

Мышечная ткань

Мышечные ткани объединяются в единую группу по способности к сокращению. Это свойство обеспечивается благодаря наличию в них сократимых структур – миофиламентов. Мышечные ткани обеспечивают поддержание позы и движение организма в пространстве, а также сократительные процессы во внутренних органах. Эти ткани тесно связаны с нервной системой, которая управляет их работой.

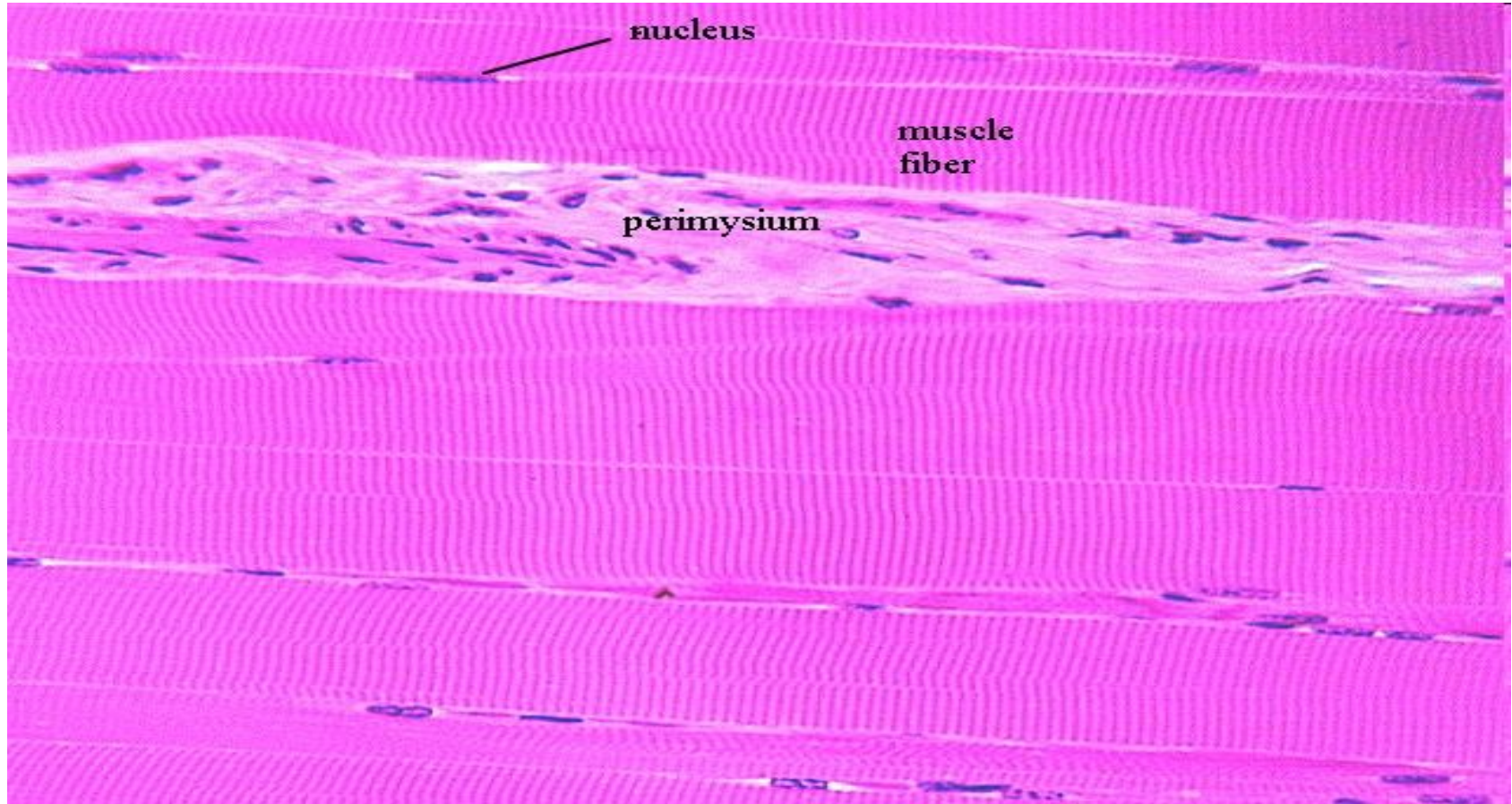
Основные морфологические признаки клеток

- удлиненная форма
- наличие в клетках продольно расположенных миофибрилл и миофиламентов,
- процесс сокращения происходит за счет скольжения толстых и тонких миофиламентов друг относительно друга путём попеременного замыкания и размыкания между ними мостиков.
- расположение митохондрий рядом с сократительными элементами,
- повышение концентрации ионов Ca^{2+} в саркоплазме,
- наличие включений гликогена, липидов и миоглобина.
- И волокна поперечнополосатых мышечных тканей (скелетной и сердечной), и каждый миоцит гладкой мышечной ткани покрыты базальной мембраной.

Классификация

	гладкая	Скелетная (ППСкМТ)	Сердечная (ППСерМТ)
Нахождение	мускулатура внутренних органов	Скелетная соматическая мускулатура	Сердечная мышца - миокард
Строение	клеточное	симпласт	синцитий
Сокращение	непроизвольные	произвольные	непроизвольные
Источник развития	Мезенхима Нервная пластинка Эктодерма	Миотомы (висцеральный листок спланхнотома)	Миоэпикардаль- ная пластинка

Скелетные поперечно-полосатые мышечные ткани



Строение

- Основной структурной единицей является мышечное волокно, состоящее из миосимпласта и миосателлитов, покрытых общей базальной мембраной.
 - Длина всего волокна может измеряться сантиметрами при толщине всего 50-100 мкм. Комплекс, состоящий из плазмолеммы миосимпласта и базальной мембраны, называют сарколеммой.
 - Миосимпласт имеет множество продолговатых ядер, расположенных непосредственно под сарколеммой. Их количество в одном симпласте может достигать нескольких десятков тысяч. У полюсов ядер располагаются органеллы общего значения — аппарат Гольджи и небольшие фрагменты гранулярной эндоплазматической сети. Миофибриллы заполняют основную часть миосимпласта и расположены продольно.
-

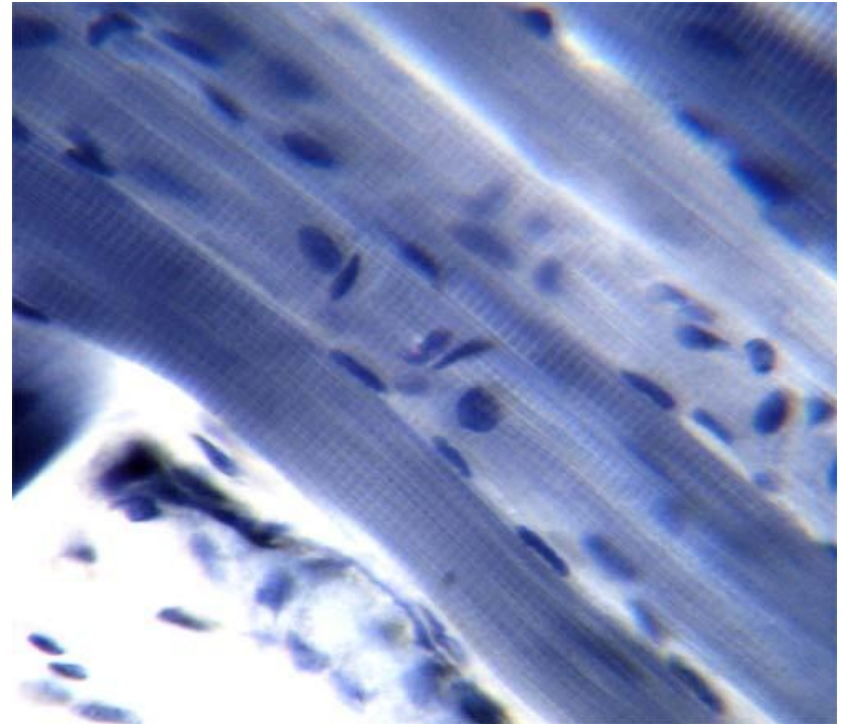
Развитие

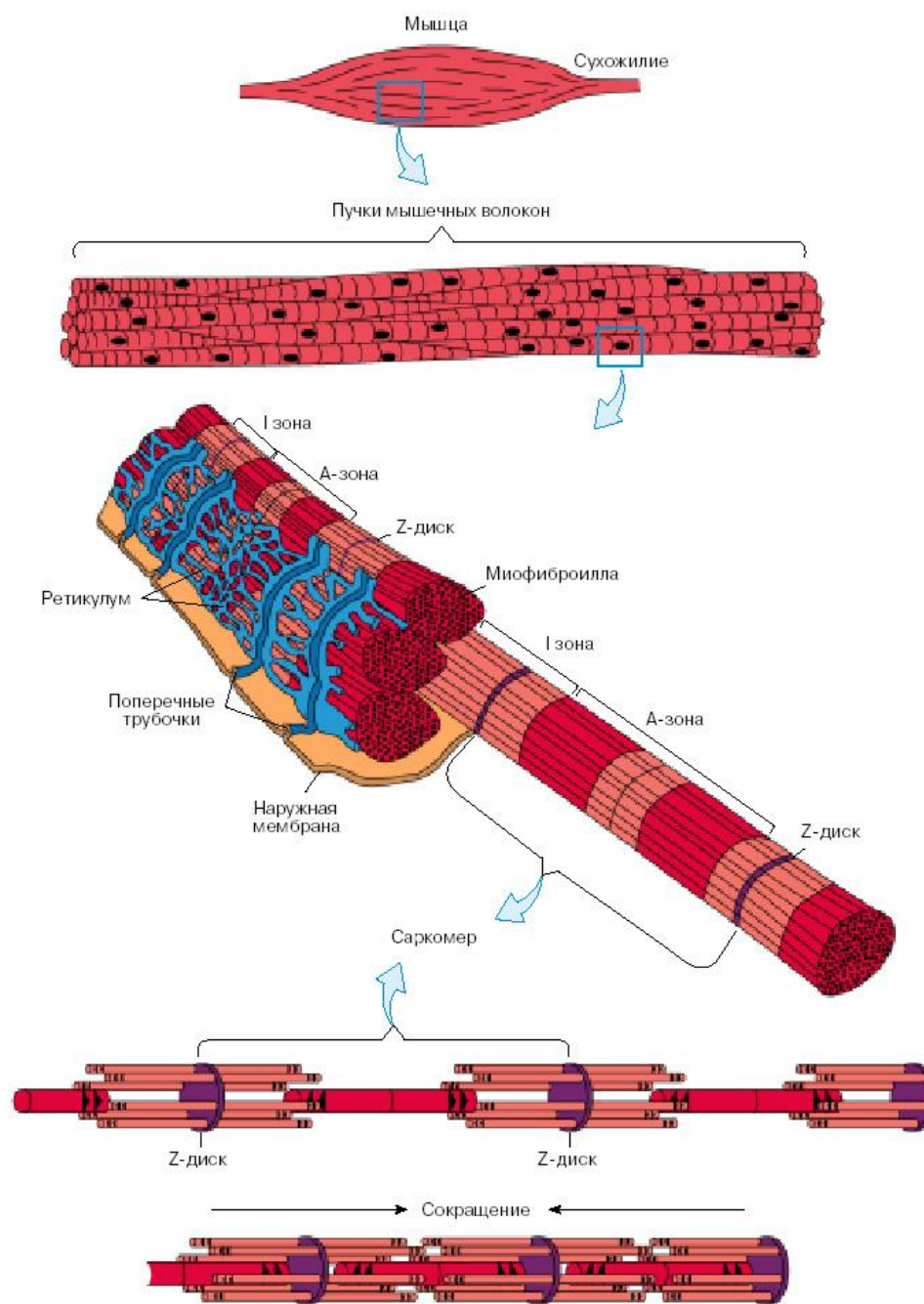
- Скелетная мышечная ткань развивается из миотомов сегментированного отдела мезодермы. В ходе дифференцировки возникают две клеточные линии.
 - На ранней стадии развития миотомы состоят из плотно расположенных мышечных клеток - миобластов. Цитоплазма этих клеток имеет тонковолокнистое строение, свидетельствующее о развитии сократительных белков. Они интенсивно делятся и перемещаются в участки расположения будущих мышц. В цитоплазме миобластов можно различать единичные сократительные нити - миофибриллы. Затем происходит слияние миобластов торцевыми концами. Образуются миотубы. В них хорошо развита гладкая ЭПС. Миофибриллы сначала располагаются под плазмолеммой, а затем заполняют большую часть миотубы. Ядра смещаются к периферии. Клеточные центры и микротрубочки при этом полностью исчезают. Гранулярная ЭПС редуцируется в значительной степени. Такие структуры называют миосимпластами.
-

-
- Часть миобластов не проходят указанный путь, и сохраняются в виде удлинённых одноядерных малодифференцированных клеток, расположенных между плазмолеммой и базальной мембраной. Такие клетки называются миосателлитами. Они являются источником образования новых волокон в течение всей жизни животного.
-

Природа волокон

Поперечная исчерченность волокон обусловлена тем, что значительную часть объёма каждого волокна составляют **миофибриллы** – специальные сократительные органеллы **с регулярно повторяющейся организацией** и **располагающиеся вдоль** длинной оси волокна.





-
- миофибриллы состоят из белковых нитей двух типов -
 - **-тонких (актиновых) микрофиламентов и -толстых (миозиновых) микрофиламентов.**
 - **А также минорных белков**
-

Тонкие нити

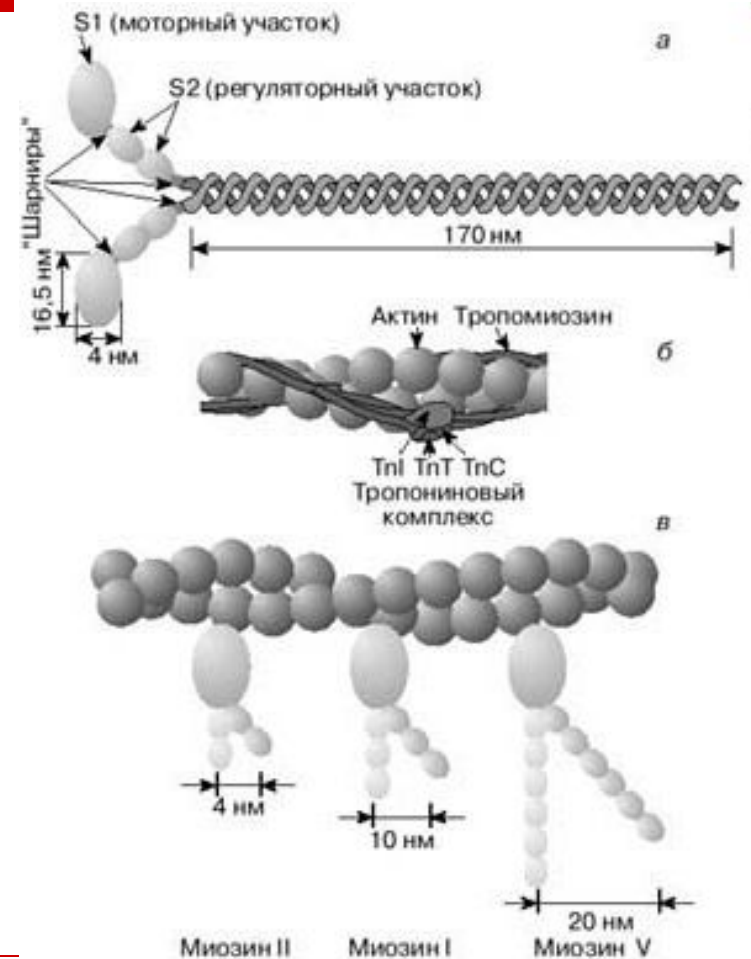
состоят из нескольких белков.

Основной составляющей тонких нитей является актин, присутствующий в них в форме вытянутых полимерных нитей. Эти нити образованы из мономеров глобулярного белка (G-актин), имеющего молекулярную массу 42 кДа. В растворе момеры G-актина могут связываться друг с другом, образуя молекулы F-актина – вытянутые линейные полимеры G-актина, или микрофиламенты, имеющие диаметр 6–7 нм.

Толстые нити

- Элементарной структурной единицей толстых нитей саркомера является молекула миозина. Эта молекула представляет собой димер, образованный из двух сплетенных друг с другом одинаковых мономеров миозина. Каждый из этих мономеров состоит из одной тяжелой цепи (молекулярная масса 230 кДа) и двух легких цепей (молекулярная масса 20 кДа).

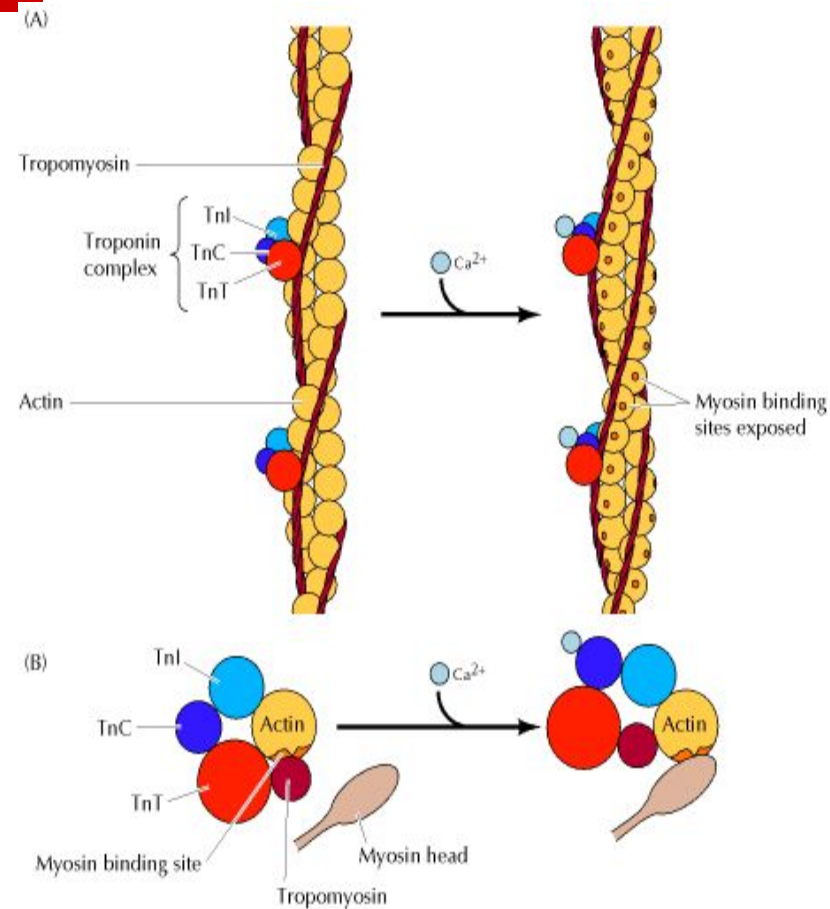
Тяжелая цепь миозина неоднородна по своему строению. На одном конце ее полипептидная цепь свернута в виде глобулы, образующей своеобразную головку миозина (фрагмент S1). С помощью более тонкой шейки (фрагмент S2) головка миозина соединяется с длинным хвостом, который образован протяженной полипептидной цепью, уложенной в виде вытянутой (α -спирали). Хвосты двух мономерных единиц миозина сплетены друг с другом и образуют вытянутый стержень длиной 170 нм и толщиной 2 нм. Две подвижные головки, выступающие вбок из этого стержня, выполняют моторные функции – в ходе работы сократительного аппарата наклон головок миозина относительно его хвоста изменяется, обеспечивая перемещение миозина относительно актина.



Минорные белки:

Тропомиозин и три белка тропонинового комплекса. По своей массе они оставляют приблизительно треть от всей массы тонких нитей.

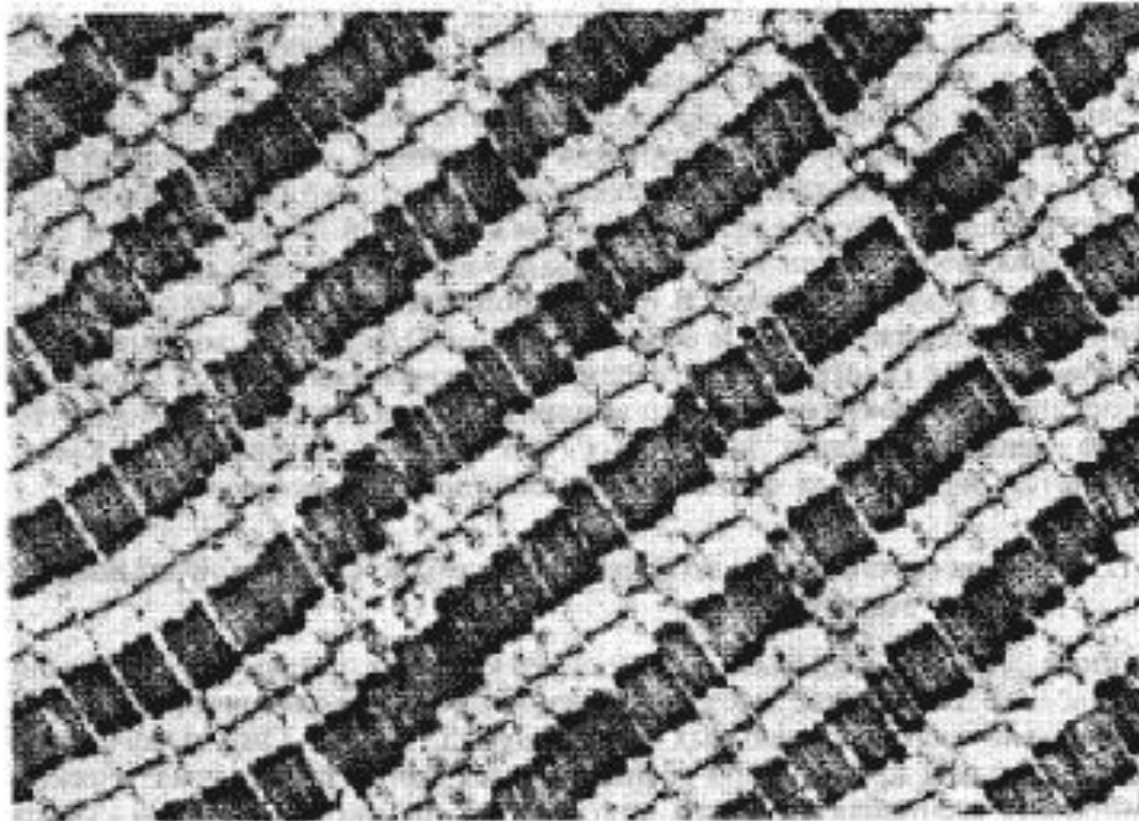
Молекула тропомиозина состоит из двух α -спиралей длиной около 38 нм, вложенных в гораздо более протяженную нить F-актина. Тропониновый комплекс состоит из трех белков (TnC, TnI и TnT). Белок TnI непосредственно связан с актином, а белок TnT – с тропомиозином. Белок TnC принадлежит к классу регуляторных белков, называемых кальмодулинами. Этот белок активируется при его взаимодействии с ионами Ca^{2+} . Тропониновые комплексы расположены вдоль тонкой нити через регулярные интервалы в 38,5 нм, соответствующие длине молекулы тропомиозина.



Саркомер

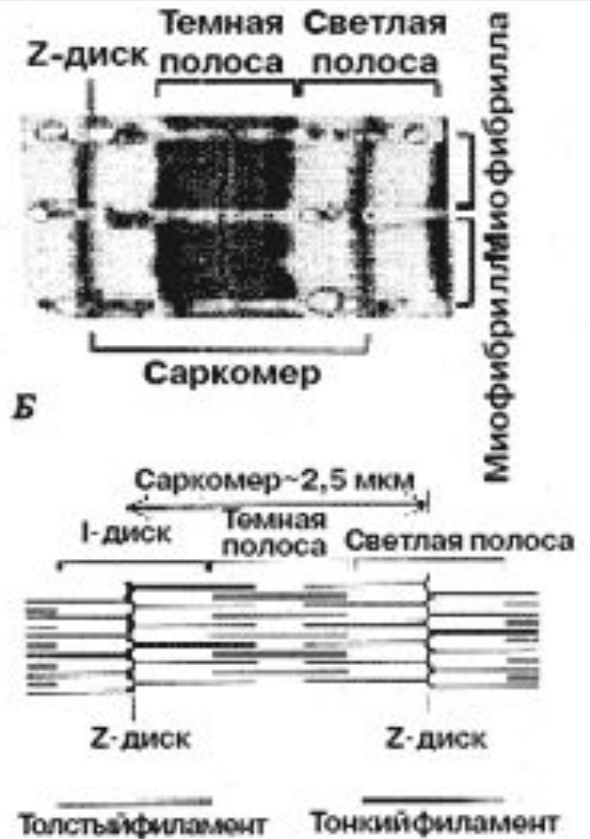
это структурная единица миофибриллы. Каждая миофибрилла имеет поперечные темные и светлые диски, (анизотропные А-диски и изотропные I-диски). Соседние саркомеры имеют общую пограничную структуру — Z-линию. Она построена из белковых фибриллярных молекул (альфа-актинин). С этой сетью связаны концы тонких, актиновых, филаментов. От соседних Z-линий актиновые филаменты направляются к центру саркомера, но не доходят до его середины. Филаменты актина объединены с Z-линией и нитями миозина фибриллярными молекулами небулина. Посередине темного диска саркомера располагается сеть, построенная из миомезина. Она образует в сечении M-линию. В узлах этой M-линии закреплены концы толстых, миозиновых филаментов. Другие их концы направляются в сторону Z-линий и располагаются между филаментами актина, но до самих Z-линий тоже не доходят. Вместе с тем эти концы фиксированы по отношению к Z-линиям растяжимыми гигантскими белковыми молекулами титина.

Саркомер



A

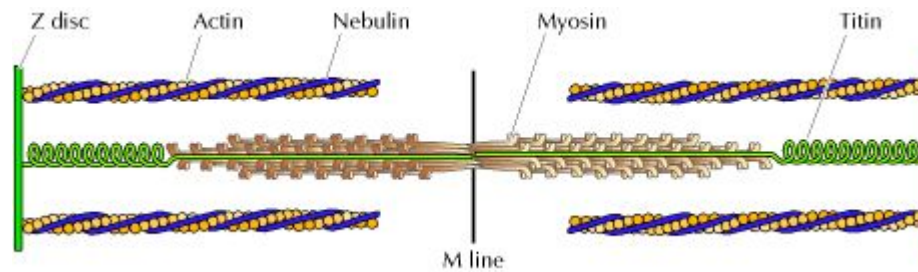
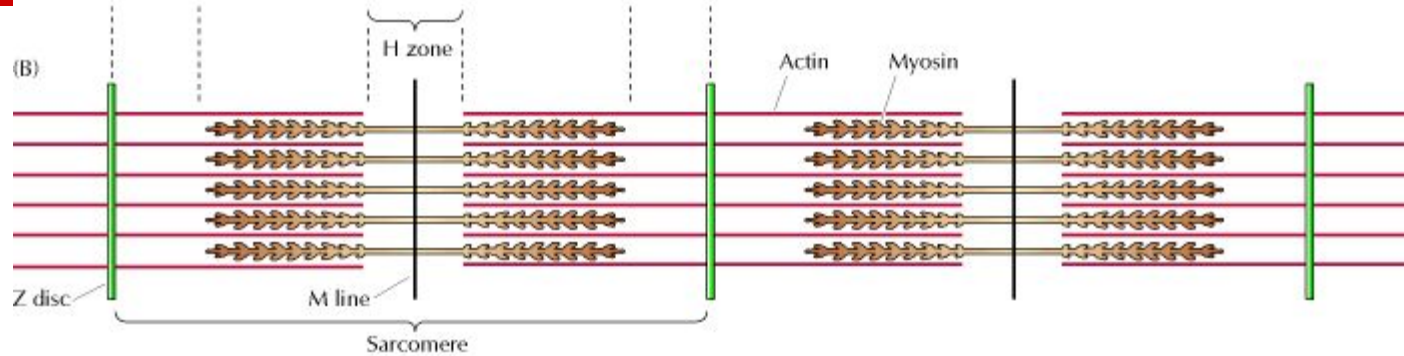
5мкм



Б

В

Саркомер



Мембранные системы - ТРИАДЫ

Т-трубочки

Плазмолемма образует глубокие каналобразные впячивания – Т-трубочки ,
Они идут в поперечном направлении вокруг миофибрилл.

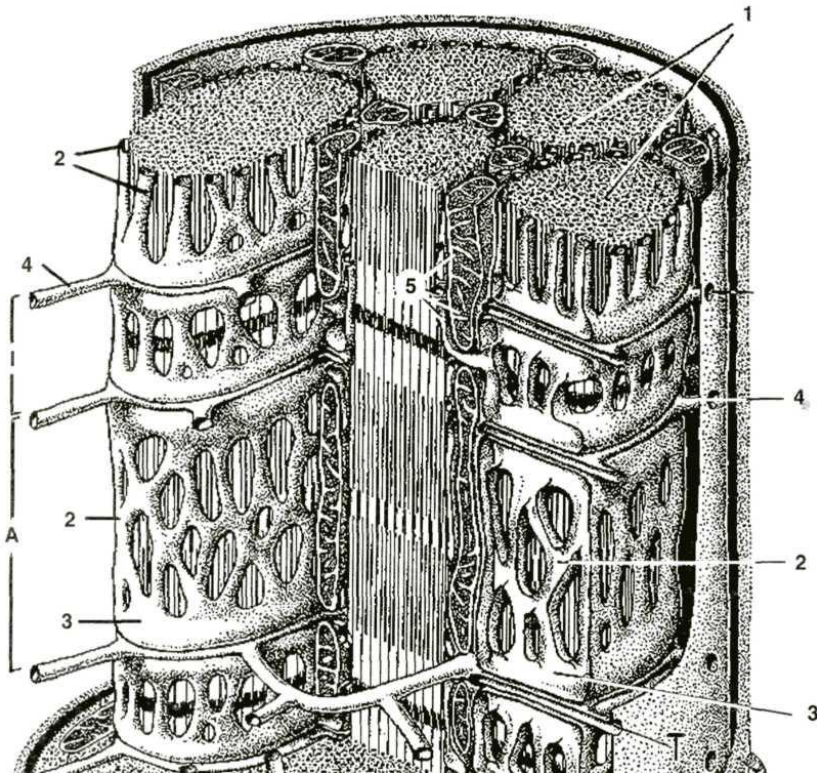
Л-каналы

агранулярный эндоплазматический (саркоплазматический) ретикулум образует петли - Л-каналы. Они окружают каждую миофибриллу и ориентированы вдоль них.

Конечные цистерны

В области Т-трубочек участки ретикулума расширяются в конечные (терминальные) цистерны.

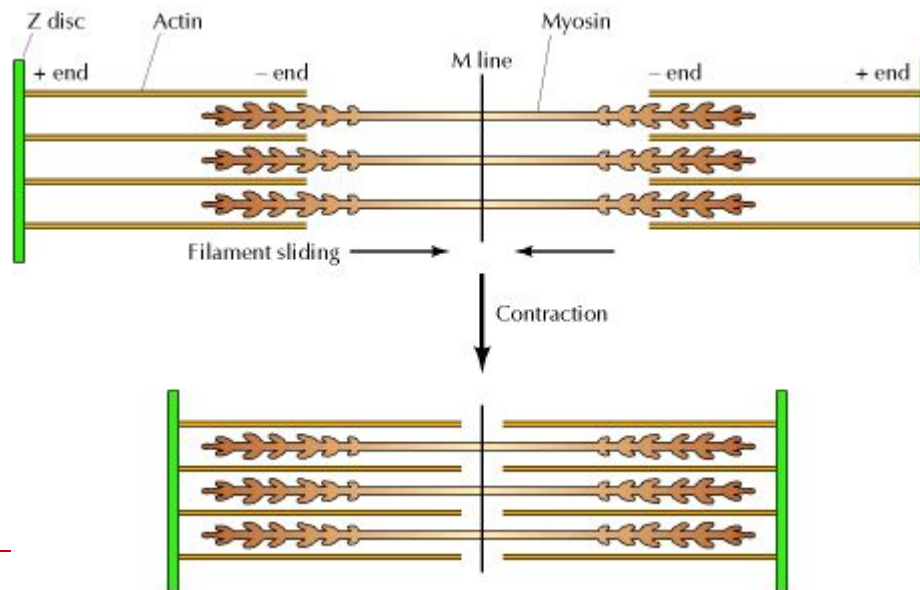
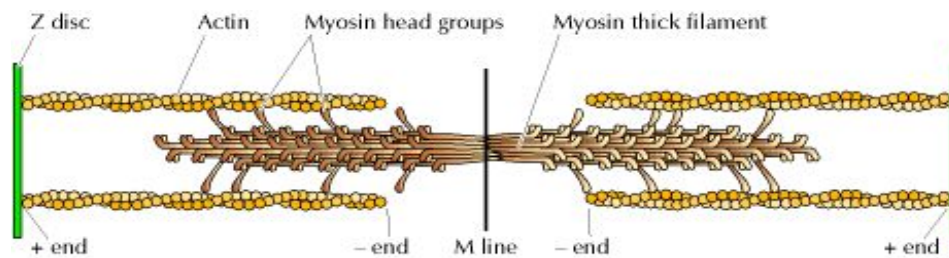
- Внутри цистерн - высокая концентрация ионов Ca^{2+} .
 - Цистерны сопровождают каждую Т-трубочку с двух сторон. Это даёт т.н. триады: в каждую из них входят две цистерны и располагающаяся посередине Т-трубочка.
-



- 1 - миофибриллы, окруженные саркоплазматической сетью;
- 2 - саркоплазматическая сеть;
- 3 - конечные (терминальные) цистерны саркоплазматической сети;
- 4 - Т-трубочки (глубокие впячивания плазмолеммы, контактирующие с конечными цистернами);
- 5 — митохондрия.
- А — А-диск (темный);
- І — І-диск (светлый), разделен посередине телофрагмой (Z-линией).

Сокращение

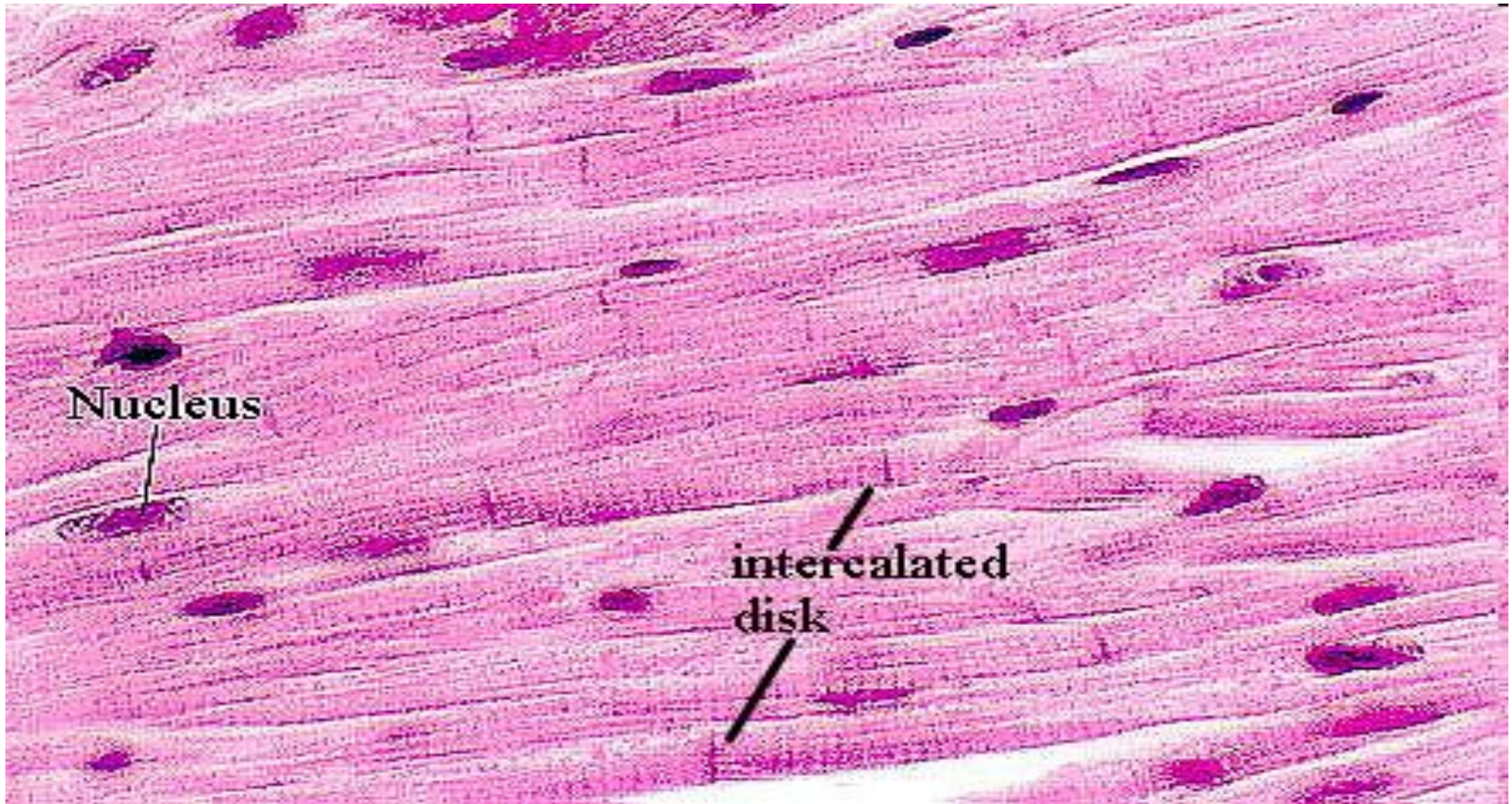
- ☐ Последовательность событий при сокращении такова. -
 - а) Возбуждение сарколеммы и далее - Т-трубочек
 - б) Возбуждение мембраны терминальных цистерн
 - ☐ в) Высвобождение из цистерн ионов Ca^{2+}
 - ☐ г) Взаимодействие актиновых и миозиновых миофиламентов и перемещение их относительно друг друга
 - ☐ д) Укорочение миофибрилл и мышечных волокон.
-



Регенерация скелетной мышечной ткани

-
- Миосимпласты делиться не могут. Камбиальными элементами служат **миосателлитоциты**. Пока организм растет, они делятся. По окончании роста размножение миосателлитоцитов затухает. После повреждения мышечного волокна на некотором протяжении от места травмы оно разрушается и его фрагменты фагоцитируются макрофагами.
 - Восстановление любых тканей организма может осуществляться за счет двух механизмов: гипертрофии и гиперплазии.
 - Под **гипертрофией** подразумевают компенсаторное увеличение объема самого симпласта, в т.ч. за счет увеличения количества миофибрилл.
 - Под **гиперплазией** понимают пролиферацию миосателлитоцитов. Сохранившиеся рядом с повреждением миосателлитоциты делятся, сливаются и образуют миотубы, которые затем входят в состав вновь образованных мышечных волокон или формируют новые волокна.
-

Сердечная мышечная ткань



Гистогенез

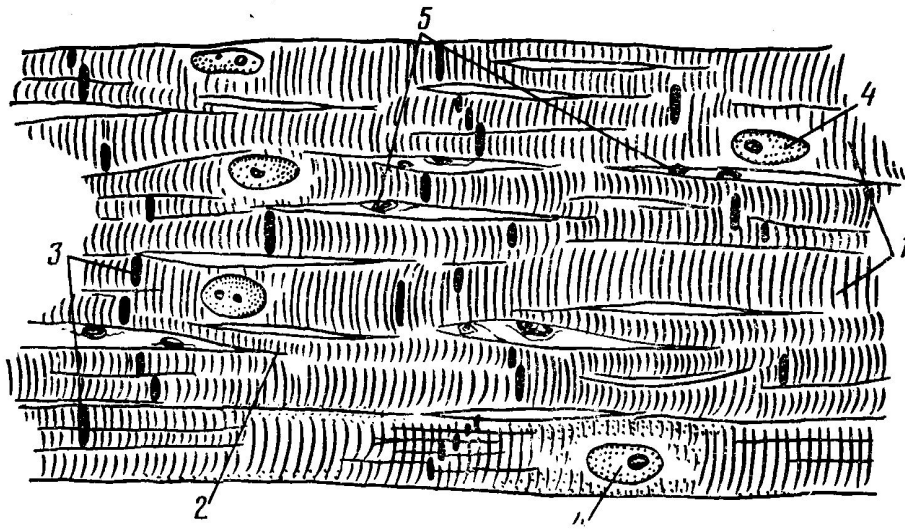
В ходе гистогенеза возникает 3 вида кардиомиоцитов:

- ☐ рабочие, или типичные, или же сократительные, кардиомиоциты,
 - ☐ атипичные кардиомиоциты
 - ☐ секреторные кардиомиоциты.
-

Рабочие кардиомиоциты

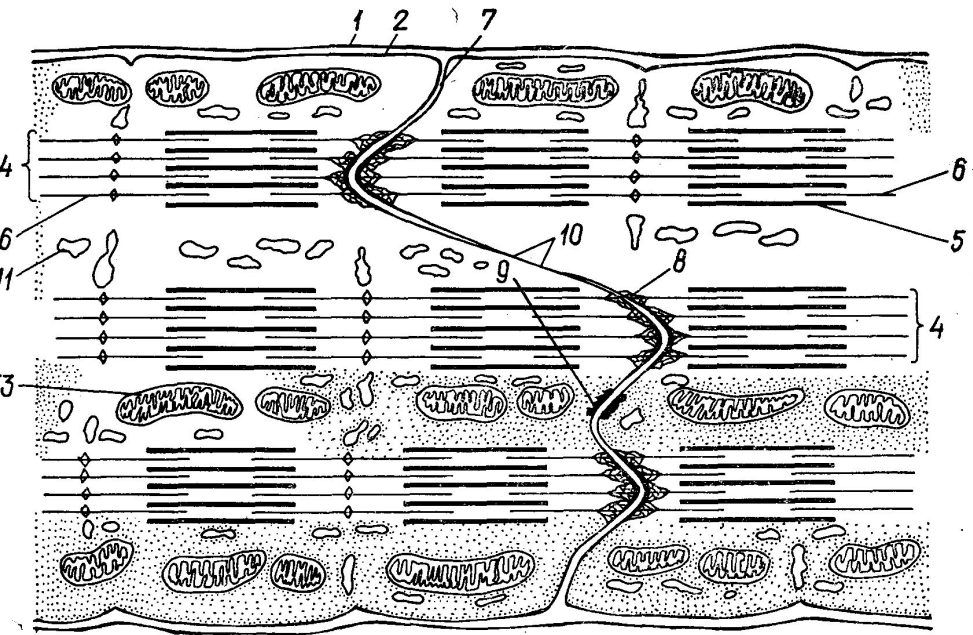
- Миокард состоит из отдельных поперечнополосатых мышечных клеток (кардиомиоцитов), клетками цилиндрической формы, соединяющимися конец в конец, диаметр которых в норме составляет 10—15 мкм, а длина - 30—60 мкм. Такие волокна, называют функциональными синцитиями. Каждое волокно включает в себя множество пересекающихся и соединенных между собой нитей (миофибрилл), которые идут на всем протяжении волокна и в свою очередь состоят из периодически повторяющихся структур — саркомеров. В цитоплазме между миофибриллами располагаются одно центрально расположенное ядро, многочисленные митохондрии и внутриклеточные системы мембран.
 - В цитоплазме имеются включения гликогена и липидов, особенно много включений миоглобина.
-

Схема строения участка рабочей мышечной ткани миокарда:



- 1 - миокардиоциты;
- 2 - анастомозы;
- 3 - вставочные участки;
- 4 - ядра миокардиоцитов;
- 5 - ядра эндотелия капилляров.

Схема ультраструктурной организации миокардиоцитов в области контакта двух клеток (вставочного участка):



- 1 — сарколемма;
- 2 — плазмолемма;
- 3 — митохондрии;
- 4 — миофибрилла;
- 5 — миозиновые филаменты;
- 6 — актиновые филаменты;
- 7 — граница между миокардиоцитами;
- 8 — зона вплетения актиновых миофиламентов;
- 9 — десмосома;
- 10 — щелевой контакт;
- 11 — каналцы саркоплазматической сети.

Проводящие (атипичные кардиомиоциты)

- Проводящие кардиомиоциты** образуют атипичную мускулатуру миокарда, которая обеспечивает распространение волны сокращения по миокарду. От рабочих клеток они отличаются высоким содержанием гликогена и лизосом, сниженным числом митохондрий и миофибрилл. Клетки хорошо иннервированы.
-

-
- ❑ **Секреторные** кардиомиоциты расположены в предсердиях.
 - ❑ Они отличаются звездчатой формой и малым числом миофибрилл. В цитоплазме секреторных кардиомиоцитов обнаруживаются гранулы диаметром 200-300 нм, которые содержат предсердный натриуретический пептид (ПНП). ПНП улучшает условия работы миокарда при высоких нагрузках, вызывая усиленное выведение натрия и воды с мочой, а также расширяя сосуды и снижая артериальное давление.
-

Возможности регенерации сердечной мышечной ткани.

При длительной усиленной работе (например, в условиях постоянно повышенного артериального давления крови) происходит рабочая гипертрофия кардиомиоцитов.

Стволовых клеток в сердечной мышечной ткани нет, поэтому погибающие кардиомиоциты (в частности, при инфаркте миокарда) не восстанавливаются, а замещаются элементами соединительной ткани.

Гладкая мышечная ткань

Свойства

- Гладкие мышцы входят в состав внутренних органов, сосудов и кожи.
 - способны осуществлять относительно медленные движения и длительные тонические сокращения. Медленные сокращения, часто имеющие ритмический характер сокращения гладких мышц стенок полых органов: желудка, кишечника, протоков пищеварительных желез, мочевого пузыря, желчного пузыря, обеспечивают перемещение содержимого этих органов. Длительные тонические сокращения гладких мышц особенно резко выражены в сфинктерах полых органов; их тонические сокращения препятствуют выходу содержимого. Это обеспечивает нахождение желчи в желчном пузыре и мочи в мочевом пузыре.
-

МИОЦИТЫ

- Гладкие мышечные ткани образованы клетками веретеновидной и (реже) звёздчатой формы - **миоцитами**. Они являются структурно-функциональной единицей гладкой, или неисчерченной, мышечной ткани
 - Миоциты содержат сократительные структуры тонкие и толстые миофиламенты.
 - Их объединение в миофибриллы происходит лишь во время сокращения.
 - Отсутствие исчерченности. Эти временные миофибриллы лишены регулярной организации. Поэтому ни у них, ни у клеток в целом нет поперечной исчерченности.
-

□ длина 20—500 мкм, ширина 5—8 мкм. Ядро клетки палочковидное, ~~находится в ее центральной части.~~ Когда миоцит сокращается, его ядро закручивается. Много митохондрий, сосредоточено в цитоплазме около полюсов ядра. Аппарат Гольджи и гранулярная эндоплазматическая сеть развиты слабо. Рибосомы в большинстве своем расположены свободно.

Актиновые филаменты

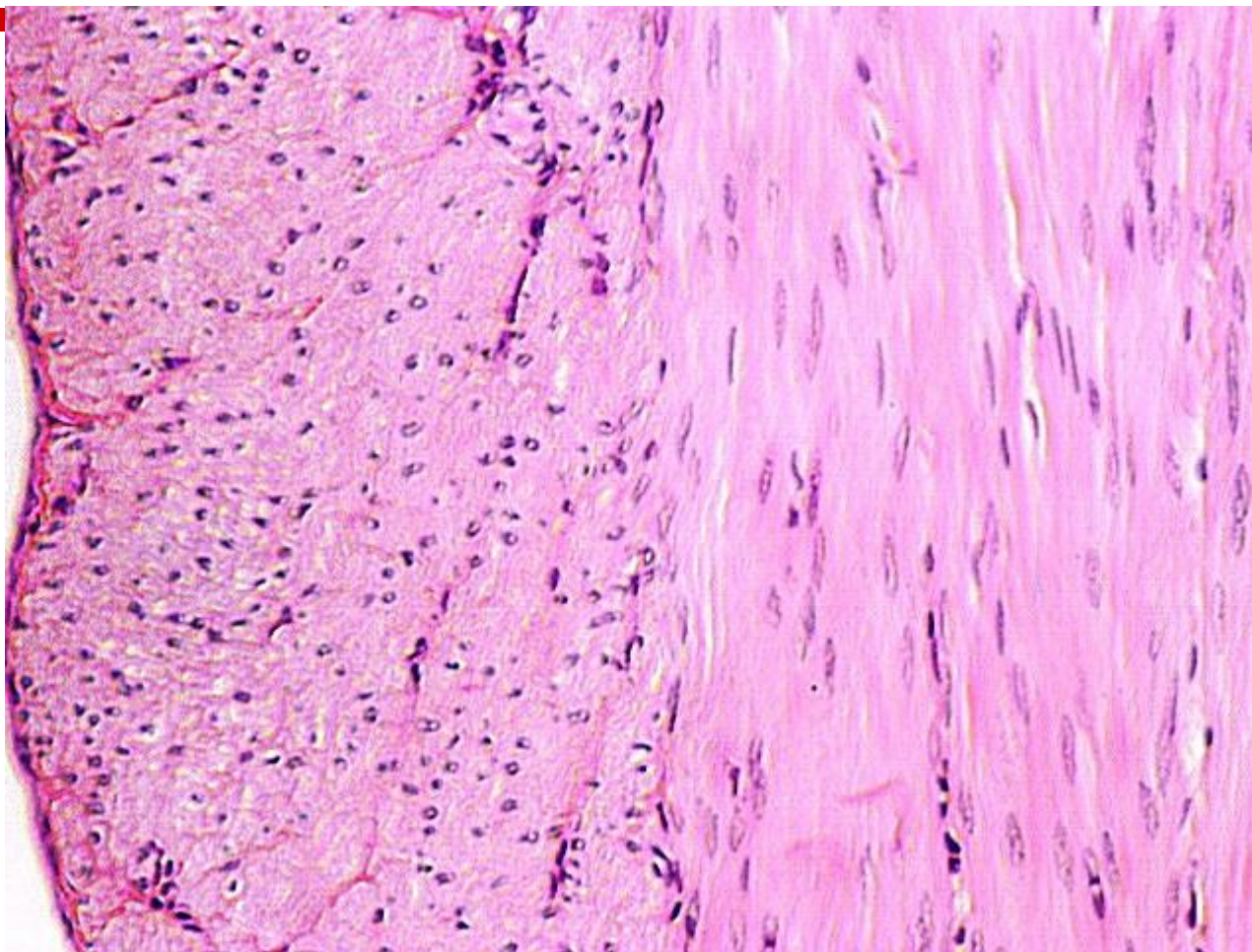
- образуют в цитоплазме трехмерную сеть, вытянутую преимущественно продольно, точнее косо-продольно. Концы филаментов скреплены между собой и с плазмолеммой специальными сшивающими белками (альфа-актинин). Эти участки хорошо видны на электронных микрофотографиях как плотные тельца.
-

Миозиновые филаменты

- Находятся в деполимеризованном состоянии. Мономеры миозина располагаются рядом с филаментами актина. Плазмолемма образует впячивания — кавеолы, в которых концентрируются ионы кальция. Кавеолы отшнуровываются в сторону цитоплазмы в виде пузырьков (здесь из пузырьков освобождается кальций). Это влечет за собой как полимеризацию миозина, так и взаимодействие миозина с актином. Актиновые филаменты смещаются друг другу навстречу, плотные пятна сближаются, усилие передается на плазмолемму, и вся клетка укорачивается. Когда поступление сигналов со стороны нервной системы прекращается, ионы кальция эвакуируются из кавеол, миозин деполимеризуется и «миофибриллы» распадаются. Таким образом, актино-миозиновые комплексы существуют в гладких миоцитах только в период сокращения
-

-
- Гладкие миоциты располагаются без заметных межклеточных пространств и разделены базальной мембраной. На отдельных участках в ней образуются «окна», поэтому плазмолеммы соседних миоцитов сближаются. Здесь формируются нексусы, и между клетками возникают не только механические, но и метаболические связи.
-

Гладкие миоциты



Регенерация.

- Физиологическая регенерация гладкой мышечной ткани проявляется в условиях повышенных функциональных нагрузок. Наиболее отчетливо это видно в мышечной оболочке матки при беременности. Такая регенерация осуществляется не столько на тканевом, сколько на клеточном уровне: миоциты растут, в цитоплазме активизируются синтетические процессы, количество миофиламентов увеличивается (рабочая гипертрофия клеток). Не исключена, однако, и пролиферация клеток (гиперплазия).

НЕРВНАЯ ТКАНЬ



Особенности строения

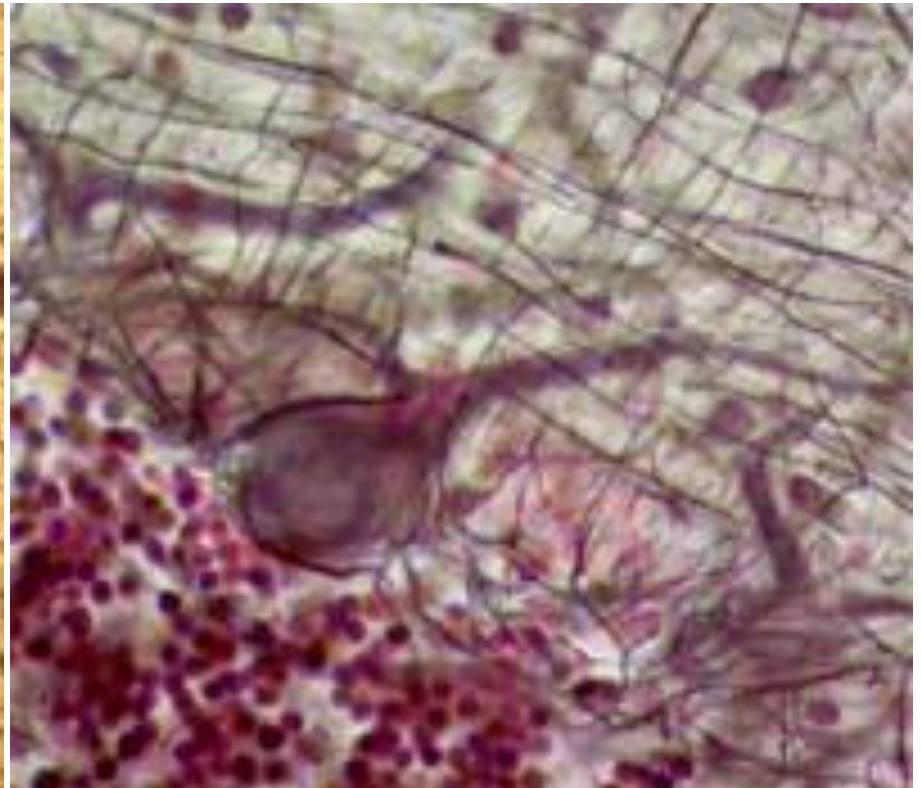
- Нервная ткань — это система взаимосвязанных нервных клеток и нейроглии, обеспечивающих специфические функции восприятия раздражений, возбуждения, выработки импульса и его передачи. Она является основой строения органов нервной системы, обеспечивающих регуляцию всех тканей и органов, их интеграцию в организме и связь с окружающей средой.
-

-
- В нервной ткани выделяют два типа клеток – нервные и глиальные. **Нервные клетки** (нейроны, или нейроциты) — основные структурные компоненты нервной ткани, выполняющие специфическую функцию. **Нейроглия** обеспечивает существование и функционирование нервных клеток, осуществляя опорную, трофическую, разграничительную, секреторную и защитную функции.
-

Клеточный состав нервной ткани

- **Нейроны**, или нейроциты, — специализированные клетки нервной системы, ответственные за получение, обработку и передачу сигнала (на: другие нейроны, мышечные или секреторные клетки). Нейрон является морфологически и функционально самостоятельной единицей, но с помощью своих отростков осуществляет синаптический контакт с другими нейронами, образуя **рефлекторные дуги** — звенья цепи, из которой построена [нервная система](#). В зависимости от функции в рефлекторной дуге различают три типа нейронов:
 - афферентные
 - ассоциативные
 - эфферентные
-

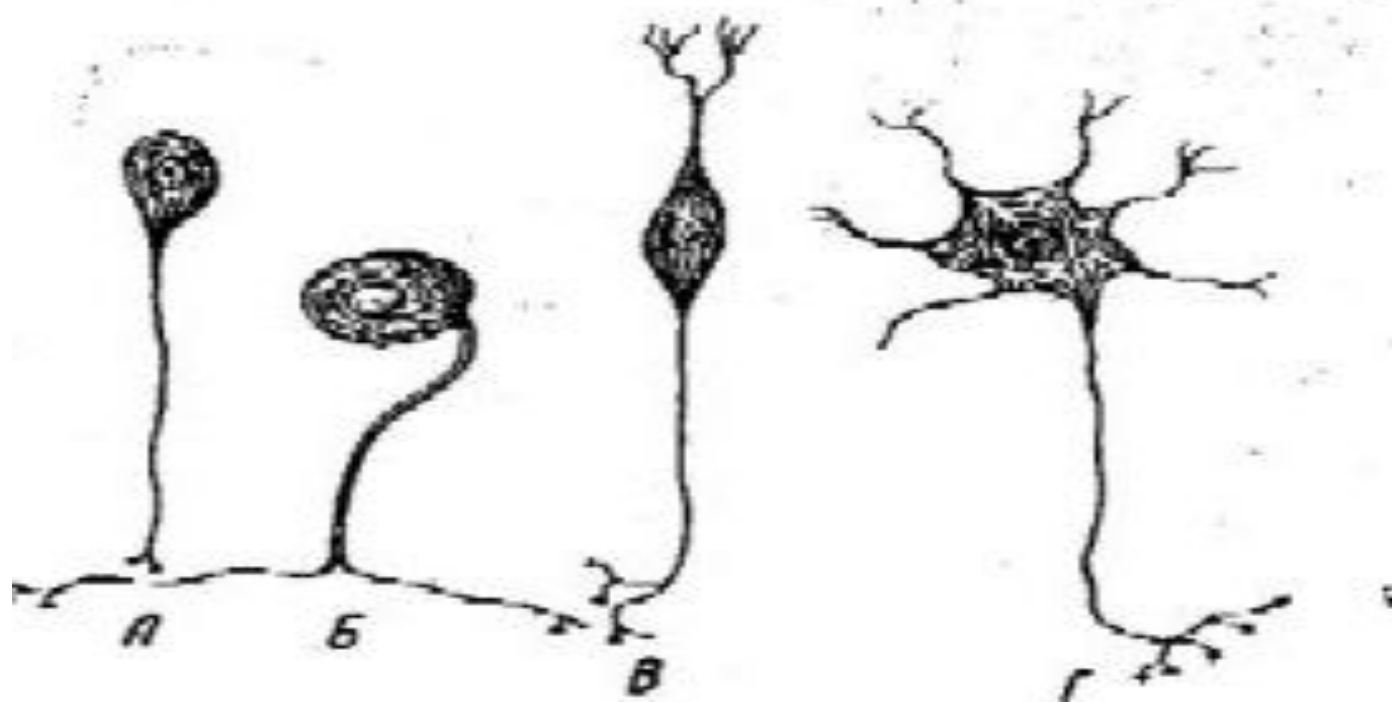
Нейроны спинного и головного мозга



-
- Афферентные (или рецепторные, чувствительные) нейроны воспринимают импульс, эфферентные (или двигательные) передают его на ткани рабочих органов, побуждая их к действию, а ассоциативные (или вставочные) осуществляют связь между нейронами.
 - Подавляющее большинство нейронов (99,9%) - ассоциативные

Строение нейрона

- Нейроны отличаются большим разнообразием форм и размеров. Например, диаметр тел клеток-зерен коры мозжечка 4—6 мкм, а гигантских пирамидных нейронов двигательной зоны коры большого мозга — 130—150 мкм. Нейроны состоят из тела (или перикариона) и отростков: одного аксона и различного числа ветвящихся дендритов. По количеству отростков различают три типа нейронов:
- **Униполярные нейроны** имеют только аксон (у высших животных и человека обычно не встречаются).
- **Биполярные** - имеют аксон и один дендрит. Биполярные — в органах чувств. Разновидностью биполярных нейронов является **псевдоуниполярный** нейрон, от тела которого отходит один общий вырост — отросток, разделяющийся затем на дендрит и аксон. Псевдоуниполярные нейроны присутствуют в спинальных ганглиях,
- **Мультиполярные нейроны** (подавляющее большинство нейронов) имеют **один аксон** и много дендритов. Большинство нейронов - мультиполярные. Их формы чрезвычайно разнообразны.



Нейроны

- При окрашивании нервной ткани анилиновыми красителями в цитоплазме нейронов выявляется **хроматофильная субстанция** (тигроид, тельца Ниссля) в виде базофильных глыбок и зерен различных размеров и форм. Базофильные глыбки локализуются в перикарионах и дендритах нейронов, но никогда не обнаруживаются в аксонах. Каждая глыбка хроматофильной субстанции состоит из цистерн гранулярной эндоплазматической сети, свободных рибосом и полисом.
-

Аксон

- — это отросток, по которому импульс передается от тела клетки. Он содержит митохондрии, микротрубочки и нейрофиламенты, а также гладкую эндоплазматическую сеть.
 - Подавляющее большинство нейронов человека содержит одно округлое светлое ядро, расположенное в центре клетки. Двухъядерные и многоядерные нейроны встречаются крайне редко. Для аксонов, не имеющих органелл белкового синтеза, характерен постоянный ток цитоплазмы от перикариона к терминалям со скоростью 1—3 мм в сутки.
-

Дендриты

- представляют собой истинные выпячивания тела клетки. Они содержат те же органеллы, что и тело клетки: глыбки хроматофильной субстанции, митохондрии, большое количество микротрубочек и нейрофиламентов. За счет дендритов рецепторная поверхность нейрона увеличивается в 1000 и более раз.
-

-
- **Плазмолемма** нейрона является **возбудимой мембраной**, т.е. обладает способностью генерировать и проводить импульс. Ее интегральными белками являются белки, функционирующие как ионно-избирательные каналы, и рецепторные белки, вызывающие реакции нейронов на специфические стимулы. Потенциал покоя создается за счет выведения Na^+ из клетки. Большинство Na^+ - и K^+ -каналов при этом закрыты.

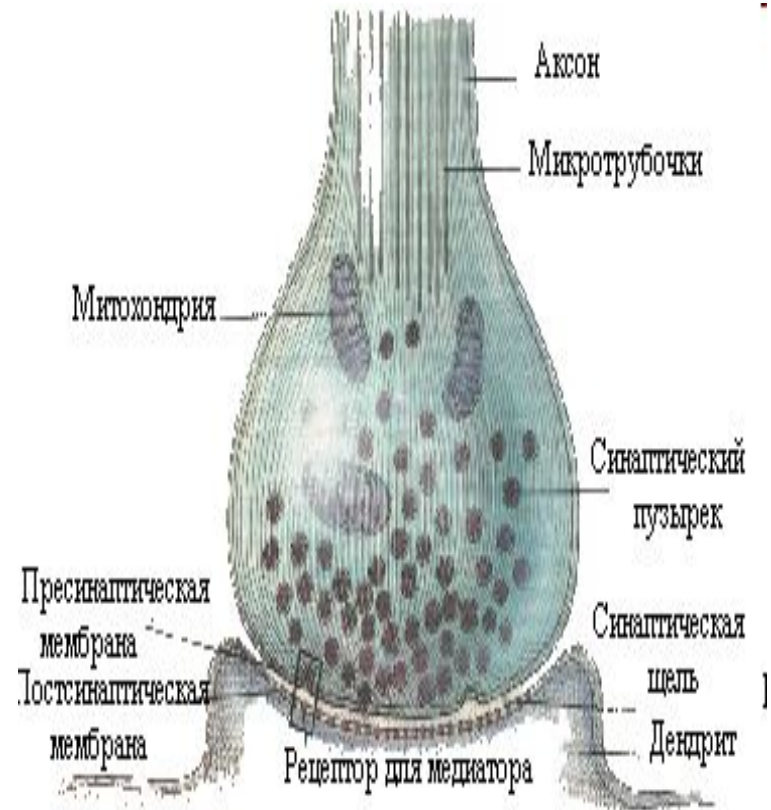
-
- **Возрастные изменения** нейронов сопровождаются накоплением **липофусцина**, разрушением крист митохондрий. Липофусцин — «пигмент старения» — желто-бурого цвета липопротеидной природы, представляющий собой остаточные тельца с продуктами непереваренных структур.
 - Из элементов цитоскелета в цитоплазме нейронов присутствуют **нейрофиламенты** и **нейротрубочки**. Пучки нейрофиламентов образуют нити — **нейрофибриллы**. Нейрофибриллы образуют сеть в теле нейрона, а в отростках расположены параллельно. Нейротрубочки и нейрофиламенты участвуют в поддержании формы клеток, росте отростков и аксональном транспорте.

Синапсы

- **Синапсы** являются специализированными межклеточными контактами, характерными для нервной системы. Различают химические и электрические синапсы. **Химический синапс** состоит из пресинаптической мембраны, синаптической щели и постсинаптической мембраны. **Пресинаптическая мембрана** синапса представляет собой участок плазмолеммы аксона на его конце, который контактирует с отростком или перикарионом другого нейрона. Концевое расширение аксона содержит митохондрии, микротрубочки и промежуточные филаменты, а также большое количество синаптических пузырьков диаметром 40-90 нм. Эти пузырьки заполнены **нейромедиатором** – низкомолекулярным органическим веществом, которое синтезируется в перикарионе или непосредственно в концевом расширении аксона.
-

Постсинаптическая мембрана — это участок плазмолеммы второго нейрона. Он содержит встроенные в мембрану молекулы белка — специфического рецептора нейромедиатора.

Синаптическая щель представляет собой замкнутое пространство между пресинаптической и постсинаптической мембранами.



Транспорт

- **Аксональный транспорт** — это перемещение веществ от тела в отростки и от отростков в тело нейрона. Он направляется нейротрубочками, а в транспорте участвуют белки — кинезин и динеин. Транспорт веществ от тела клетки в отростки называется прямым, или антероградным, транспорт веществ от отростков к телу — обратным, или ретроградным. Аксональный транспорт представлен двумя главными компонентами: быстрым компонентом (400—2000 мм в сутки) и медленным (1—2 мм в сутки). Обе транспортные системы присутствуют как в аксонах, так и в дендритах.
-

-
- **Антероградная** быстрая система проводит мембранные структуры, включая компоненты мембраны, митохондрии, пузырьки, содержащие пептиды, предшественники нейромедиаторов и другие белки. **Ретроградная** быстрая система проводит использованные материалы для деградации в лизосомах, распределения и рециркуляции и, возможно, факторы роста нервов.
 - Нейротрубочки ответственны за быстрый транспорт. Каждая нейротрубочка содержит несколько путей, вдоль которых движутся различные частички. АТФ и ионы Ca^{2+} обеспечивают эти движения. На одной микротрубочке пузырьки могут обгонять другие пузырьки, движущиеся в том же направлении. Два пузырька могут двигаться в противоположных направлениях одновременно по различным путям одной нейротрубочки.
-

Медленный транспорт

— это антероградная система, проводящая белки и другие вещества для обновления и поддержания аксоплазмы зрелых нейронов и обеспечения аксоплазмой роста аксонов и дендритов при развитии и регенерации.

Нейроглия

- Нейроны — это клетки, существующие и функционирующие в строго определенной среде. Такую среду им обеспечивает нейроглия. Нейроглия выполняет следующие функции: опорную, трофическую, разграничительную, поддержание постоянства среды вокруг нейронов, защитную, секреторную. Различают глию центральной и периферической нервной системы.
-

Макроглия

Клетки глии центральной нервной системы делятся на макроглию и микроглию.

□ Макроглия

Макроглия развивается из глиобластов нервной трубки и включает: **эпендимоциты, Астроциты, олигодендроглиоциты и шванновские клетки.**

Глия центральной нервной системы

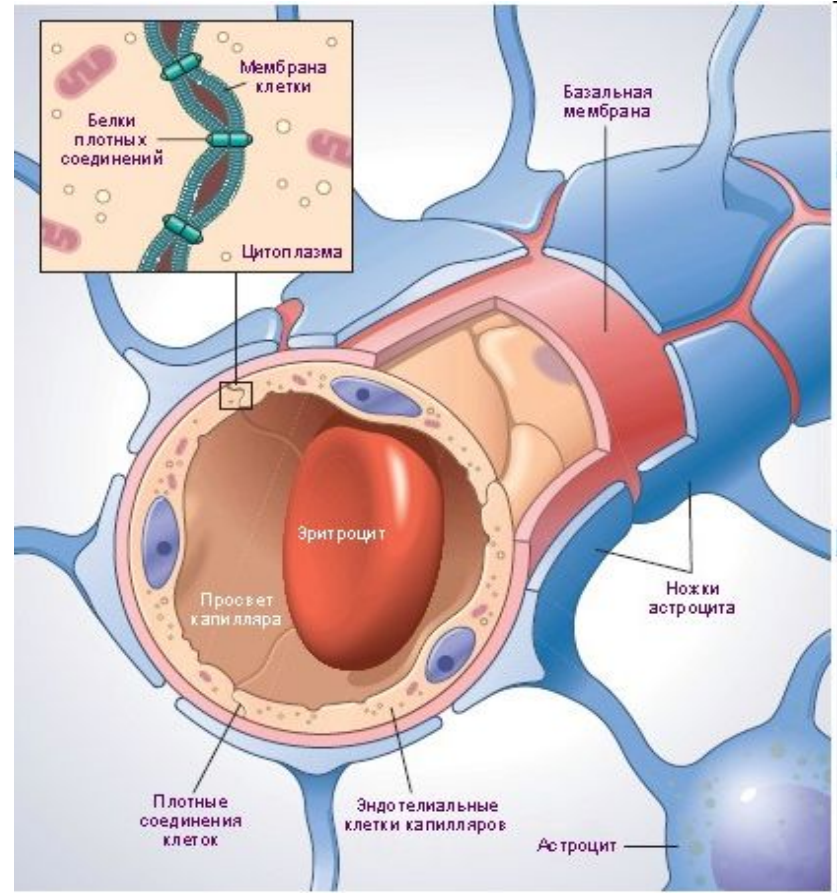
- **Эпендимоциты** выстилают желудочки головного мозга и центральный канал спинного мозга. Эти клетки цилиндрической формы. Они образуют слой типа эпителия, носящий название эпендимы. Между соседними клетками эпендимы имеются щелевидные соединения и пояски сцепления, но плотные соединения отсутствуют, так что цереброспинальная жидкость может проникать между эпендимоцитами в нервную ткань. Большинство эпендимоцитов имеют подвижные реснички, вызывающие ток цереброспинальной жидкости. Базальная поверхность большинства эпендимоцитов ровная, но некоторые клетки имеют длинный отросток, идущий глубоко в нервную ткань. Эпендимный эпителий сосудистых сплетений желудочков продуцирует **цереброспинальную жидкость** (ликвор).
-

Астроциты

- — клетки отростчатой формы, бедные органеллами. Они выполняют в основном опорную и трофическую функции. Астроциты локализуются в сером веществе центральной нервной системы и в белом веществе.
- Астроциты имеют короткие сильно ветвящимися отростки и светлое сферическое ядро. Отростки астроцитов тянутся к базальным мембранам капилляров, к телам и дендритам нейронов, окружая синапсы и отделяя их друг от друга, а также к мягкой мозговой оболочке, образуя глиальную мембрану, граничащую с субарахноидальным пространством. Подходя к капиллярам, их отростки образуют расширенные «ножки», полностью окружающие сосуд. Астроциты накапливают и передают вещества от капилляров к нейронам, захватывают избыток калия и нейромедиаторов.

Гематоэнцефалический барьер

Регулирует проникновение из крови в мозг биологически активных веществ, метаболитов, химических веществ, воздействующих на чувствительные структуры мозга, препятствует поступлению в мозг чужеродных веществ, микроорганизмов, токсинов. Концевые ножки астроцитов, окружающие капилляр, стягивают его стенку, что уменьшает фильтрационную поверхность капилляра, препятствует диффузии макромолекул. Согласно другим представлениям, глиальные отростки являются каналами, способными избирательно экстрагировать из кровотока вещества, необходимые для питания нервных клеток, и возвращать в кровь продукты их обмена.



Олигодендроциты

- – имеют более мелкие по сравнению с астроцитами ядра. Их отростки немногочисленны. Олигодендроглиоциты присутствуют как в сером, так и в белом веществе. В сером веществе они локализируются вблизи перикарионов. В белом веществе их отростки образуют миелиновый слой в миелиновых нервных волокнах, причем, один олигодендроглиоцит может участвовать в миелинизации сразу нескольких аксонов.
-

Глия периферической нервной системы

- К периферической нейроглии относятся: нейролеммоциты (или шванновские клетки) и глиоциты ганглиев.
- Нейролеммоциты Шванна формируют оболочки отростков нервных клеток в нервных волокнах периферической нервной системы. Мантийные глиоциты ганглиев окружают тела нейронов в нервных узлах и участвуют в обмене веществ этих нейронов.

Микроглия

- Микроглия представляет собой **фагоцитирующие клетки**, относящиеся к системе мононуклеарных фагоцитов и происходящие из стволовой кроветворной клетки. Функция микроглии — защита от инфекции и повреждения, и удаление продуктов разрушения нервной ткани. Клетки микроглии характеризуются небольшими размерами, телами продолговатой формы. Их короткие отростки имеют на своей поверхности вторичные и третичные ответвления, что придает клеткам «колючий» вид. Она обладает слабой фагоцитарной активностью.

Ликвор (цереброспинальная жидкость)

- жидкая биологическая среда организма, постоянно циркулирующая в желудочках головного мозга, ликворопроводящих путях, субарахноидальном пространстве головного и спинного мозга. Предохраняет головной и спинной мозг от механических воздействий, обеспечивает поддержание внутричерепного давления и водно-электролитного гомеостаза. Образования цереброспинальной жидкости - через стенки кровеносных сосудов и эпендиму желудочков головного мозга.
 - Обновление цереброспинальной жидкости происходит 4-8 раз в сутки, Общий объем цереброспинальной жидкости у взрослого человека в норме составляет 90-200 мл, в среднем ок. 140 мл.
 - В норме она прозрачна, бесцветна,. Цереброспинальная жидкость имеет слабощелочную реакцию - pH 7, 4-7,6.
-

Химический состав

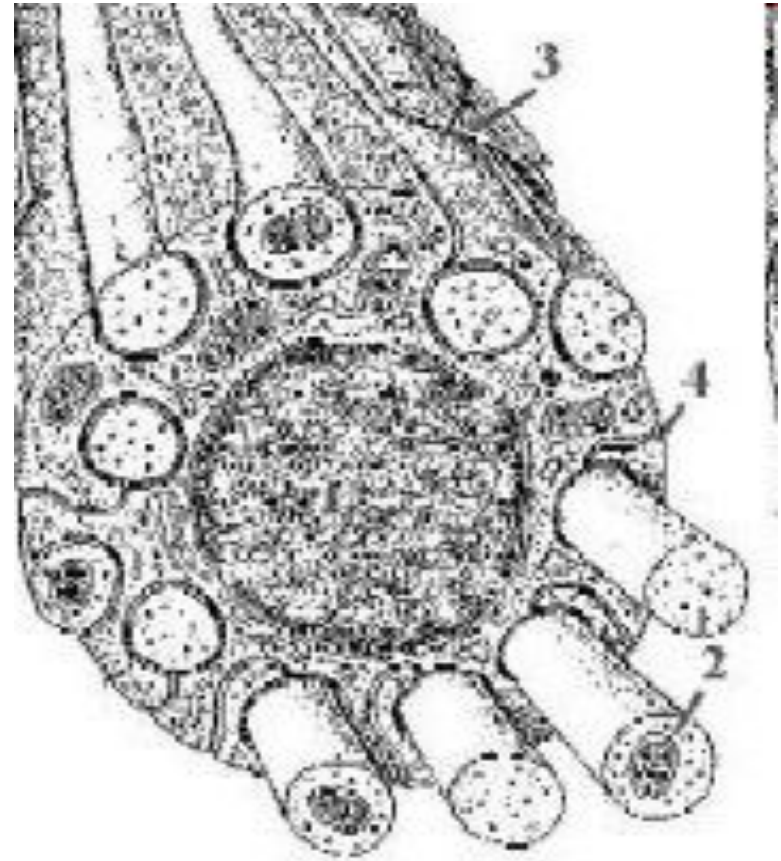
- сходен с составом крови: 89-90% составляет вода; 10-11% - сухой остаток, содержащий органические и неорганические вещества. В нормальной цереброспинальной жидкости содержится 0,1-0,33 г/л белка, который составляют альбумины и глобулины.
 - Липидов в сотни раз меньше, чем в плазме крови. Содержание аминокислот, в 2–2,5 раза меньше, чем в крови. Содержание глюкозы в цереброспинальной жидкости велико (2,50–4,16 ммоль/л).
 - По содержанию ионов K^+ и Na^+ цереброспинальная жидкость практически не отличается от плазмы крови. Ионов Ca^{2+} в ней почти в 2 раза меньше, чем в плазме крови. Содержание ионов Cl^- выше, а концентрация ионов бикарбоната несколько ниже чем в плазме.
 - Присутствуют гормоны гипофиза, гипоталамуса, гормоны периферических эндокринных желез (инсулина, кортизола и др.), энкефалины, эндорфины.
-

Нервные волокна

- Отростки нервных клеток, покрытые оболочками, называются нервными волокнами. По строению оболочек различают миелиновые и безмиелиновые нервные волокна. Отросток нервной клетки в нервном волокне называют **осевым цилиндром**. В центральной нервной системе оболочки отростков нейронов образуются отростками олигодендроглиоцитов, а в периферической — **Шванновскими клетками**.
-

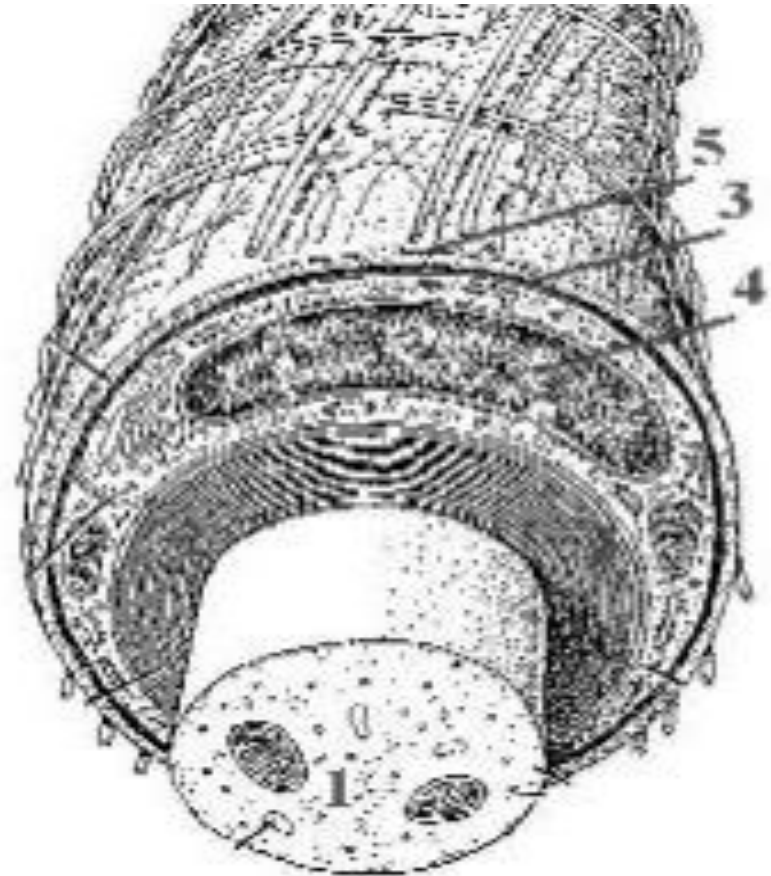
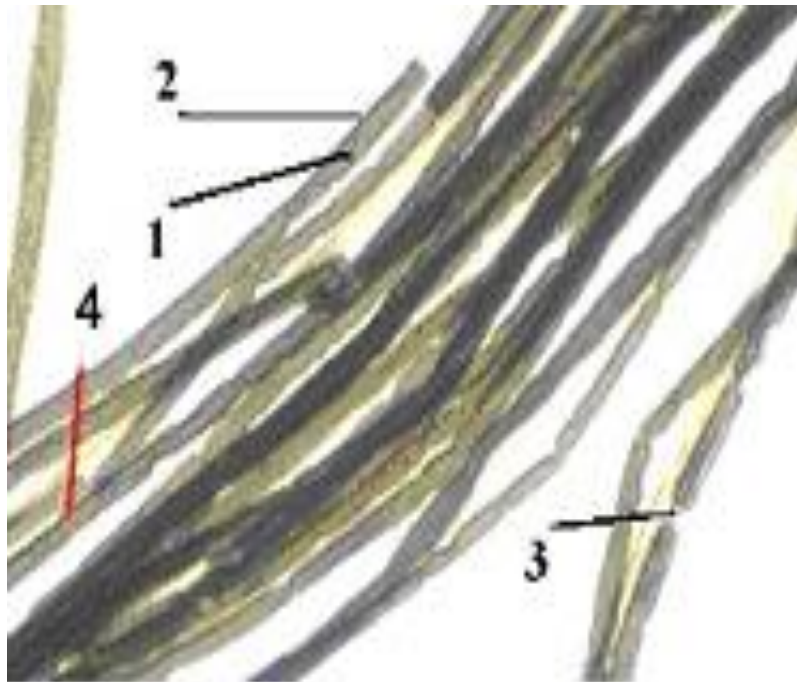
Безмиелиновые нервные волокна

- а) В центре располагается ядро
1) леммоцита.
- б) По периферии в цитоплазму погружено обычно несколько (10-20) осевых цилиндров (2). При погружении осевого цилиндра в цитоплазму глиоцита плазмолемма сближается над цилиндром, образуя "брыжейку" последнего - мезаксон (4) последнего - мезаксон (4). С поверхности нервное волокно покрыто базальной мембраной (3).



Миелиновые нервные волокна

- встречаются как в центральной, так и в периферической нервной системе. Они значительно толще безмиелиновых нервных волокон. Они также состоят из осевого цилиндра, «одетого» оболочкой из глиальных клеток, но диаметр осевых цилиндров этого типа волокон значительно толще, а оболочка сложнее.
 - Миелиновый слой оболочки такого волокна содержит значительное количество липидов, поэтому при обработке осмиевой кислотой он окрашивается в темно-коричневый цвет. Через определенные интервалы (1—2 мм) видны участки волокна, лишенные миелинового слоя, — это т.н. узловатые перехваты, или **перехваты Ранвье**.
-



Перехват Ранвье



Скорость передачи импульса

- миелиновыми волокнами больше, чем безмиелиновыми. Тонкие волокна, бедные миелином, и безмиелиновые волокна проводят нервный импульс со скоростью 1—2 м/с, тогда как толстые миелиновые — со скоростью 5—120 м/с.
 - В безмиелиновом волокне волна деполяризации мембраны идет по всей аксоле, не прерываясь, а в миелиновом возникает только в области перехватов. Таким образом, для миелиновых волокон характерно сальтаторное проведение возбуждения, т.е. прыжками. Между перехватами идет электрический ток, скорость которого выше, чем прохождение волны деполяризации по аксоле.
-

Реакция нейронов и их волокон на травму

- Перерезка нервного волокна вызывает различные реакции в теле нейрона, в участке волокна между телом нейрона и местом перерезки (проксимальный сегмент) и в отрезке, расположенном дистальнее от места травмы и не связанном с телом нейрона (дистальный сегмент). Изменения в теле нейрона выражаются в его набухании, тигролизе — растворении глыбок хроматофильной субстанции, и в перемещении ядра на периферию тела клетки. Дегенеративные изменения в центральном отрезке ограничиваются распадом миелинового слоя и осевого цилиндра вблизи травмы. В дистальном отрезке миелиновый слой и осевой цилиндр фрагментируются и продукты распада удаляются макрофагами.
-

Регенерация

- зависит от места травмы. Как в центральной, так и в периферической нервной системе погибшие нейроны не восстанавливаются. Полноценной регенерации нервных волокон в центральной нервной системе обычно не происходит, но нервные волокна в составе периферических нервов обычно хорошо регенерируют. При этом нейролеммоциты периферического отрезка и ближайшего к области травмы участка центрального отрезка пролиферируют и выстраиваются компактными тяжами. Осевые цилиндры центрального отрезка дают многочисленные коллатерали, которые растут со скоростью 1—3 мм в сутки вдоль нейролеммальных тяжей, создавая, таким образом, избыточный рост нервных волокон. Выживают только те волокна, которые достигают соответствующих окончаний. Остальные дегенерируют.

-
- Поврежденные нервные волокна головного и спинного мозга не регенерируют. Возможно, регенерации нервных волокон в центральной нервной системе не происходит потому, что глиоциты без базальной мембраны лишены хемотаксических факторов, необходимых для проведения регенерирующих аксонов. Однако при малых травмах центральной нервной системы возможно частичное восстановление ее функций, обусловленное пластичностью нервной ткани.