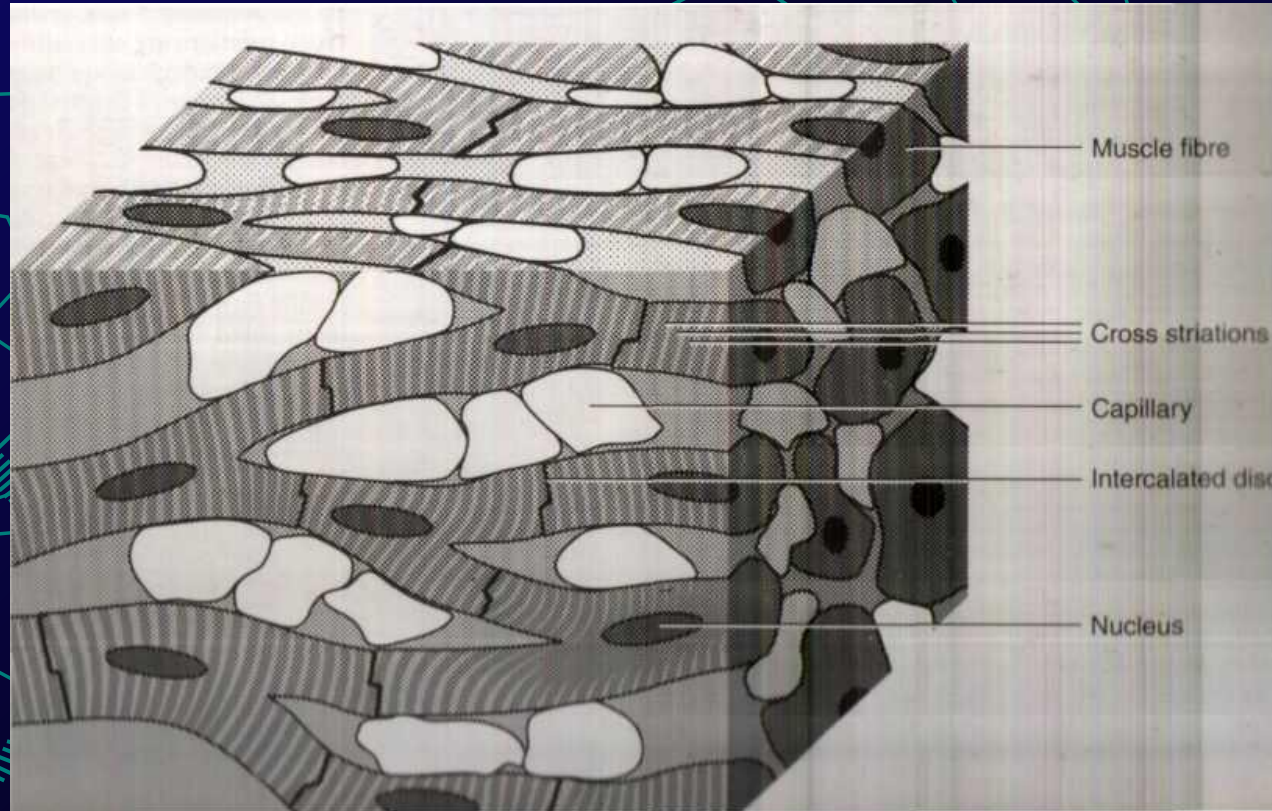
Сократительные кардиомиоциты соединяются друг с другом в цепочки – **функциональные волокна.**

# Виды кардиомиоцитов:

- ▶ **Рабочие** (сократительные)
- ▶ **Синусные** (пейсмекерные = водители ритма сердца)
- ▶ **Переходные**
- ▶ **Проводящие**
- ▶ **Секреторные.**

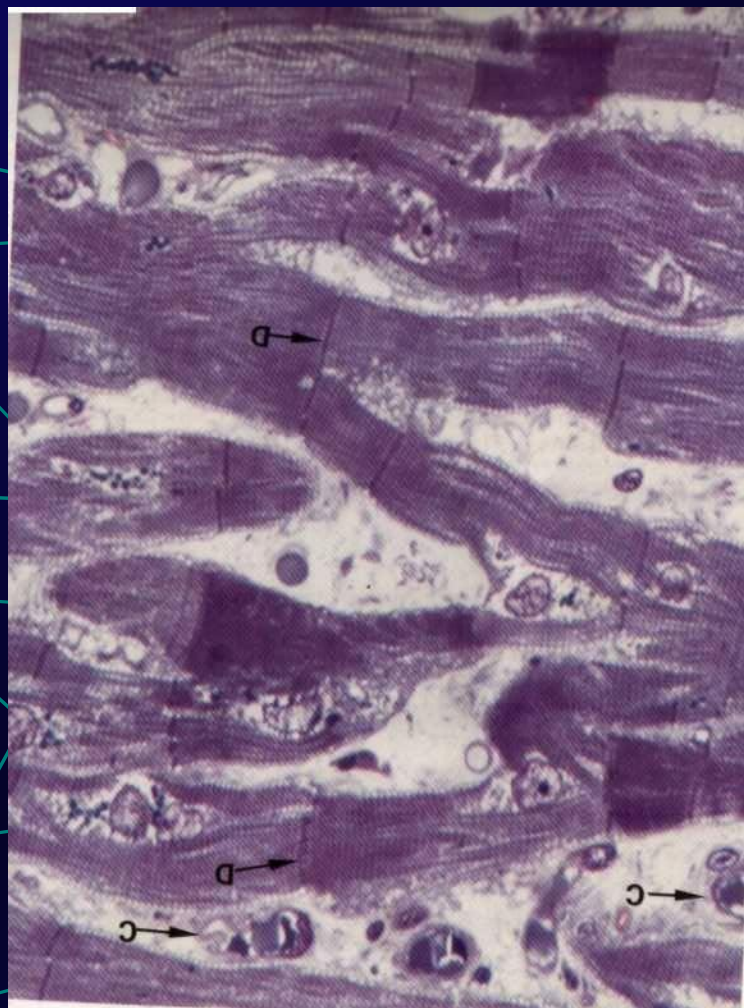
- ▶ **Сократительные клетки** имеют удлинённую форму (до 150 мкм), их концы соединяются друг с другом, образуя функциональные волокна.
- ▶ В месте контактов находятся специальные соединения – **вставочные диски.**
- ▶ **Кардиомиоциты** могут ветвиться и образуют пространственную сеть
- ▶ На поверхности расположена базальная мембрана.

# Сердечная мышечная ткань





# Кардиомиоциты



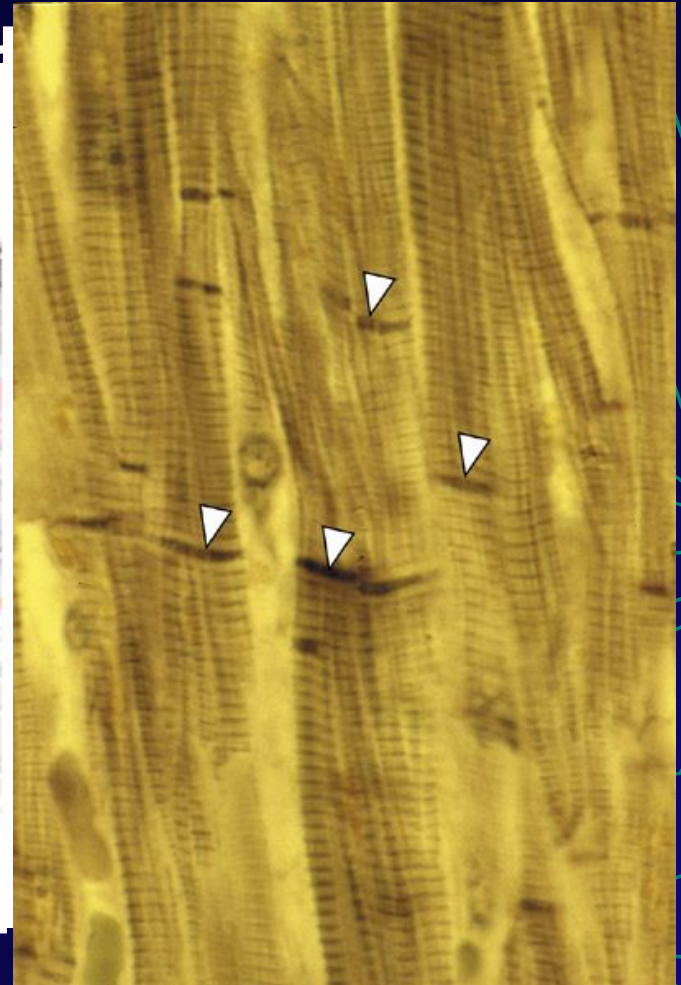
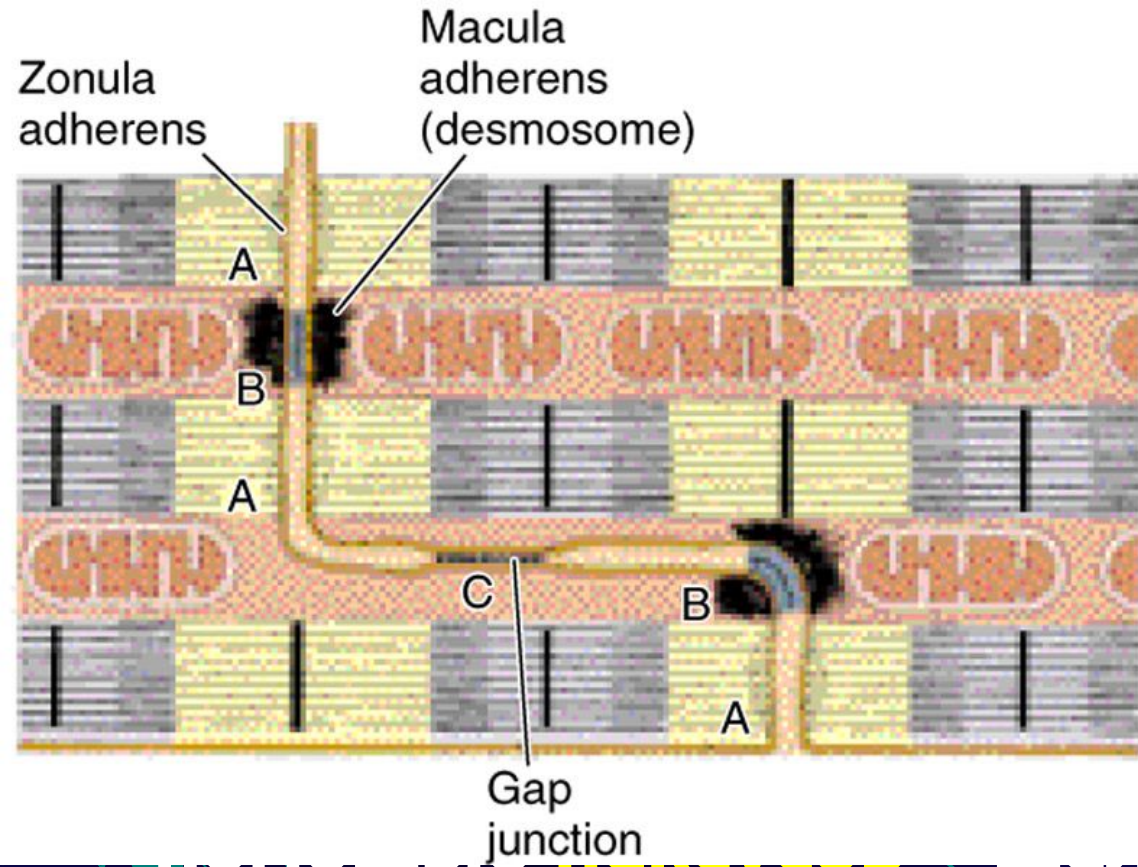
- ▶ **Ядра КМЦ (1-2)** овальной формы, расположены в центре клетки.
- ▶ У полюсов ядра сосредоточены органеллы общего значения.
- ▶ Миофибриллы занимают центральную часть клетки.
- ▶ Множественные митохондрии крупные и располагаются на протяжении всего саркомера.
- ▶ От поверхности плазмолеммы вглубь клетки направлены Т-трубочки, находящиеся на уровне Z –линий.

- ▶ Петли ЭПС вытянуты вдоль поверхности миофибрилл и имеют латеральные утолщения (L -система), формирующие вместе с T – трубочками **триады и диады**.
- ▶ В цитоплазме содержится большое количество миоглобина, липидов и гликогена.
- ▶ **Рабочие КМЦ** способны передавать сигналы друг другу.

- ▶ **Синусные (пейсмекерные)** КМЦ способны генерировать импульс со скоростью около 70 в мин.
- ▶ **Переходные КМЦ** получают сигнал от пейсмекеров и передают **проводящим** КМЦ.
- ▶ **Проводящие КМЦ** образуют цепочки клеток, соединённые своими концами.
- ▶ **Секреторные КМЦ** вырабатывают **натрийуретический фактор**, участвующий в мочеобразовании и понижении свёртываемости крови в предсердиях.



# ▶ Вставочные диски сердца



соединений.

# Регенерация СМТ

- ▶ Стволовых клеток в сердечной мышечной ткани нет, поэтому погибающие КМЦ **не восстанавливаются.**
- ▶ После **инфаркта** (некроз сердечной мышцы) восстановление дефекта возможно за счёт **соединительной ткани.**

# Мышечная ткань эпидермального происхождения

- ▶ Миоэпителиальные клетки встречаются в потовых, молочных, слюнных и др. железах.
- ▶ Их называют корзинчатыми, их отростки охватывают концевые отделы и мелкие выводные протоки желез.
- ▶ В отростках клеток располагается сократительный аппарат, такой же как и в ГМТ.



# Мышечная ткань нейрального происхождения

- ▶ Миоциты этой ткани развиваются из клеток нейрального зачатка в составе внутренней стенки глазного бокала.
- ▶ Каждая клетка имеет отросток, в котором находится сократительный аппарат.
- ▶ В зависимости от направления отростков миоциты образуют **мышцу суживающую и расширяющую зрачок.**



Спасибо за внимание!

