

**«Мышечные ткани.  
Возрастная гистология,  
регенерация»**

# Содержание

- Введение
- Общая характеристика и классификация
- Поперечнополосатые мышечные ткани
  - Скелетная мышечная ткань
  - Сердечная мышечная ткань
- Гладкая мышечная ткань
- Заключение
- Список использованной литературы

# Введение

*Мышечными тканями* называют ткани, различные по строению и происхождению, но сходные по способности к выраженным сокращениям. Они обеспечивают перемещения в пространстве всего организма в целом или его частей (пример – скелетная мускулатура) и движение органов внутри организма (пример – сердце, язык, кишечник).

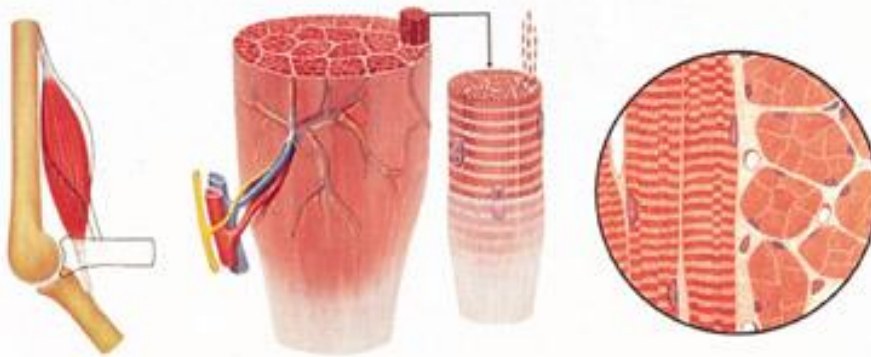
# Общая характеристика и классификация

- Основные морфологические признаки элементов мышечных тканей — удлиненная форма, наличие продольно расположенных **миофибрилл и миофиламентов** — специальных органелл, обеспечивающих сократимость, расположение митохондрий рядом с сократительными элементами, наличие включений гликогена, липидов и миоглобина.
- Специальные сократительные органеллы — **миофиламенты** обеспечивают сокращение, которое возникает при взаимодействии в них двух основных фибриллярных белков — **актина** и **миозина** при обязательном участии ионов кальция.
- Митохондрии обеспечивают эти процессы энергией. Запас источников энергии образуют гликоген и липиды.
- **Миоглобин** — это белок-пигмент (наподобие гемоглобина), обеспечивающий связывание кислорода и создание его запаса на момент сокращения мышцы, когда сдавливаются кровеносные сосуды (и поступление кислорода при этом резко падает).

Виды мышечных тканей		Происхождение
I. Поперечно-полосатые (исчерченные) мышечные ткани	1. Скелетная мышечная ткань	Из миотомов
	2. Сердечная мышечная ткань	Из миоэпикардальной пластинки (находящейся в составе висцерального листка спланхнотома).
II. Гладкие (неисчерченные) мышечные ткани	1. Гладкая мышечная ткань сосудов и внутренних органов	Из мезенхимы
	2. Мышечная ткань нейрального происхождения (мышцы радужки глаза)	Из клеток нейрального зачатка в составе стенки глазного бокала.



*Неисчерченная мышечная  
ткань: гладкая.*



*Поперечнополосатая, или  
исчерченная мышечная  
ткань:*

*скелетная и сердечная*



Иногда выделяют ещё один тип гладкой мышечной ткани:

□ мышечную ткань эпидермального происхождения - *миоэпителиальные клетки*, имеющиеся в ряде желёз.

***В соответствии с гистогенетическим принципом*** в зависимости от источников развития (т.е. эмбриональных зачатков) мышечные ткани подразделяются на 5 типов:

□ мезенхимные (из десмального зачатка в составе мезенхимы)

□ эпидермальные (из кожной эктодермы и из прехордальной пластинки)

□ нейральные (из нервной трубки)

□ целомические (из миоэпикардальной пластинки висцерального листка спланхнотома)

□ соматические (миотомные)

Первые три типа относятся к подгруппе гладких мышечных тканей, четвертый и пятый — к подгруппе поперечнополосатых.

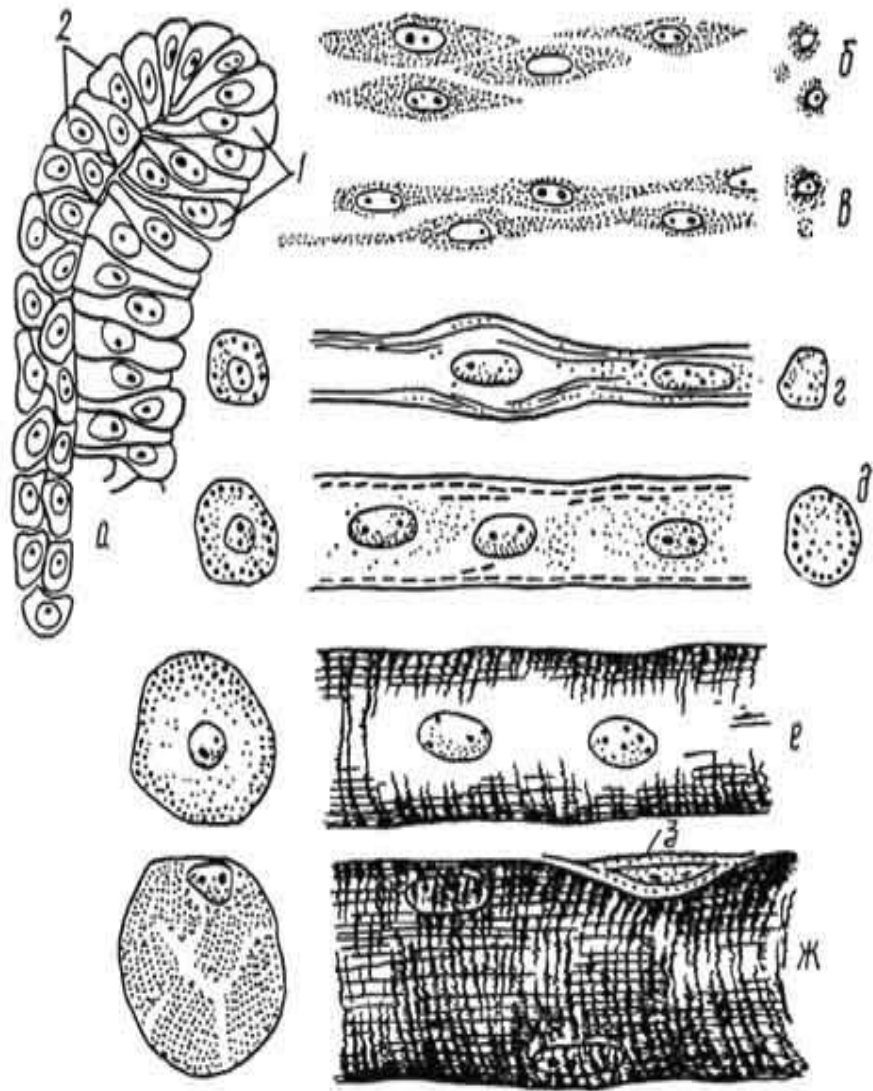
# Поперечнополосатые мышечные ткани

## □ Скелетная мышечная ткань.

Источником развития являются клетки миотомов — **миобласты**.

Составляет до 40% массы взрослого человека, входит в состав скелетных мышц, мышц языка, гортани и др. Относятся к произвольным мышцам, поскольку их сокращения подчиняются воле человека.





## Основные этапы эмбриогенеза скелетно-мышечной ткани:

*а* - клетки сомита (*1* - миотом, *2* - дермотом);

*б* - миобласты;

*в* - миосимпласты;

*г* - промиотуба;

*д* - мышечная трубочка;

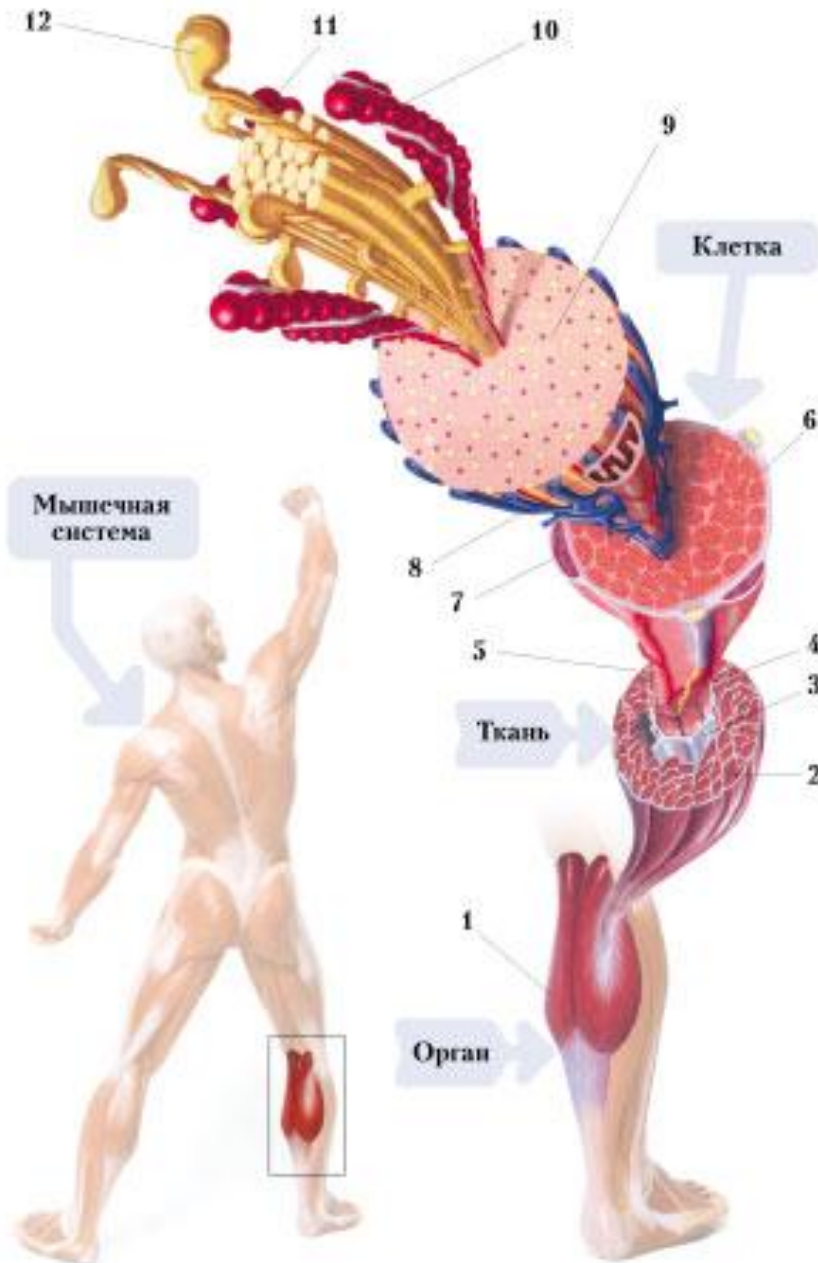
*е* - незрелое мышечное волокно;

*ж* - зрелое мышечное волокно;

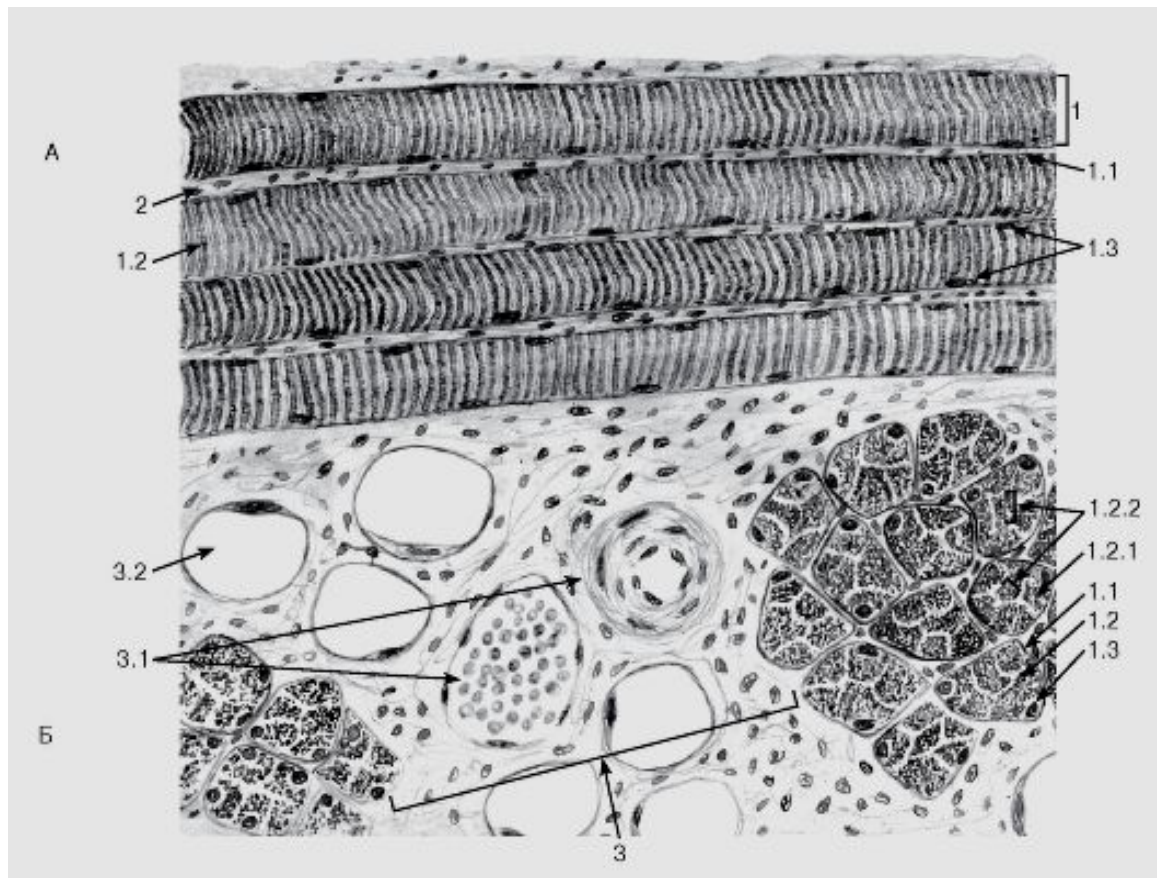
*з* - клетка соединительной ткани.

Стадии *б* - *ж* показаны на продольном и поперечном разрезах.

# Рассмотрим строение скелетной мышечной ткани на нескольких уровнях организации живого



- 1 — мышца икроножная (органный уровень),
- 2 — поперечный срез мышцы (тканевой уровень) — мышечные волокна, между которыми РВСТ:
- 3 — эндомизий,
- 4 — нервное волокно,
- 5 — кровеносный сосуд;
- 6 — поперечный срез мышечного волокна (клеточный уровень):
- 7 — ядра мышечного волокна — симпласта,
- 8 — митохондрия между миофибриллами, синим цветом — саркоплазматический ретикулум;
- 9 — поперечный срез миофибриллы (субклеточный уровень):
- 10 — тонкие актиновые нити,
- 11 — толстые миозиновые нити,
- 12 — головки толстых миозиновых нитей.



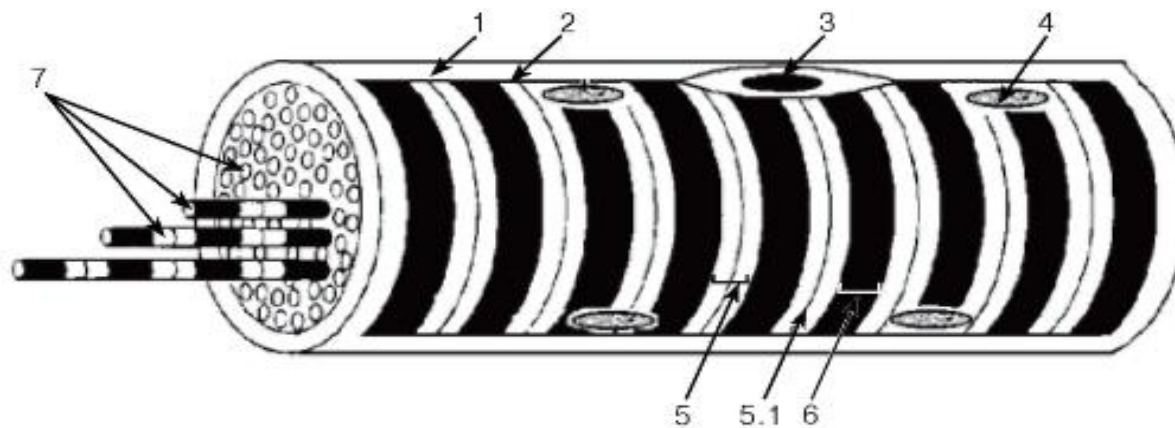
## **Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань**

*Окраска: железный гематоксилин*

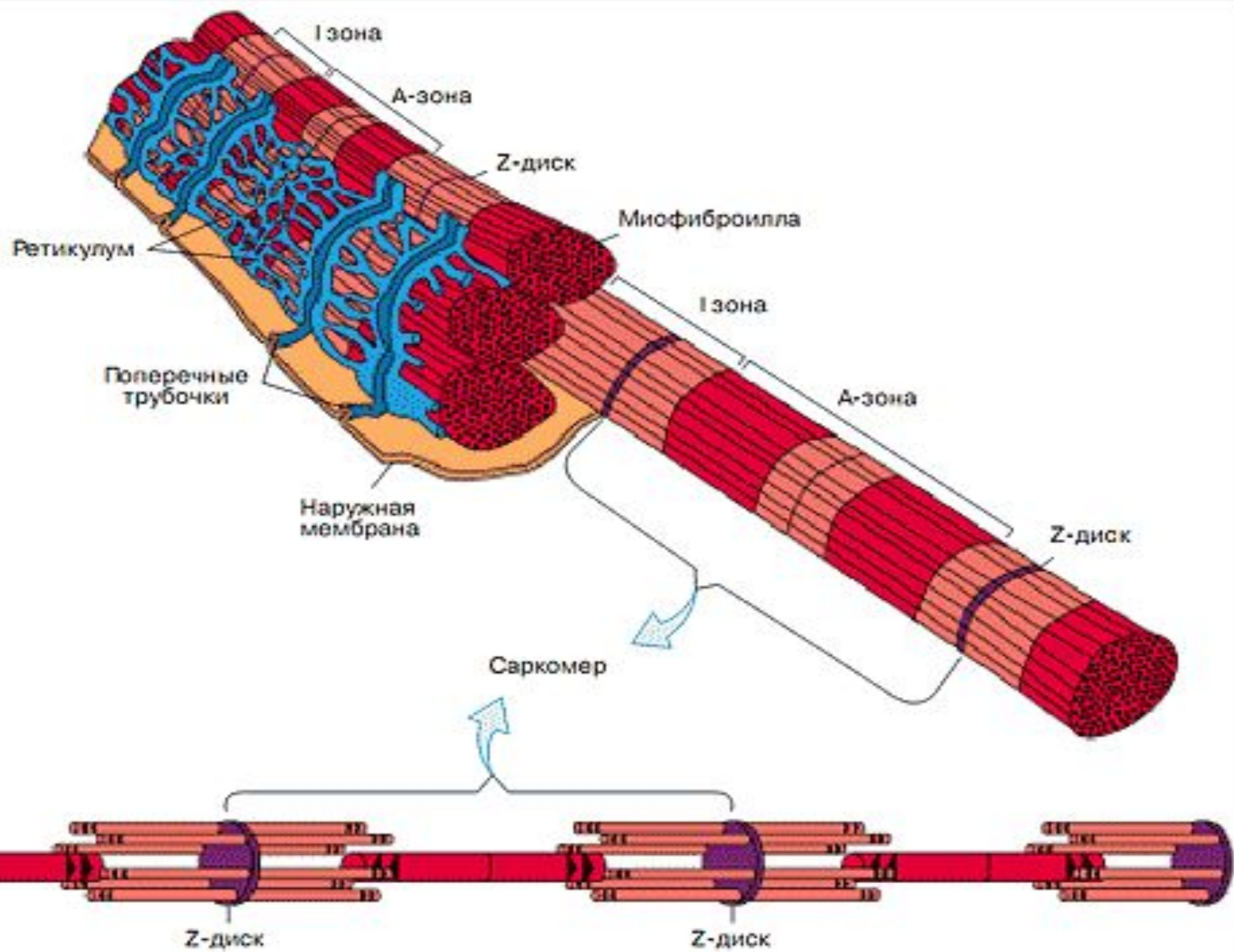
А - продольный срез; Б - поперечный срез:

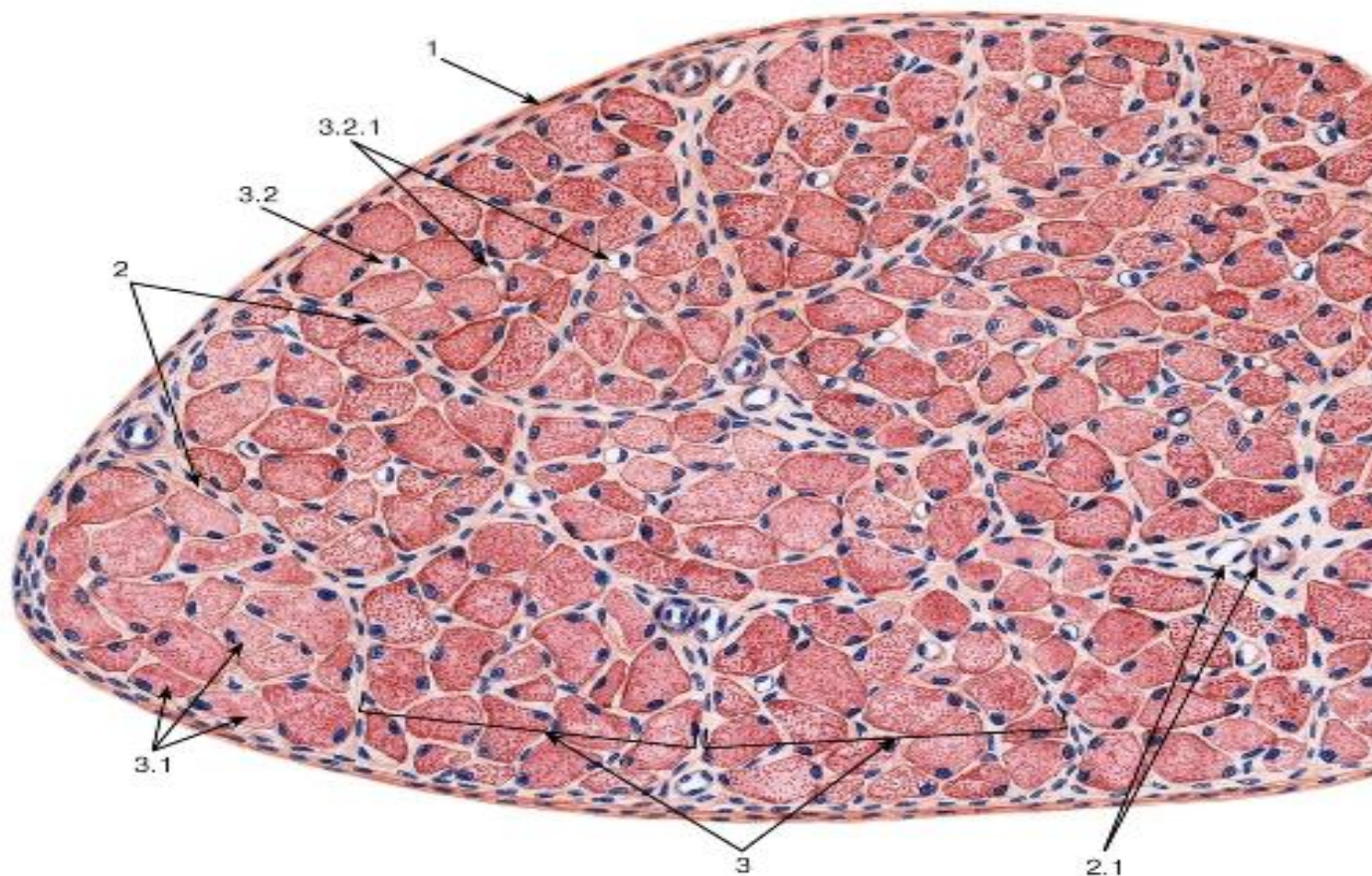
1 - мышечное волокно: 1.1 - сарколемма, покрытая базальной мембраной, 1.2 - саркоплазма, 1.2.1 - миофибриллы, 1.2.2 - поля миофибрилл (Конгейма); 1.3 - ядра мышечного волокна; 2 - эндомизий; 3 - прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани между пучками мышечных волокон: 3.1 - кровеносные сосуды, 3.2 - жировые клетки

- Основной структурной является **мышечное волокно**, состоящее из миосимпласта и миосателлитоцитов, покрытых общей базальной мембраной.
- **Миосателлитоциты (клетки-миосателлиты)** - мелкие уплощенные клетки, располагающиеся в неглубоких вдавлениях сарколеммы мышечного волокна и покрытые общей базальной мембраной
- **Миофибриллы** образуют сократительный аппарат мышечного волокна, располагаются в саркоплазме по ее длине, занимая центральную часть
- **Саркомер (миомер)** является структурно-функциональной единицей миофибриллы и представляет собой ее участок, расположенный между двумя **телофрагмами (линиями Z)**. Саркомер образован упорядоченной системой **толстых (миозиновых)** и **тонких (актиновых) миофиламентов**. Толстые миофиламенты связаны **сезофрагмой (линией M)** и сосредоточены в анизотропном диске,
- а тонкие миофиламенты прикреплены к **телофрагмам (линиям Z)**, образуют изотропные диски и частично проникают в анизотропный диск между толстыми нитями вплоть до светлой **полосы H** в центре анизотропного диска.



1 - базальная мембрана; 2 - сарколемма; 3 - миосателлитоцит; 4 - ядро миосимпласта; 5 - изотропный диск: 5.1 - телофрагма; 6 - анизотропный диск; 7 - миофибриллы





## Скелетная мышца (поперечный срез)

*Окраска: гематоксилин-эозин*

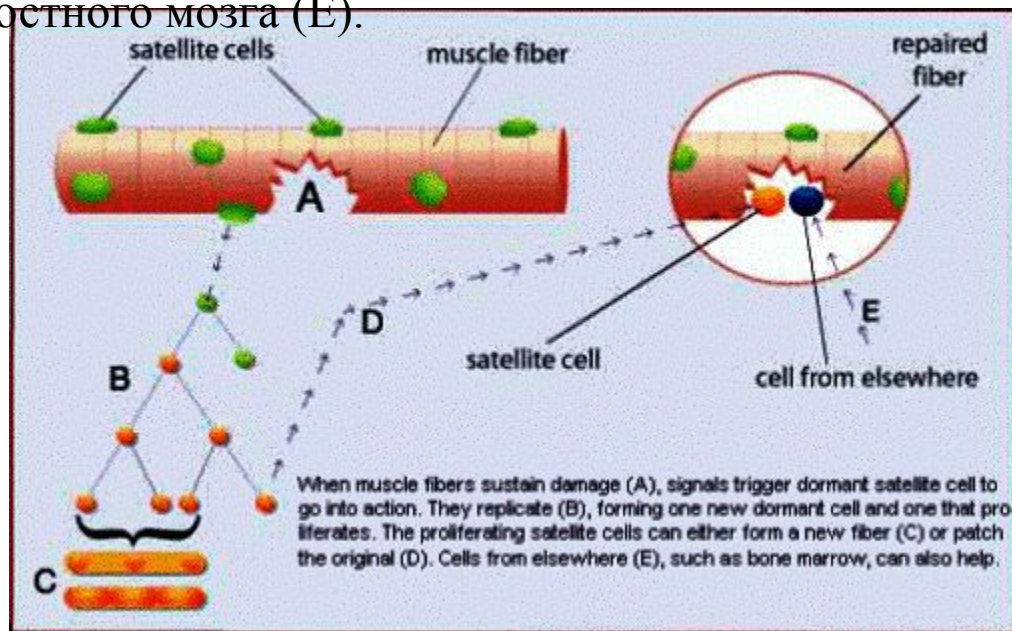
1 - эпимизий; 2 - перимизий; 2.1 -  
кровеносные сосуды; 3 - пучки мышечных  
волокон; 3.1 - мышечные волокна, 3.2 -  
эндомизий; 3.2.1 - кровеносные сосуды

Мышечная ткань может восстанавливаться в ответ на повреждение (А).

Основную роль в регенерации мышц играют так называемые сателлитные клетки, или мышечные стволовые клетки.

В ответ на повреждение они активируются химическими сигналами и реплицируются (В), образуя одну новую стволовую и одну пролиферирующую клетки.

Пролиферирующие сателлитные клетки могут либо образовать новую миофибриллу (С), либо восстановить исходную (D). В этом процессе могут участвовать и другие клетки, например, клетки костного мозга (Е).



## **Возрастные особенности.**

- Мышцы детей содержат больше воды и меньше плотных веществ, чем у взрослых.
- Биохимическая активность красных мышечных волокон больше, чем белых, что объясняется различиями в количестве митохондрий или в активности их ферментов. Количество миоглобина — показателя интенсивности окислительных процессов — **с возрастом увеличивается.**
- У новорожденного в скелетных мышцах 0,6% миоглобина, у взрослых — 2,7%
- У детей содержится относительно меньше сократительных белков — миозина и актина; с возрастом это различие уменьшается.
- Мышечные волокна у детей содержат сравнительно больше ядер, они короче и тоньше, и с возрастом их длина и толщина увеличиваются.
- У новорожденных мышечные волокна очень тонки, нежны, имеют сравнительно слабую поперечную исчерченность и окружены большими прослойками рыхлой соединительной ткани. Сухожилия занимают относительно больше места. Внутри мышечных волокон многие ядра лежат не у мембраны клетки.
- Эластичность мышц у детей примерно в 2 раза больше, чем у взрослых. При сокращении они больше укорачиваются, а при растяжении больше удлиняются.

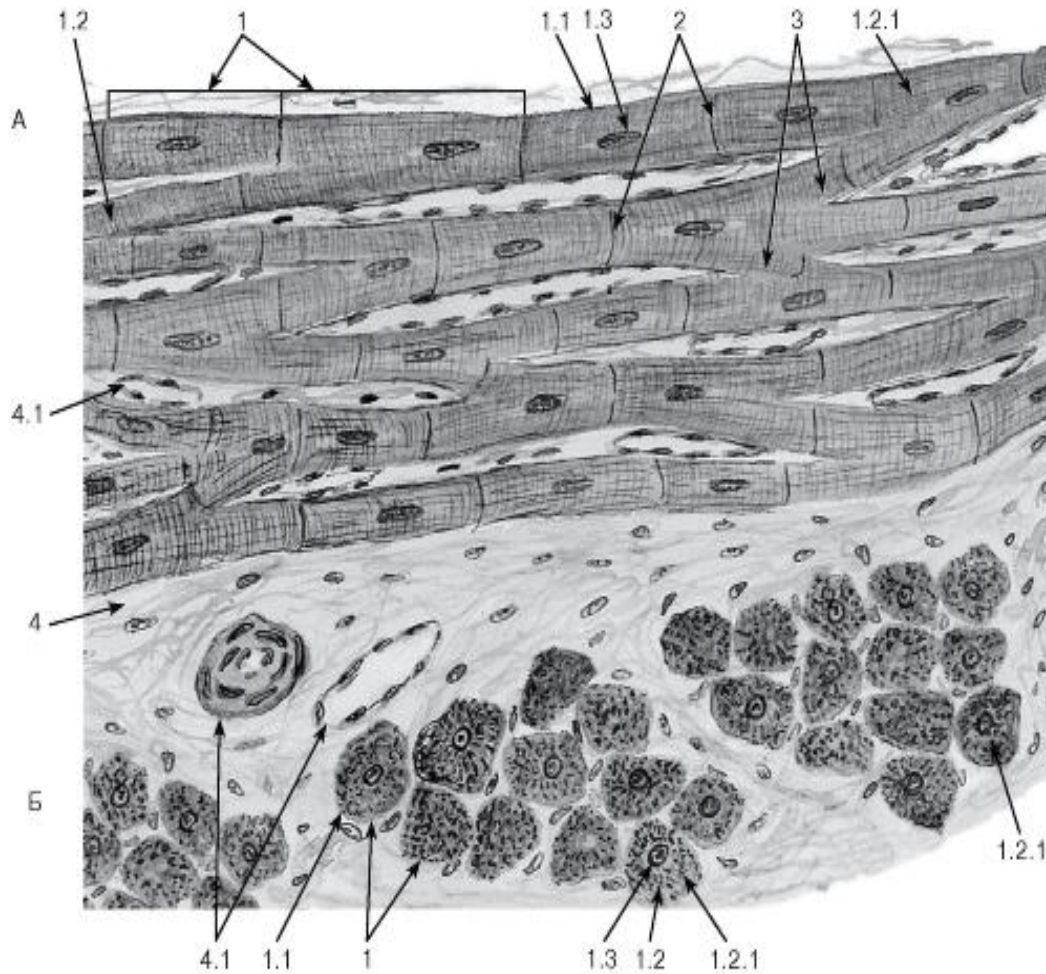


# Сердечная мышечная ткань.

- Источники развития сердечной поперечнополосатой мышечной ткани — симметричные участки висцерального листка спланхнотома в шейной части зародыша — так называемые **миоэпикардальные пластинки**.
- В ходе гистогенеза возникает 3 вида кардиомиоцитов:
  - рабочие, или типичные, или же сократительные, кардиомиоциты,
  - атипичные кардиомиоциты (сюда входят пейсмекерные, проводящие и переходные кардиомиоциты)
  - секреторные кардиомиоциты (вырабатывают гормон - **натрийуретический фактор**, участвующий в процессах регуляции мочеобразования и в некоторых других процессах).
- Структурная единица сердечной мышечной ткани – клетка **кардиомиоцит**. Между клетками находятся прослойки РВСТ с кровеносными сосудами и нервами.
- При длительной усиленной работе (например, в условиях постоянно повышенного артериального давления крови) происходит рабочая гипертрофия кардиомиоцитов.
- Регенерация сердечной мышечной ткани возможна до семилетнего возраста за счет митоза и внутриклеточной регенерации, а после 11 летнего возраста только внутриклеточная регенерация, которая приводит к гипертрофии кардиомиоцитов.
- Стволовых клеток или клеток-предшественников в сердечной мышечной ткани не обнаружено, поэтому погибающие кардиомиоциты (в частности, при инфаркте миокарда) не восстанавливаются, а замещаются элементами соединительной ткани.

## Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань

Окраска: железный гематоксилин



- А - продольный срез;  
Б - поперечный срез:  
1 - кардиомиоциты (образуют сердечные мышечные волокна):  
1.1 - сарколемма,  
1.2 - саркоплазма,  
1.2.1 - миофибриллы,  
1.3 - ядро;  
2 - вставочные диски;  
3 - анастомозы между волокнами;  
4 - рыхлая волокнистая соединительная ткань;  
4.1 - кровеносные сосуды

# Ультраструктурная организация кардиомиоцитов различных типов

*Рисунки с ЭМФ*

## **А - сократительный (рабочий) кардиомиоцит желудочка сердца:**

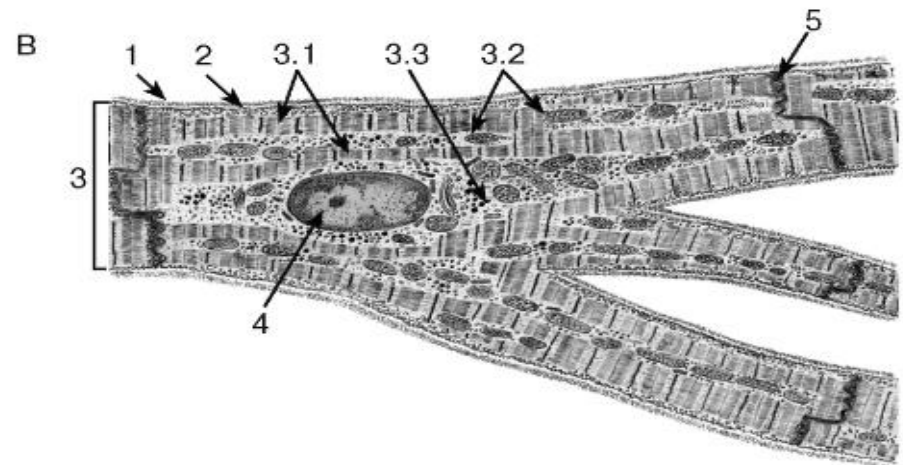
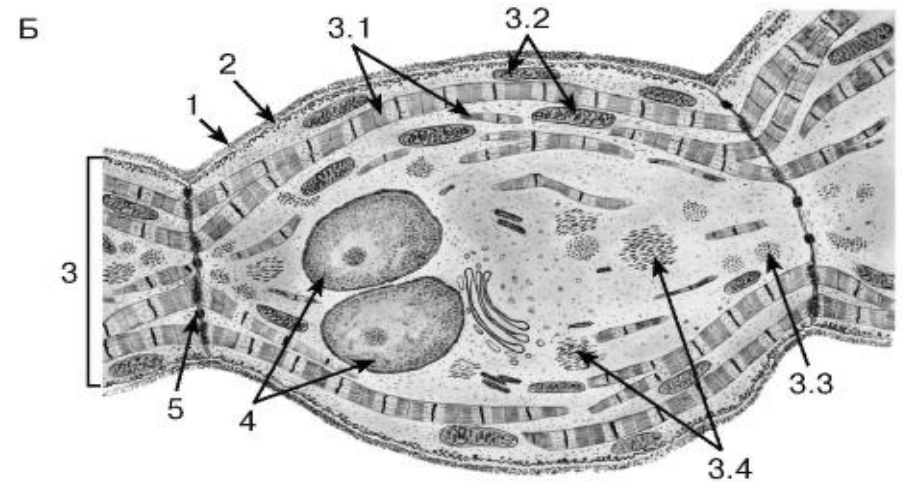
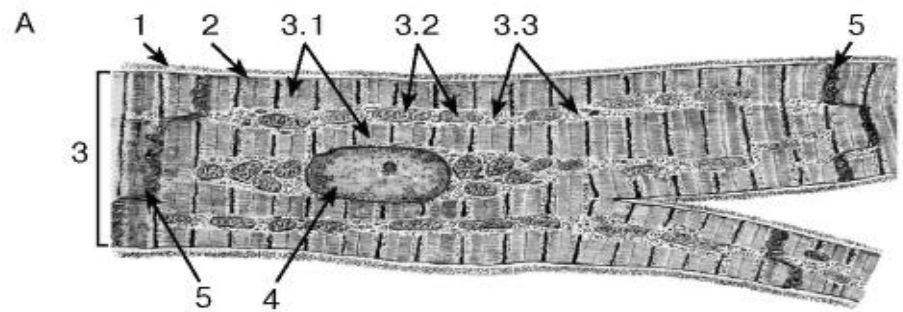
1 - базальная мембрана; 2 - сарколемма; 3 - саркоплазма: 3.1 - миофибриллы, 3.2 - митохондрии, 3.3 - липидные капли; 4 - ядро; 5 - вставочный диск.

## **Б - кардиомиоцит проводящей системы сердца (из субэндокардиальной сети волокон Пуркинье):**

1 - базальная мембрана; 2 - сарколемма; 3 - саркоплазма: 3.1 - миофибриллы, 3.2 - митохондрии; 3.3 - гранулы гликогена, 3.4 - промежуточные филаменты; 4 - ядра; 5 - вставочный диск.

## **В - эндокринный кардиомиоцит из предсердия:**

1 - базальная мембрана; 2 - сарколемма; 3 - саркоплазма: 3.1 - миофибриллы, 3.2 - митохондрии, 3.3 - секреторные гранулы; 4 - ядро; 5 - вставочный диск



# Гладкая мышечная ткань

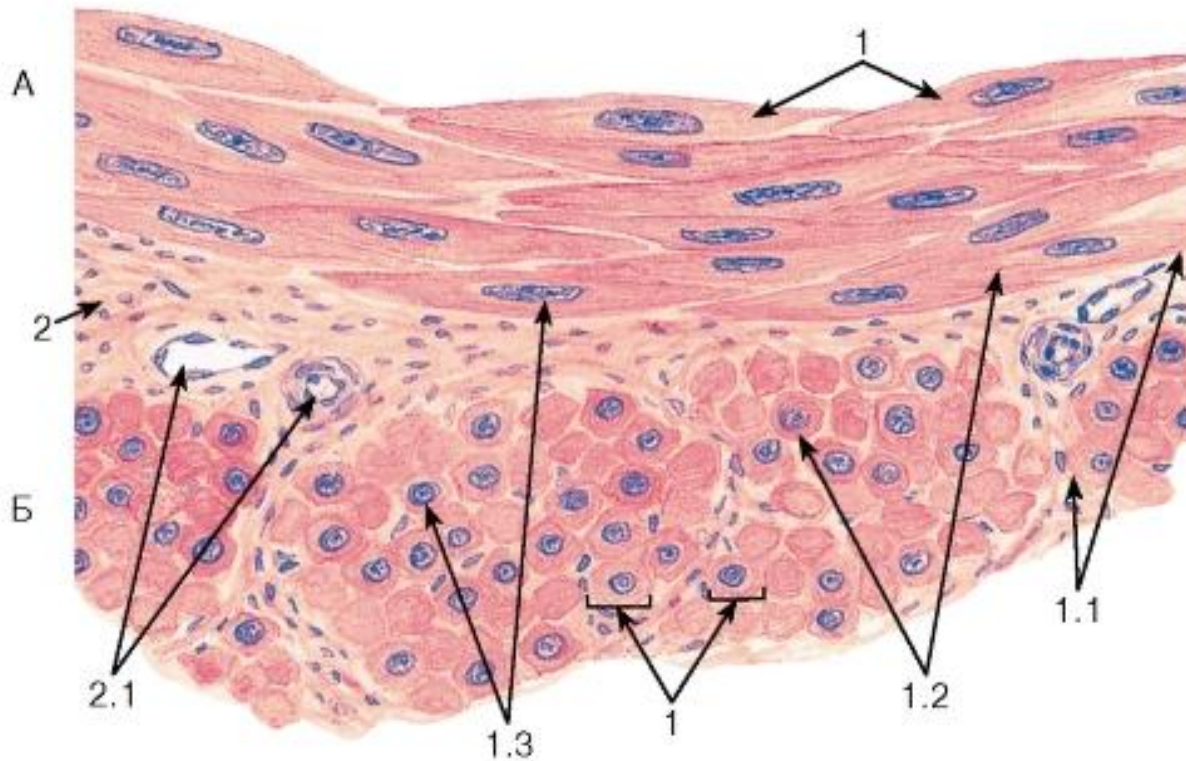
- ❖ образует стенки внутренних полых органов, сосудов;
- ❖ характеризуется отсутствием исчерченности, произвольными сокращениями.
- ❖ иннервация осуществляется вегетативной нервной системой.
- ❖ структурно-функциональная единица неисчерченной гладкой мышечной ткани – *гладкая мышечная клетка (ГМК), или гладкий миоцит.*

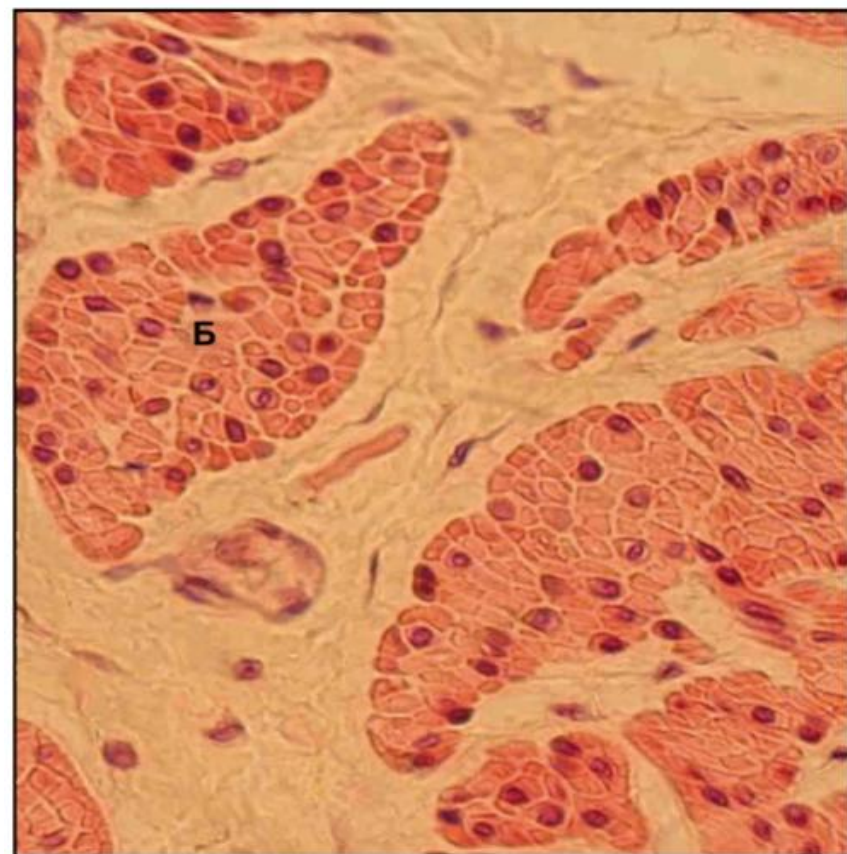
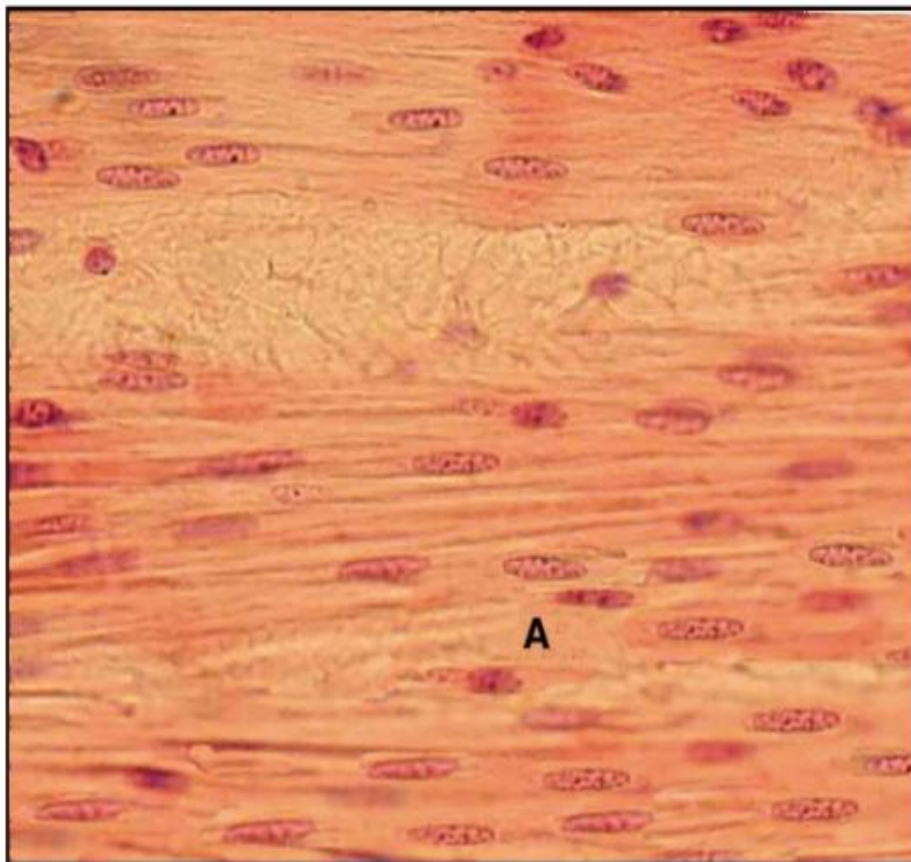
# Гладкая мышечная ткань

Окраска: гематоксилин-эозин

А - продольный срез; Б - поперечный срез:

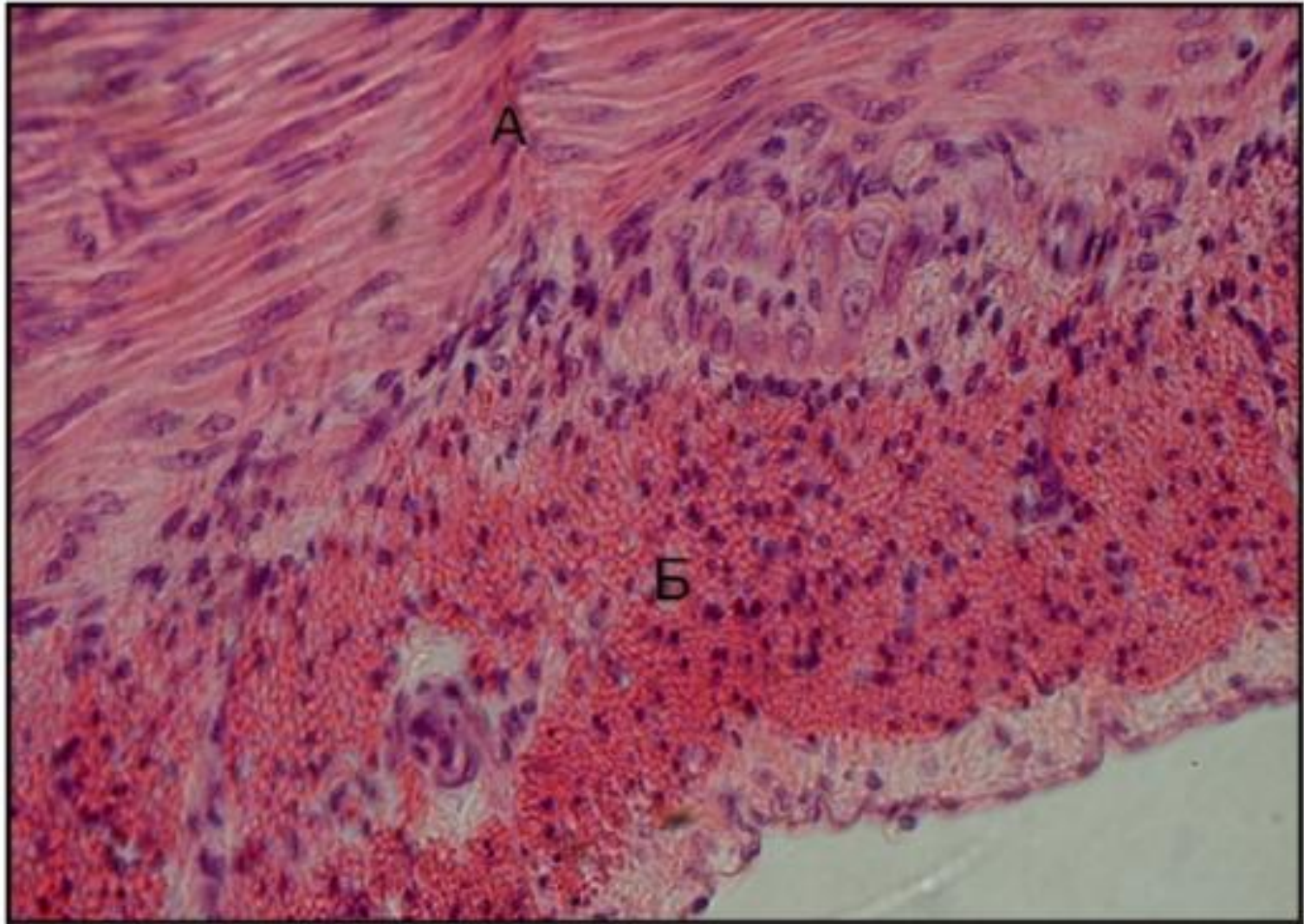
1 - гладкие миоциты: 1.1 - сарколемма, 1.2 - саркоплазма, 1.3 - ядро; 2 - прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани между пучками гладких миоцитов: 2.1 - кровеносные сосуды





**Гладкая мышечная ткань на примере мышечной оболочки мочевого пузыря  
(окраска гематоксилином и эозином):**

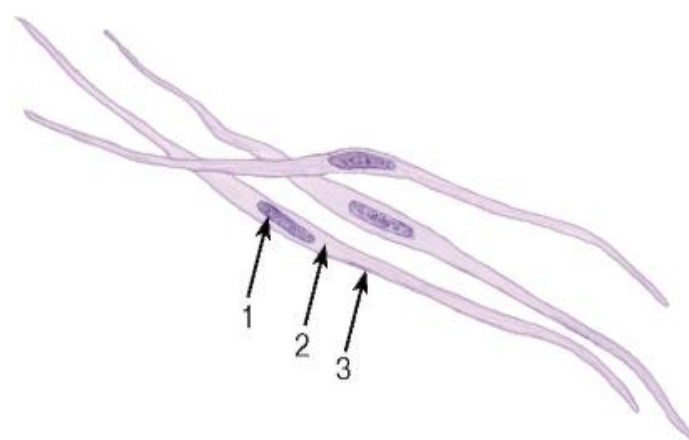
А - продольный срез гладких миоцитов; Б - поперечный срез гладких миоцитов



**Гладкая мышечная ткань на примере мышечной оболочки тонкой кишки  
(окраска гематоксилином и эозином):**

**А - продольный срез гладких миоцитов; Б - поперечный срез гладких миоцитов**

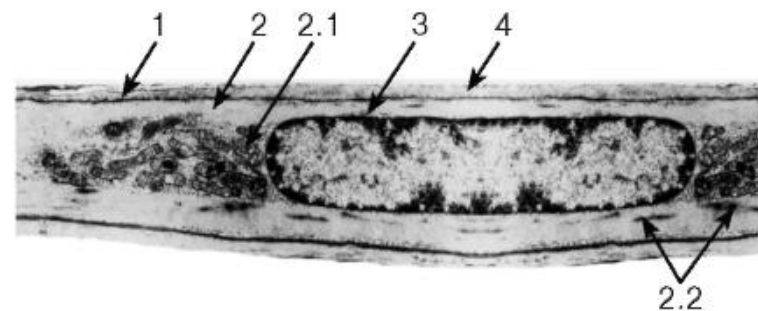
- клетки имеют веретенообразную форму длиной 20-1000 мкм и толщиной от 2 до 20 мкм. В матке клетки имеют вытянутую отростчатую форму.
- содержат одно удлиненное диплоидное ядро с преобладанием эухроматина и 1-2 ядрышками, расположенное в центральной утолщенной части клетки.
- органеллы общего значения располагаются вместе с включениями в конусовидных участках у полюсов ядра.
- периферическая часть саркоплазмы занята сократительным аппаратом - *актиновыми и миозиновыми миофиламентами*, которые в гладких миоцитах не формируют миофибрилл.
- актиновые миофиламенты прикрепляются в саркоплазме к овальным или веретеновидным *плотным тельцам* (см. рис.) - структурам, гомологичным линиям Z в поперечнополосатых тканях; сходные образования, связанные с внутренней поверхностью сарколеммы, называют *плотными пластинками*.



### Изолированные гладкие мышечные клетки

Окраска: гематоксилин

1 - ядро; 2 - саркоплазма; 3 - сарколемма

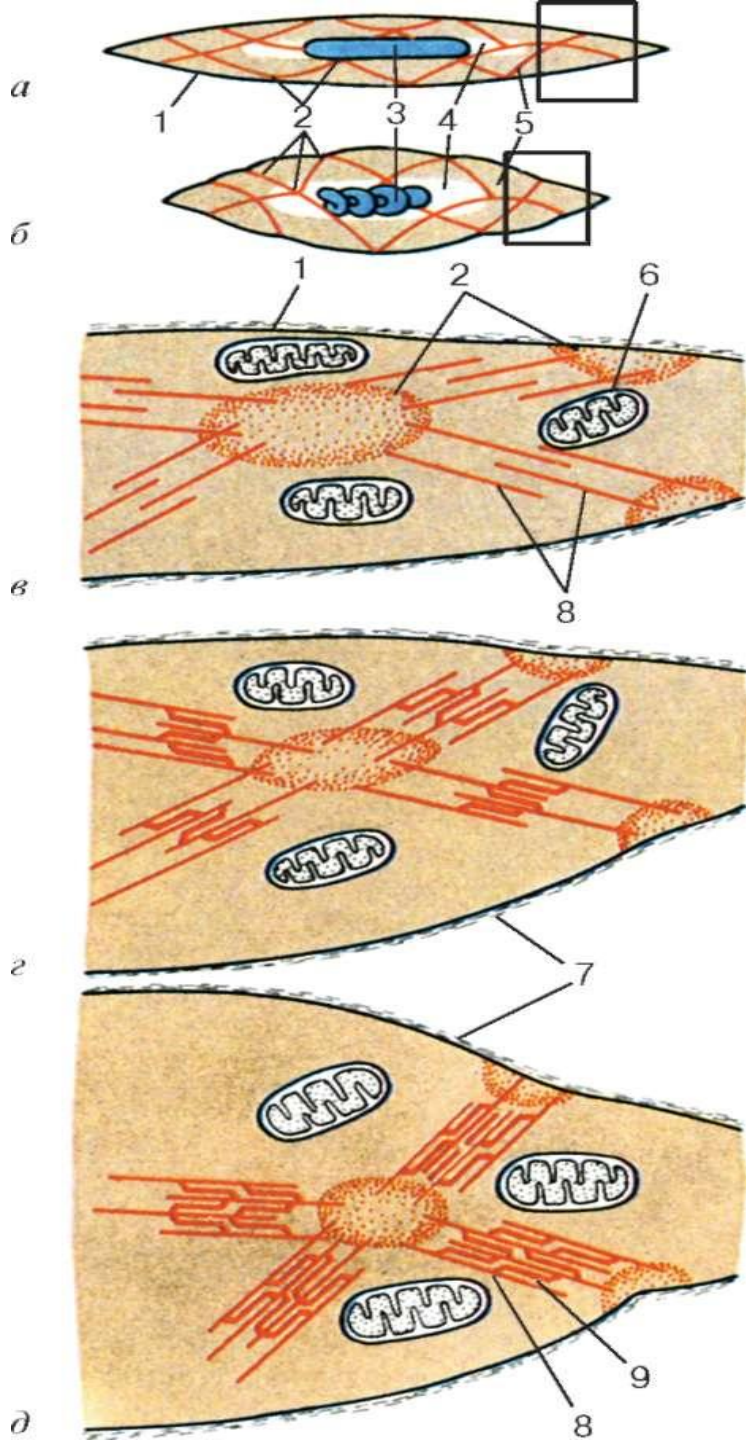


### Ультраструктурная организация гладкого миоцита (участок клетки)

Рисунок с ЭМФ

1 - сарколемма; 2 - саркоплазма: 2.1 - митохондрии, 2.2 - плотные тельца; 3 - ядро; 4 - базальная мембрана





## Строение гладкого миоцита (схема):

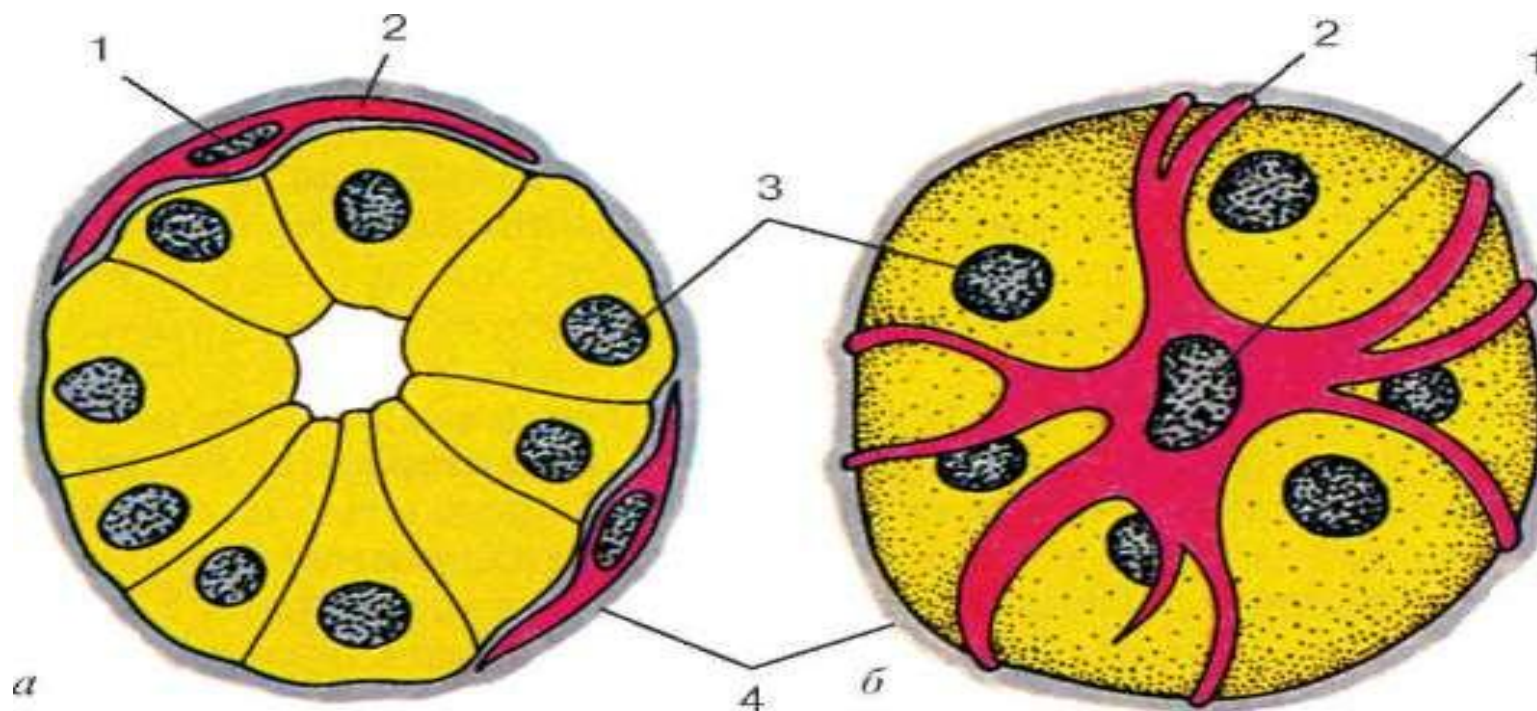
а, в - при расслаблении;  
 б, д - при наибольшем сокращении;  
 г - при неполном сокращении;  
 в-д - увеличенные изображения  
 участков, обведенных рамками на  
 фрагментах а и б. 1 - плазмолемма;  
 2 - плотные тельца;  
 3 - ядро;  
 4 - эндоплазма;  
 5 - сократительные комплексы;  
 6 - митохондрии;  
 7 - базальная мембрана;  
 8 - актиновые (тонкие) мио-  
 филаменты;  
 9 - миозиновые (толстые)  
 миофиламенты

По происхождению различают три группы гладких мышечных тканей:

- **Мезенхимные** (представлена главным образом в стенках кровеносных сосудов и многих трубчатых внутренних органов, а также образует отдельные мелкие мышцы (цилиарные))
- **Эпидермальные** (миоэпителиальные клетки)
- **Нейральные** (образуют две мышцы — суживающую и расширяющую зрачок)

## □ Миоэпителиальные клетки.

- встречаются в потовых, молочных, слюнных и слезных железах и имеют общих предшественников с их секреторными клетками.
- большинство миоэпителиальных клеток имеют звездчатую форму.
- в теле клетки располагаются ядро и органеллы общего значения, а в отростках - сократительный аппарат, организованный как и в клетках мышечной ткани мезенхимного типа.



**Миоэпителиальные клетки в конечном отделе слюнной железы:**

*а* - поперечный срез; *б* - вид с поверхности.

1 - ядра миоэпителиоцитов; 2 - отростки миоэпителиоцитов; 3 - ядра секреторных эпителиоцитов; 4 - базальная мембрана

## **Регенерация.**

- Гладкие миоциты характеризуются внутриклеточной регенерацией.
- При повышении функциональной нагрузки происходит **гипертрофия** миоцитов и в некоторых органах **гиперплазия** (клеточная регенерация). Так, при беременности гладко-мышечные клетки матки могут увеличиваться в 300 раз.

## **Возрастные особенности.**

- У грудных детей в гладкой мышечной ткани сфинктера ЖКТ сохраняется много недифференцированных клеток.
- Межклеточные и мионейральные контакты развиты слабо, следовательно, при кормлении возможно срыгивание пищи.
- Объем мышечной ткани увеличивается до 25 лет.
- В пожилом возрасте наступает истончение гладкомышечной ткани, в прослойках соединительной ткани снижается количество эластических волокон и нарастает — коллагеновых волокон, поэтому стенки теряют упругость и эластичность.

# Заключение

Мышцы состоят из мышечных тканей.

Являясь активной частью опорно-двигательного аппарата, мышцы приводят в движение части скелета и перемещают тело в пространстве.

Они обеспечивают вертикальное положение тела человека и любую позу. Мышцы живота поддерживают и защищают внутренние органы, выполняя опорную функцию.

Сокращения мышц играют очень важную роль в осуществлении дыхания и движения крови по кровеносным сосудам, в повышении обмена веществ, осознании позы и ориентировке тела в пространстве.

# Список использованной литературы

- [http://www.morphology.dp.ua/\\_mp3/muscle.php](http://www.morphology.dp.ua/_mp3/muscle.php)
- <http://nsau.edu.ru/images/vetfac/images/ebooks/histology/histology/r4/t11.html>
- <http://cytohistology.ru/tkani/myshechnye-tkani/>
- [http://vmede.org/sait/?page=9&id=Gistologiya atlas bikov ushk 2013&menu=Gistologiya atlas bikov ushk 2013](http://vmede.org/sait/?page=9&id=Gistologiya_atlas_bikov_ushk_2013&menu=Gistologiya_atlas_bikov_ushk_2013)