

МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

Виды мышечных тканей		Происхождение
I. Поперечнополосатые (исчерченные) мышечные ткани	1. Скелетная мышечная ткань	Из миотомов
	2. Сердечная мышечная ткань	Из миоэпикардальной пластинки (висцеральный листок 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
	3. Мышечная ткань эпидермального происхождения (миоэпителиаль- ные клетки)	Из эктодермы

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

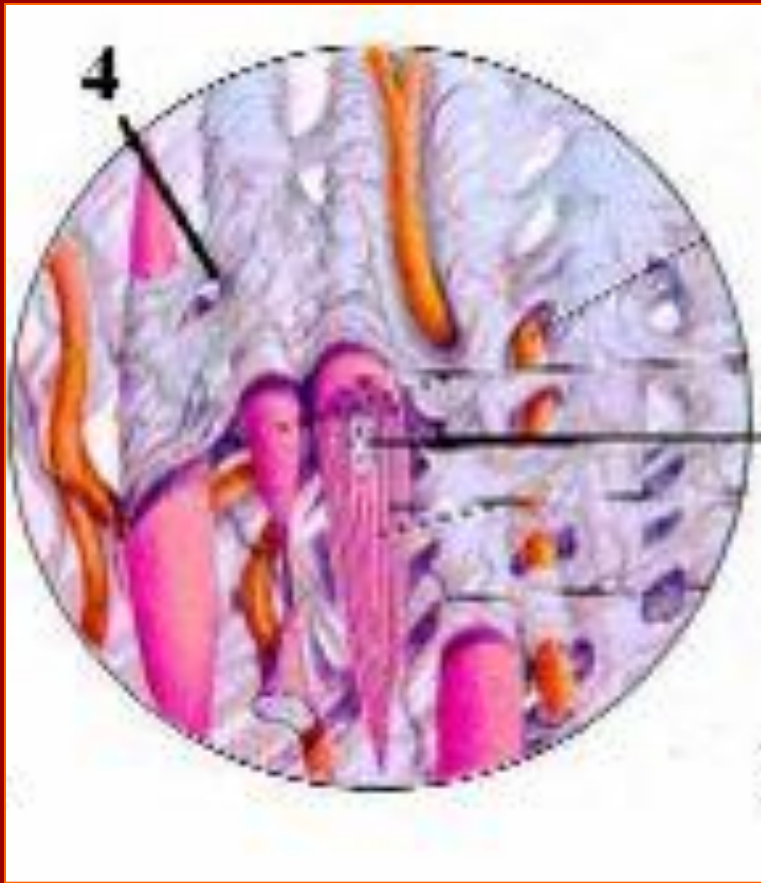


Схема строения гладкой мышечной ткани на светооптическом уровне

Входит в состав стенок полых органов и кровеносных сосудов. Структурно-функциональной единицей является гладкий миоцит. Это клетка веретеновидной, а иногда звездчатой формы длиной 15-500 мкм, шириной 5-8 мкм. Клетки образуют пучки и связываются между собой при помощи нексусов. Вокруг клеток соединительнотканые волокна образуют эндомизий.

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Схема строения гладкой мышечной ткани на ультрамикроскопическом уровне

Каждый миоцит покрыт базальной мембраной, которая вместе с плазмолеммой образует "сарколемму". Ядро палочковидной формы располагается в центре, имеет обычно 2 ядрышка. Цитоплазма слабо базофильна. Комплекс Гольджи и ЭПС развиты слабо. В цитолемме образуются впячивания – кавеолы, посредством которых, в цитоплазму клетки поступают ионы кальция необходимые для сокращения.

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Молекула
актина

Сократительный аппарат - миофибриллы, образованы актиновыми и миозиновыми нитями. Актиновые нити располагаются по ходу параллельно длине мышечной клетки. Они анастомозируют друг с другом и с плазмолеммой. Места контакта - плотные тельца, состоят из белка альфа-актинина и винкулина. Альфа-актинин – место контакта актиновых нитей между собой, альфа-актинин и винкулин – место контакта актина и цитолеммы.

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Толстые (миозиновые) миофиламенты занимают менее фиксированное положение. Они внедряются между актиновыми только в процессе сокращения. Эти временные миофибриллы лишены регулярной организации. Поэтому ни у них, ни у клеток нет поперечной

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Процесс сокращения запускается ионами Ca^{2+} , которые при возбуждении клетки поступают в цитоплазму не столько из эндоплазматического ретикулума, сколько **из межклеточной среды (МКС), что происходит достаточно медленно.** Поэтому сокращение гладкой мускулатуры развивается **не так быстро**, как в скелетных мышцах, но зато может продолжаться **достаточно долго без заметного утомления.** Такой тип сократительной активности называют **тоническим.**

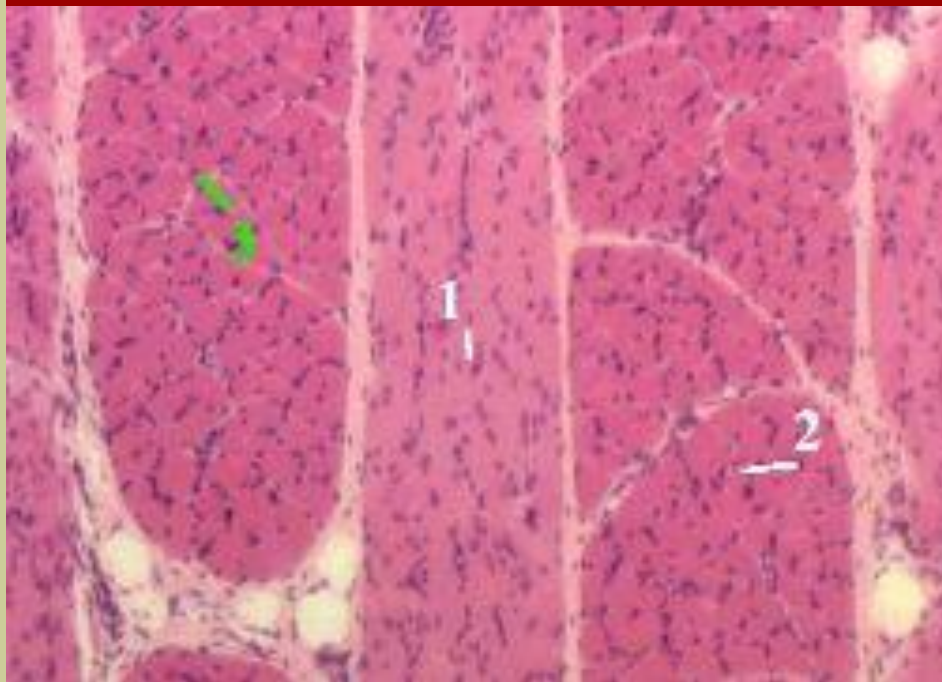
Регенерация:

1. компенсаторная гипертрофия
2. клеточная пролиферация
3. трансформация клеток соединительной ткани в гладкие **МИОЦИТЫ.**

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Возрастные особенности: У грудных детей в гладкой мышечной ткани сфинктеров ЖКТ сохраняется множество недифференцированных миоцитов. Мио-миоцитарные и мионейральные контакты развиты слабо, отсюда возможно срыгивание пищи при вскармливании. До 25 лет объем мышечной ткани увеличивается. В пожилом возрасте происходит истончение, в прослойках соединительной ткани преобладают коллагеновые волокна, мало эластических, поэтому ткань теряет упругость и эластичность.

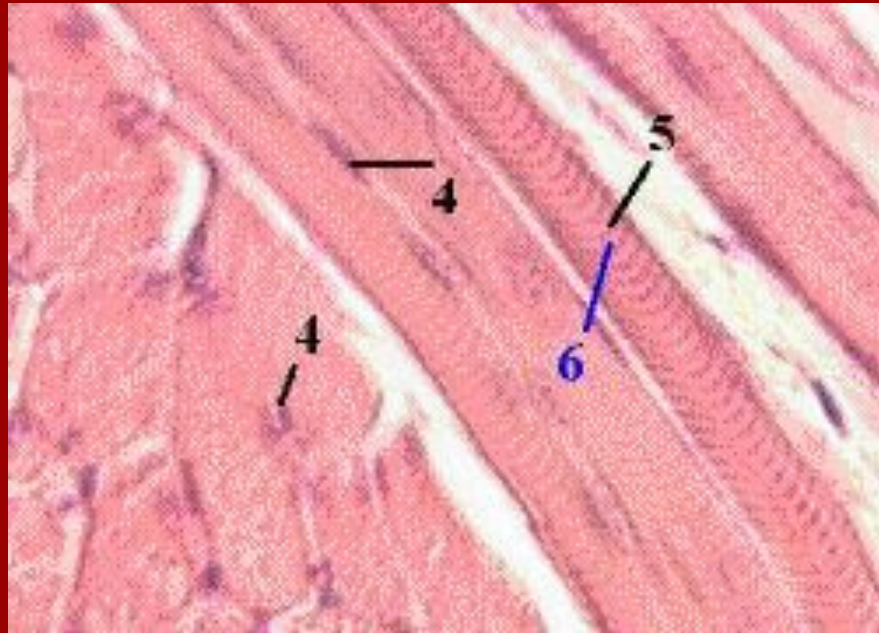
ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ СКЕЛЕТНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань, срез языка. Окраска гематоксилин-эозином

Источником развития являются клетки миотомов – миобласты. Одни из них в процессе дифференцировки сливаются друг с другом, образуя **миосимпластические волокна**. Другие дифференцируются в **миосателлитocyты** – одноядерные клетки, прилегающие к поверхности симпласта.

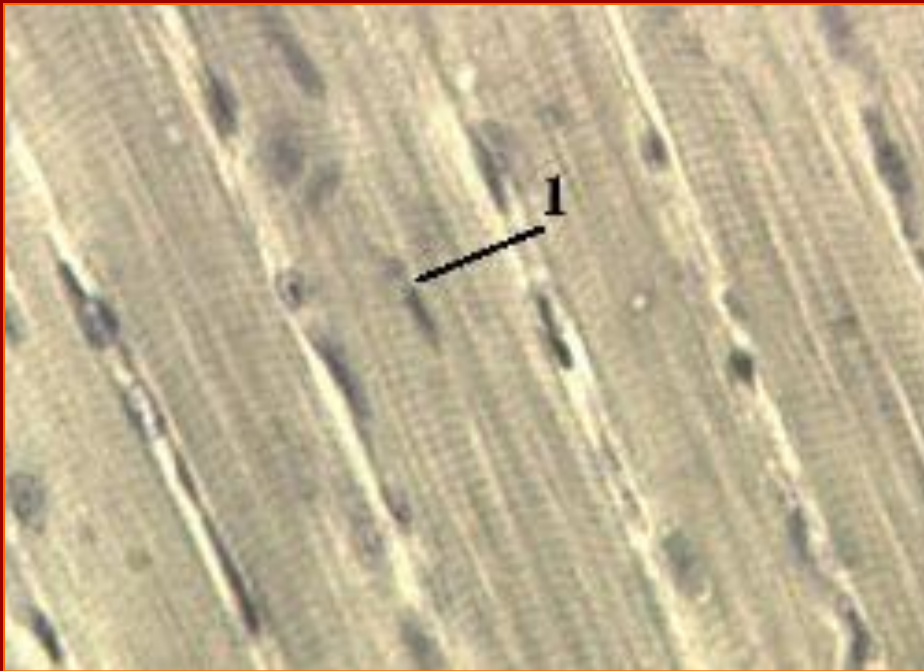
ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ СКЕЛЕТНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань, срез языка.
Окраска гематоксилин-эозином

Структурная единица – **мышечное волокно**, состоит из миосимпласта и миосателлитоцитов, покрытых общей базальной мембраной. Комплекс базальной мембраны и плазмолеммы называется сарколеммой, а цитоплазма – саркоплазмой.

ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ СКЕЛЕТНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Поперечнополосатая мышечная ткань,
срез языка.
Окраска железным гематоксилином.

Миосателлитоциты – малодифференцированные клетки, размеры 5-7 мкм. Имеют все органеллы общего значения. Являются источником регенерации мышечной ткани.

Миосимпласт – многоядерная неклеточная структура (макс. D 80 мкм, макс. длина 12 см). Ядра располагаются по

ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ СКЕЛЕТНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Каждое мышечное волокно окружено сетью гемокапилляров и имеет собственную иннервацию. Комплекс этих элементов называется **мионом**. В мионе выделяют 5 аппаратов: 1) сократительный (миофибриллы), 2) трофический (ядро и органеллы), 3) специфический мембранный аппарат (саркоплазматическая сеть, T-су), 4) опорный аппарат (соединительнотканная оболочка и внутренний опорный аппарат – Z и M-линии), 5) нервный аппарат (моторная бляшка, нервно-мышечное веретено).

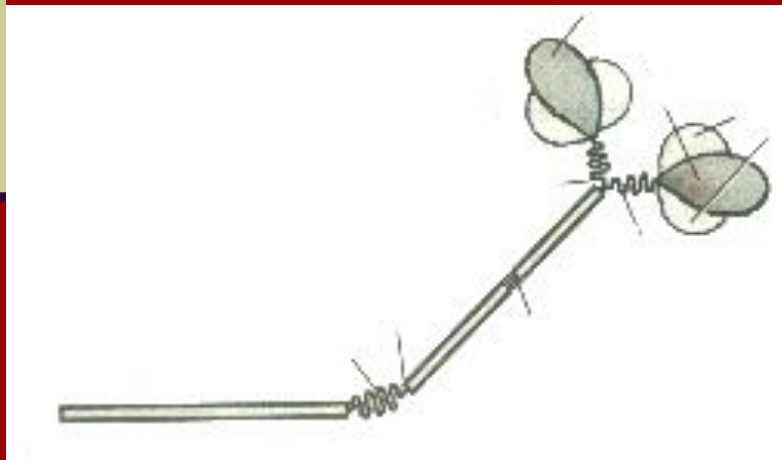
МИОФИБРИЛЛА

Тропомиозиновая нить

тропонин



Молекула актина

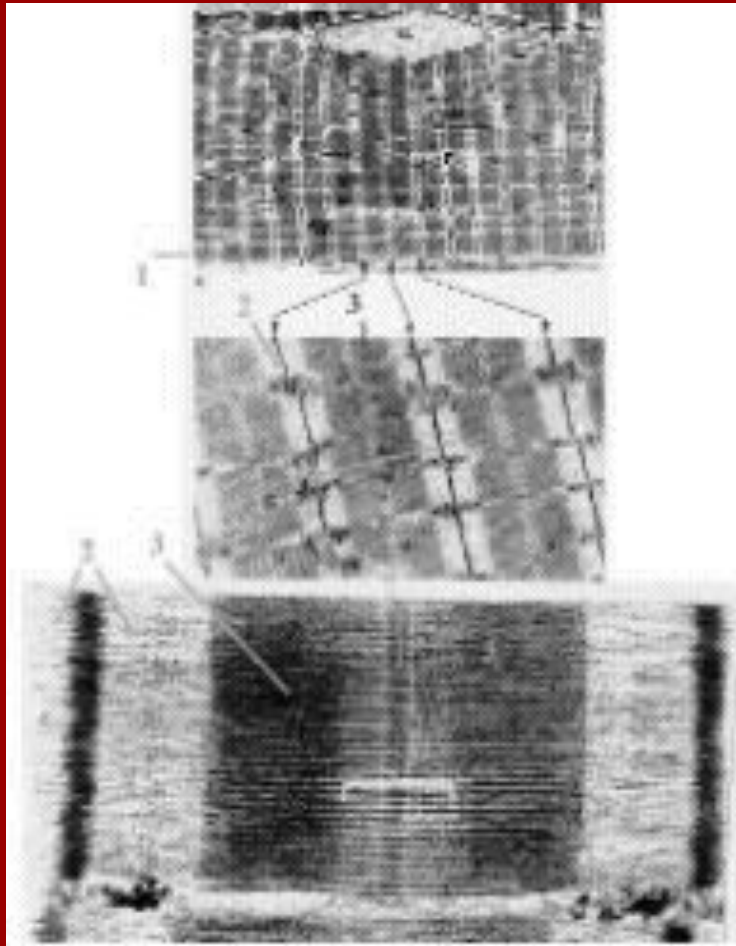


Молекула миозина

Состоит из **тонких** миофиламентов (диаметр 5-7 нм), которые образованы глобулярным белком **актином**, а также тропонином и тропомиозином.

Толстые (миозиновые) миофиламенты (диаметр 10-25 нм) образованы белком **миозином**, молекула которого состоит из нескольких пептидных цепей и включает длинную палочковидную часть (стержень) и двойную

СХЕМА САРКОМЕРА



Саркомер - структурная единица миофибриллы. Это ее участок между 2-мя Z-линиями. Z-линии образованы белком: альфа-актенином к ней крепятся актиновые нити, образующие I-диск (изотропный), в центре саркомера A-диск (анизотропный). Посередине A-диска – светлая H-полоска, образованная только толстыми нитями, в ее центре M-линия (мезофрагма) образована белком миомезином к ней

Трофический аппарат

Ядра лежат неглубоко под сарколеммой. От нескольких десятков, до нескольких сотен и тысяч. Комплекс Гольджи и гранулярная ЭПС развиты слабо. Митохондрий много, расположены в околядерной зоне, или цепочками между миофибриллами.

Опорный аппарат

Наружный – сарколемма

Внутренний - Z и M-линии

Нервный аппарат

двигательная иннервация – моторная бляшка

чувствительная иннервация – нервно-мышечное веретено

СПЕЦИФИЧЕСКИЙ МЕМБРАННЫЙ АППАРАТ

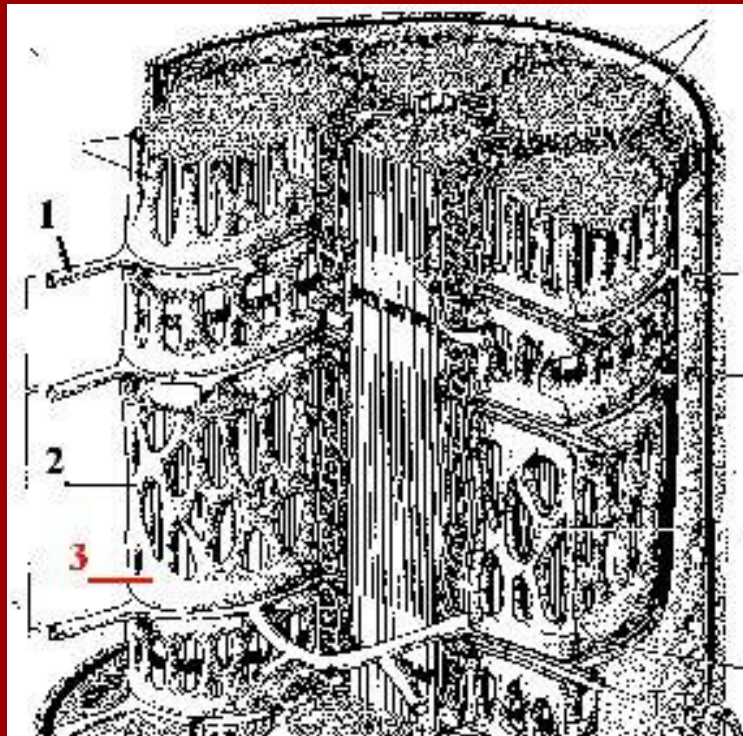


Схема мембраны мышечного волокна

1 – Т-трубочки

2 - L-каналы

3 – конечные (терминальные) цистерны

Необходим для передачи возбуждения от сарколеммы к миофибриллам.

Плазмолемма образует глубокие каналообразные впячивания - **Т-трубочки**. Они идут в поперечном направлении вокруг миофибрилл.

Саркоплазматический ретикулум образует петли - **L-каналы**. Последние окружают каждую миофибриллу и ориентированы в поперечном направлении.

СПЕЦИФИЧЕСКИЙ МЕМБРАННЫЙ АППАРАТ

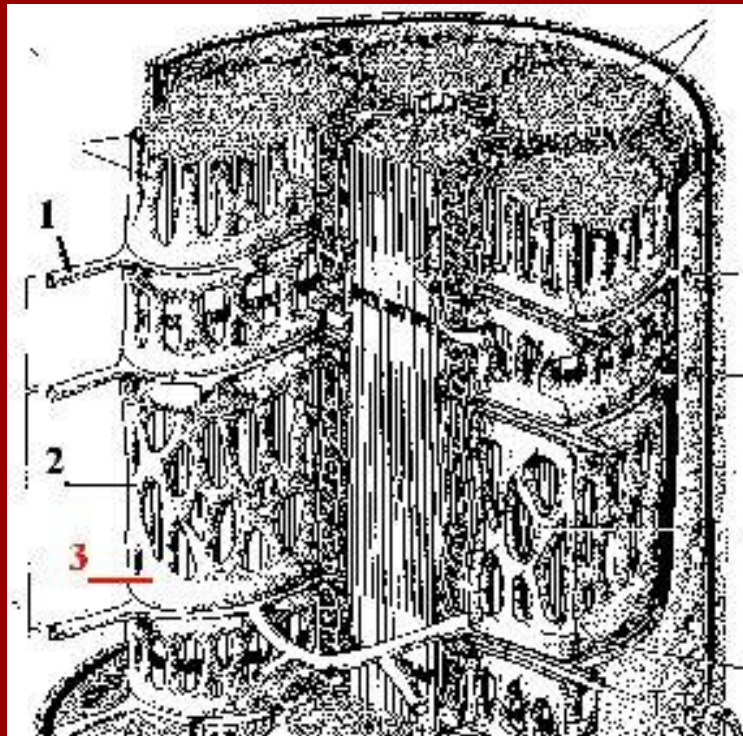


Схема мембраны мышечного волокна

1 – Т-трубочки

2 - L-каналы

3 – конечные (терминальные) цистерны

В области Т-трубочек участки ретикулума расширяются в **конечные (терминальные) цистерны**. Внутри цистерн - высокая концентрация ионов Ca^{2+} . Цистерны сопровождают каждую Т-трубочку с двух сторон и образуют **триады**. В каждую из них входят две цистерны и посередине одна Т-трубочка. По Т-трубочкам распространяется нервное возбуждение и происходит высвобождение кальция в

Процесс сокращения мышечного волокна: теория скользящих нитей по Хаксли

- а) Возбуждение сарколеммы и далее - Т-трубочек



- б) Возбуждение мембраны терминальных цистерн



- в) Высвобождение из цистерн ионов Ca^{2+}

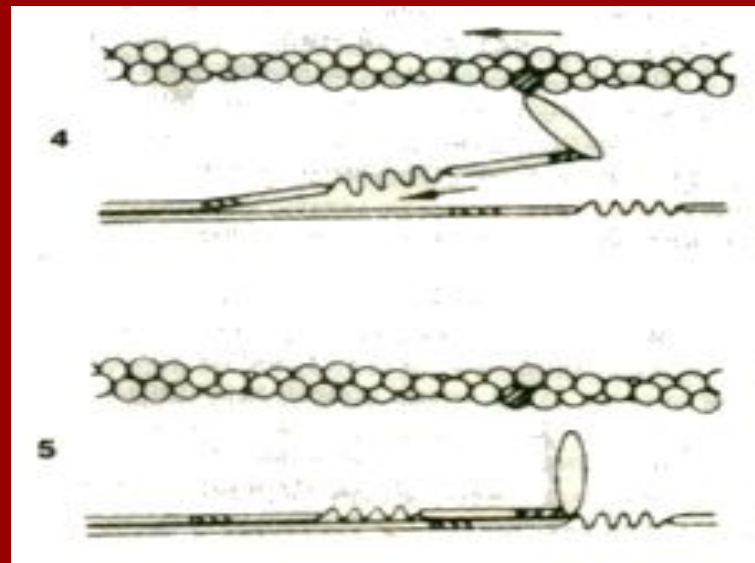
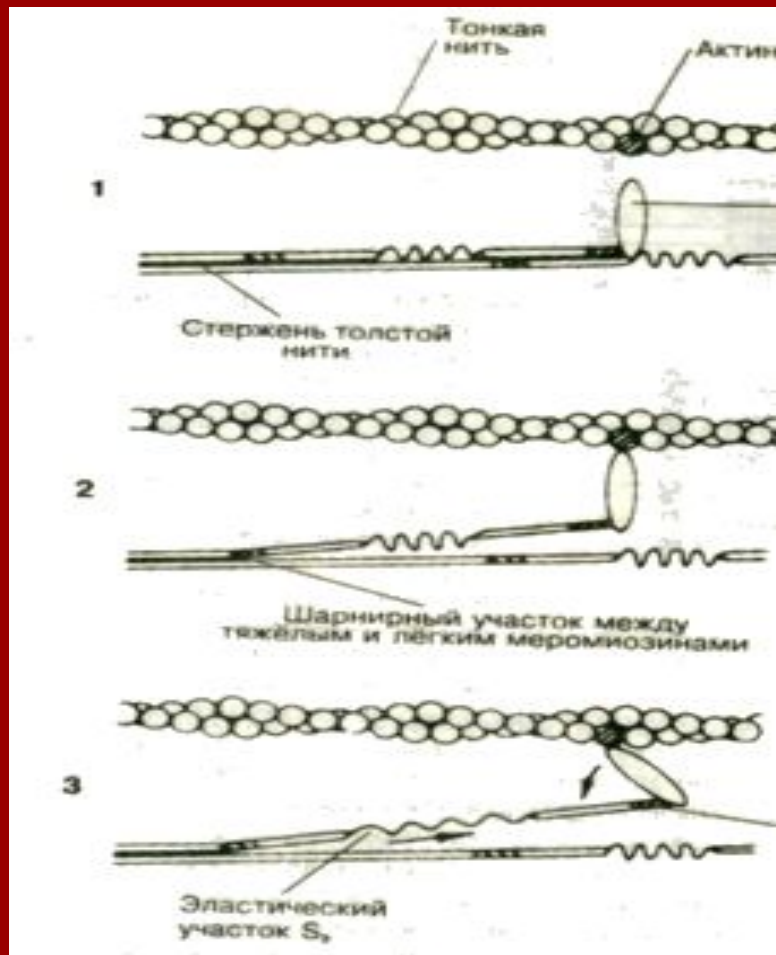


- г) В присутствии ионов Ca^{2+} меняется конфигурация тропонина и тропомиозина, отчего центры актина освобождаются. Головки миозина связываются с актиновыми центрами и, с затратой энергии АТФ, сгибаются в шарнирных участках, сдвигая, тем самым, тонкие филаменты вдоль толстых.



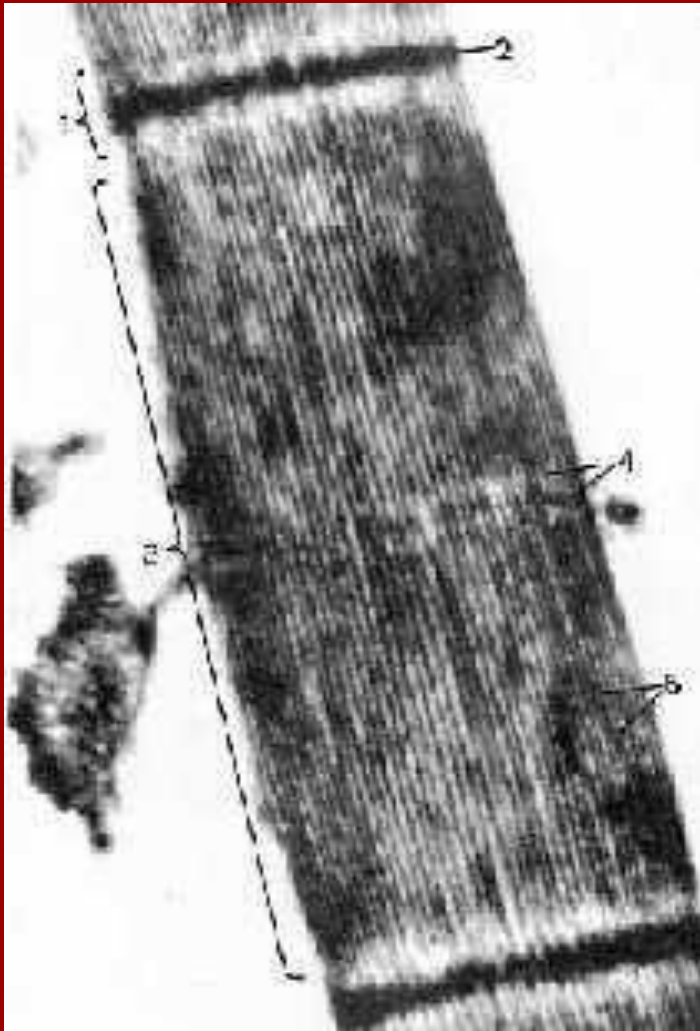
- д) Укорочение **миофибрилл** и **мышечных волокон**

ПРОЦЕСС СОКРАЩЕНИЯ



Миофибрилла при сокращении

Электронная микрофотография

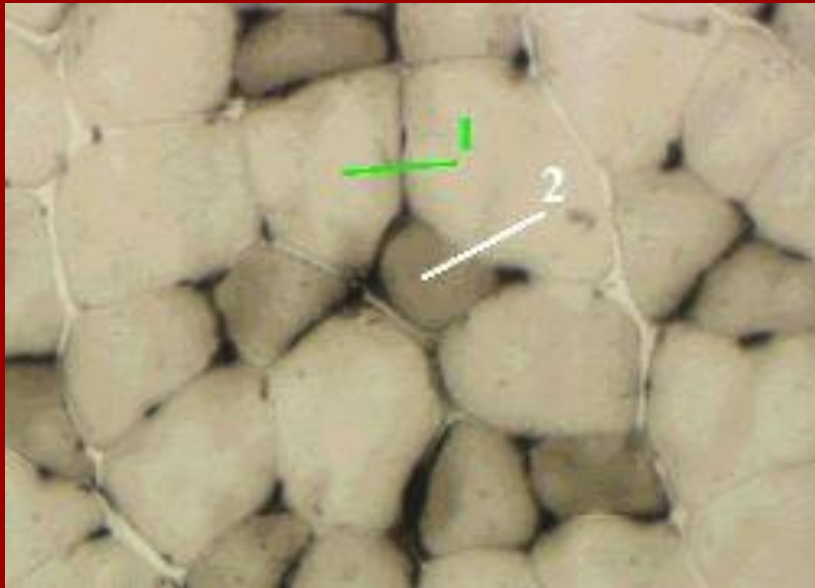


При сокращении I-диски суживаются, темная часть диска А расширяется, H-зона диска А суживается.

ТИПЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

<p>Красные мышечные волокна (волокна I, или медленного типа)</p>	<p>Белые мышечные волокна (волокна II, или быстрого типа)</p>
<p>Способны к не очень интенсивной, но длительной работе.</p>	<p>Способны к интенсивной, но кратковременной работе</p>
<p>Высокое содержание миоглобина (белка запасяющего O₂)</p>	<p>Низкое содержание миоглобина</p>

ТИПЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

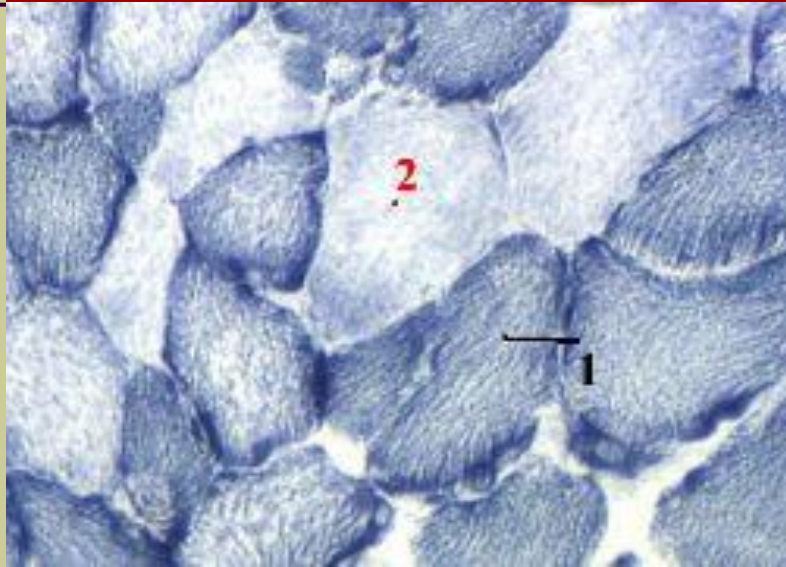


Реакция на АТФазную активность.

Скорость распада АТФ показывает, с какой скоростью может совершаться работа.

В красных мышечных волокнах (1) – скорость небольшая
В белых (2) – выше, чем в красных.

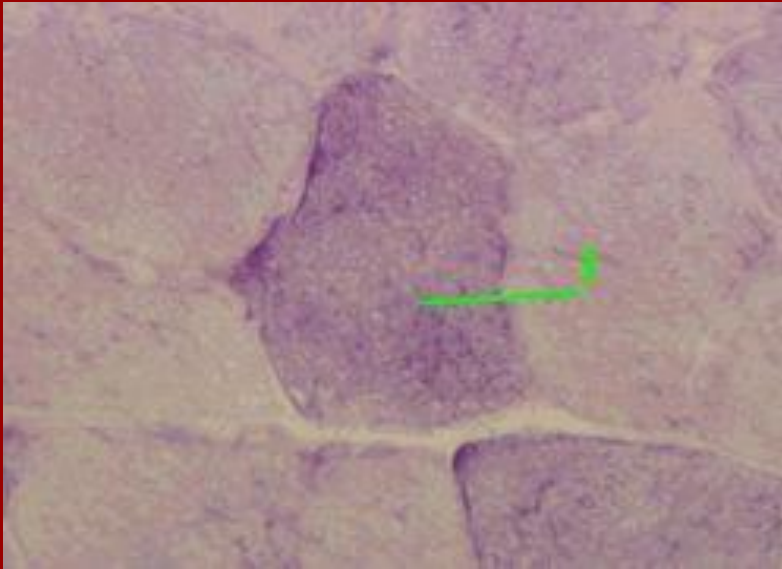
ТИПЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН



Красные мышечные волокна (1) – высокая активность СДГ (в них происходит аэробный распад биосубстратов)
Белые мышечные волокна (2) – низкая активность СДГ (преобладает **анаэробный** распад гликогена или глюкозы до молочной кислоты).

Реакция на сукцинатдегидрогеназу.

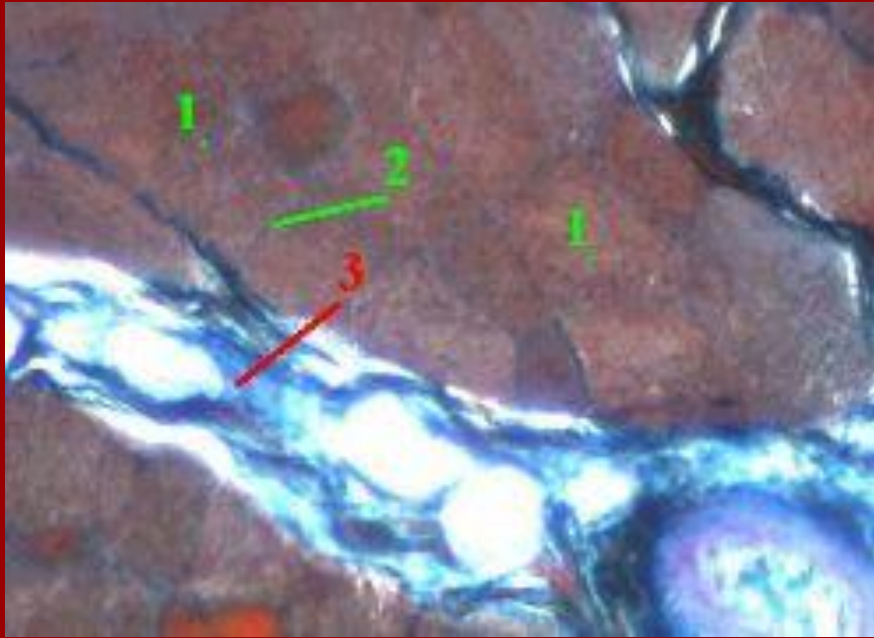
ТИПЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН



Красные мышечные
волокна – низкое
содержание гликогена
Белые мышечные
волокна (1) – содержание
гликогена высокое

Гликоген в скелетных
мышечных волокнах.
Шик-реакция.

МЫШЦА КАК ОРГАН

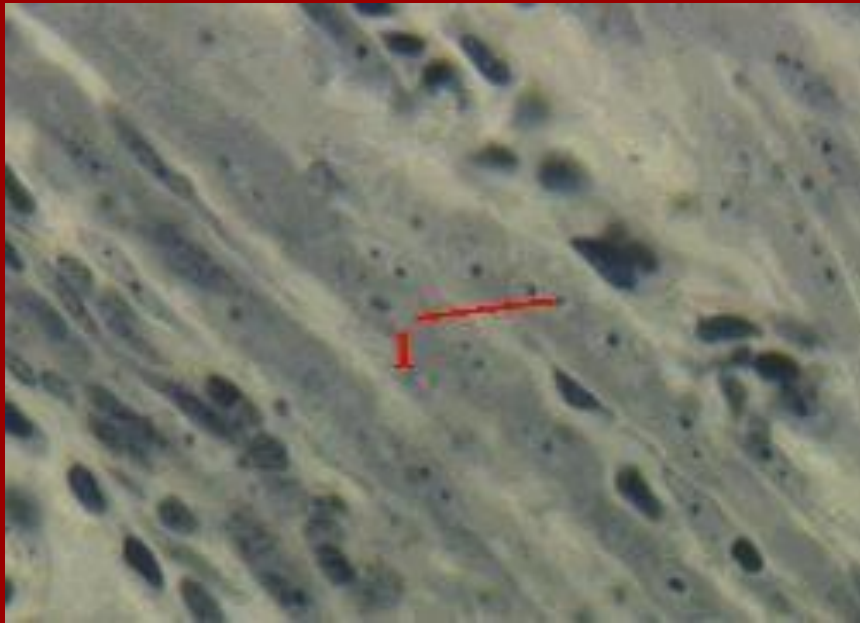


Окраска пикрофуксином по методу Маллори.

а) **эндомизий (2)** - узкие прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани вокруг **каждого** мышечного волокна,
б) **перимизий (3)** - более толстые прослойки вокруг **группы** мышечных волокон.

в) **эпимизий** - плотная оформленная соединительная ткань **вокруг всей мышцы**

РЕГЕНЕРАЦИЯ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН



Регенерация поперечно-полосатой мышечной ткани (стадия мышечных трубочек)
Окраска железным гематоксилином.

1) **восстановление целостности повреждённых волокон**

- путём медленного роста концов волокна навстречу друг другу.

2) **образование новых волокон.**

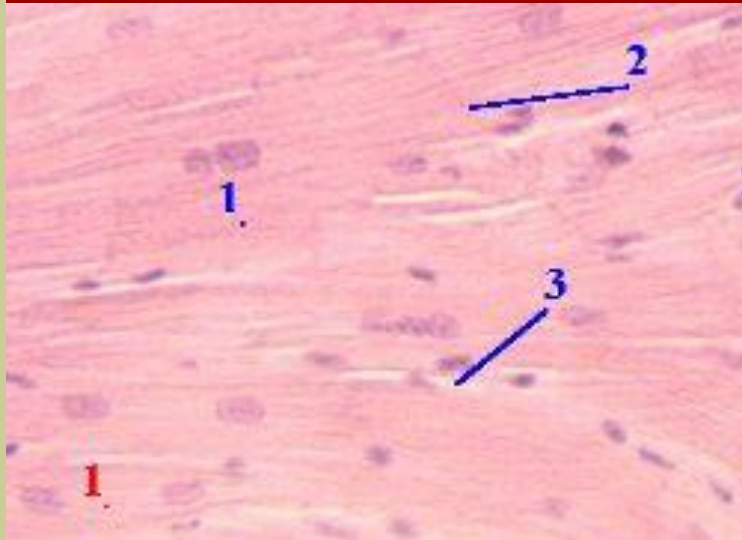
3) **компенсаторная гипертрофия**

При **сильном** повреждении образуется соединительнотканый рубец

Возрастные особенности

Мышечные волокна до 3-месячного возраста на поперечном разрезе округлые, затем приобретают полигональную форму, увеличиваясь почти в 10 раз, достигая максимума в 35-летнем возрасте. У новорожденных в миосимпластах ядер в 4 раза меньше, чем у 7-летних детей и взрослых, миофибрилл у новорожденных 50-120, у полторагодовалых – в 2 раза больше, у взрослых в 20 раз. В старческом возрасте после 70 лет – процессы дегенерации и атрофии.

СЕРДЕЧНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ



Срез миокарда.
Окраска гематоксилин-
эозином

Структурно – функциональная единица – кардиомиоцит. Это клетка цилиндрической формы, содержит в центре 1-2 ядра, миофибриллы располагаются по периферии (занимают 40% объема цитоплазмы), имеют развитую систему L-цистерн и T-трубочек, много

T-трубочек, много

Кардиомиоциты контактируют между собой при помощи **вставочных дисков** и **анастомозов**, образуя функциональные волокна.

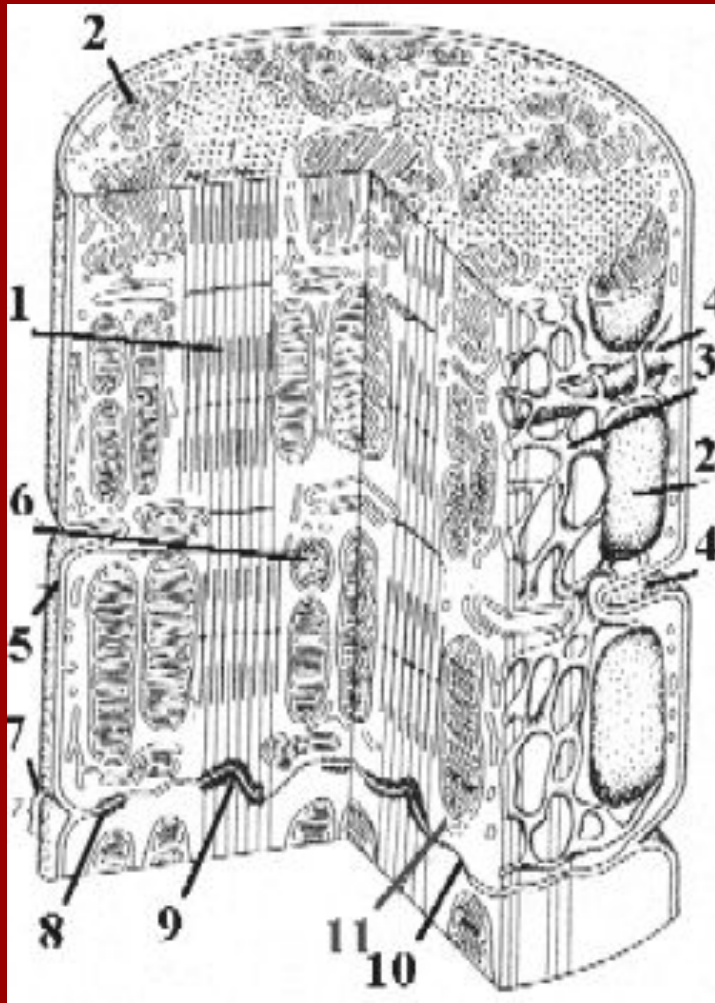
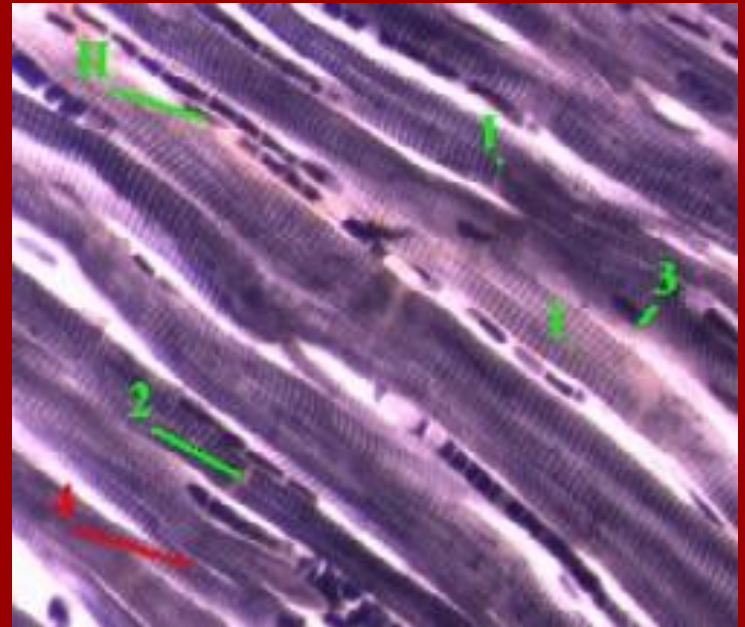


Схема - строение кардиомиоцитов



Срез миокарда. Окр. железным гематоксилином

ВСТАВОЧНЫЙ ДИСК



Электронная микрофотография вставочного диска

- В них встречаются три вида межклеточных соединений:
- Интердигитации
- Нексусы
- Десмосомы
- Также в области вставочных дисков в плазмолемме находятся **зоны прикрепления миофибрилл.**

Особенности предсердных кардиомиоцитов

- Они имеют отростчатую форму. Хуже приспособлены к сократительной деятельности: содержат меньше миофибрилл, митохондрий и элементов саркоплазматической сети; Т-трубочки развиты слабо. Но имеют хорошо развитые гранулярную ЭПС и комплекс Гольджи. Здесь происходит синтез белковых факторов - гликопротеида с противосвёртывающей активностью и натрийуретического фактора (при высоком давлении и большом объёме крови он усиливает выведение Na^+ и воды почками). Такие кардиомиоциты получили

Состав системы

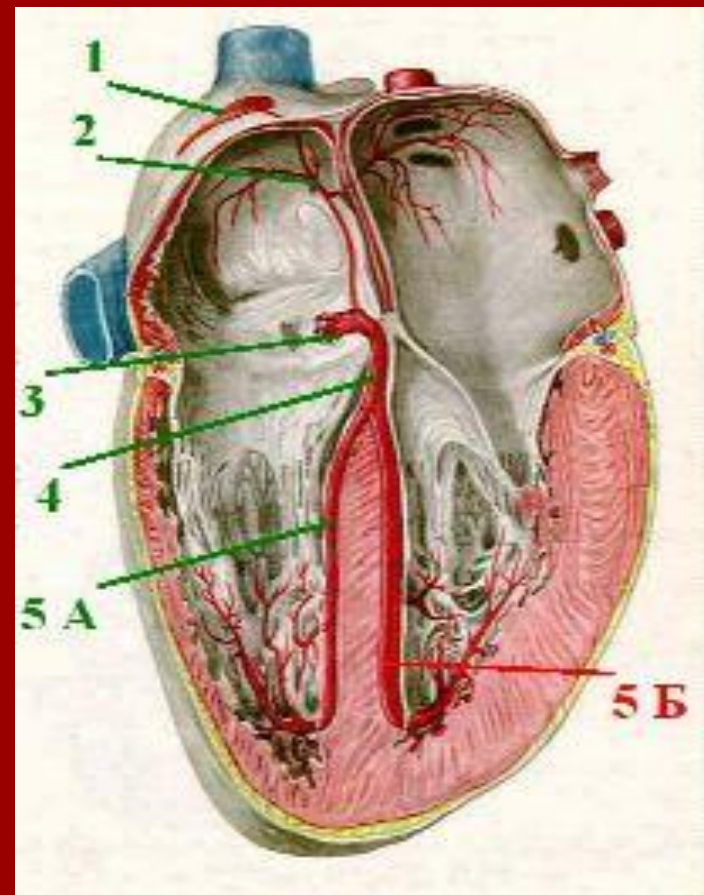
1. а) Синусный (или синусно-предсердный) узел (1) находится в верхней стенке правого предсердия.

б) От него идёт пучок Кис-Фляка (2), связывающий предсердия друг с другом, а также со вторым узлом.

2. а) Атрио-вентрикулярный узел (3), или узел Ашоф-Тавара, располагается в нижней стенке правого предсердия, возле перегородки.

б) От него в межжелудочковую перегородку отходит пучок Гиса (4), который затем делится на две ножки - правую (5.А) и левую (5.Б).

Проводящая система сердца

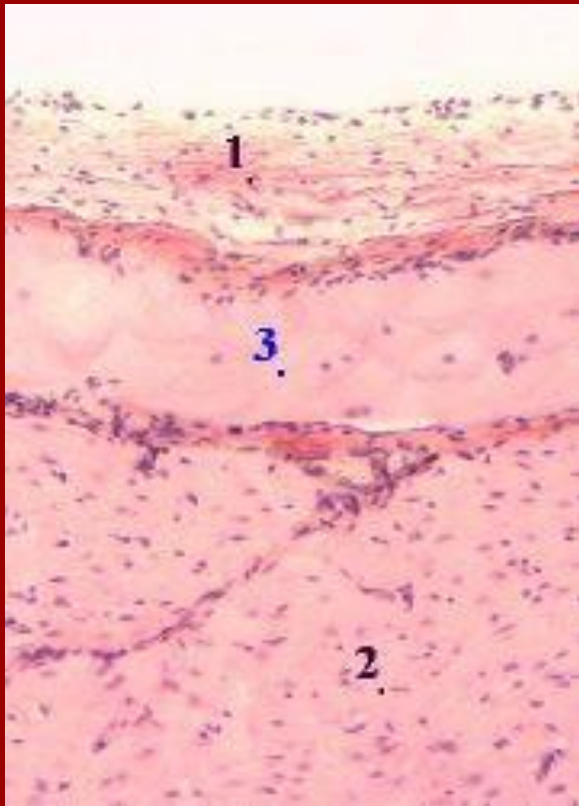


Разновидности атипичных кардиомиоцитов

P-клетки (пейсмеккерные клетки) - преобладают в синусном узле. Небольшие, полигональной формы, отсутствуют Т-системы, миофибрилл мало.

Переходные клетки - составляют основу атрио-вентрикулярного узла. По структуре занимают промежуточное положение между типичными (сократительными) и атипичными кардиомиоцитами. Имеют цилиндрическую форму, содержат короткие Т-трубочки и довольно многочисленные миофибриллы

ВОЛОКНА ПУРКИНЬЕ



Препарат - стенка сердца быка.
Окраска гематоксилин-эозином.

Волокна Пуркинье (клетки пучков Кис-Фляка, Гиса) - часто располагаются под эндокардом и по сравнению с сократительными кардиомиоцитами, они гораздо более крупные, овальной формы, светлые, не имеют поперечной исчерченности.

Возрастные особенности

- 3 периода: 1 период дифференцировки от в/утробного развития до 16-20 лет. У ребенка до года сердце бледно-розового цвета, под эпикардом мало жировой ткани. В процессе дифференцировки увеличивается объем саркоплазмы и количество миофибрилл. Проводящие кардиомиоциты дифференцируются быстрее, чем сократительные.
- 2 Период стабилизации –20-40 лет.
- 3 Период инволюции - после 40 лет начинается разрастание соединительнотканной стромы, увеличение количества жировых клеток.

Регенерация

Не имеют камбиальных элементов, поэтому образование новых клеток невозможно. На месте гибели кардиомиоцитов образуется соединительнотканый рубец. Оставшиеся клетки подвергаются компенсаторной гипертрофии. Если жизнеспособность клетки сохранена, то возможна внутриклеточная репаративная регенерация.