

***Ткани* - это совокупность клеток и межклеточного вещества, имеющих сходное строение, общее происхождение и определенные функции.**

***Межклеточное вещество (внеклеточный матрикс)* - продукт жизнедеятельности клеток. Оно обеспечивает связь между клетками и формирует для них благоприятную среду.**

Оно может быть *жидким*, пример – плазма крови; *аморфным* как в хрящах; волокнистым как в плотной соединительной ткани, и *твёрдым* как в костной ткани.

Количество межклеточного вещества и его химический состав варьируют от ткани к ткани.

Можно выделить три главных компонента межклеточного матрикса:

- 1) волокна структурных белков, прежде всего, коллагенов;
- 2) основное вещество (наполнитель) – протеогликаны;
 протеогликаны – сложные белки, белки, ковалентно соединенные с длинными полисахаридными цепями (с мукополисахаридами, иначе называемыми гликозаминогликанами);
- 3) адгезивные белки, обеспечивающие соединение разных компонентов матрикса, фиксацию клеток в матриксе.

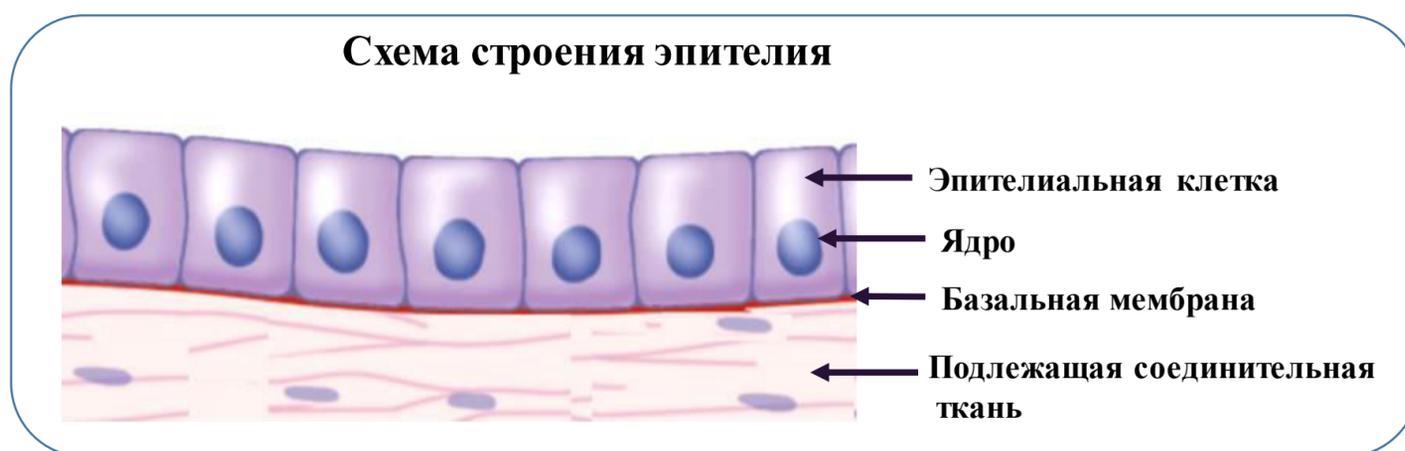
Ткани делятся на четыре типа:

- 1) эпителиальные ткани ;**
- 2) соединительные ткани ;**
- 3) мышечные ткани;**
- 4) нервные ткани.**

Эпителиальные ткани – это пограничные ткани

Характеристические признаки эпителиальной ткани

1. Пласт/пласты плотносоединенных клеток
2. Хорошо развиты межклеточные контакты
3. Минимальное количество межклеточного вещества между клетками
4. Клетки лежат на базальной мембране
5. Нет ни кровеносных, ни лимфатических сосудов
6. Высокая способность к регенерации



Происхождение (развитие) эпителиальной ткани

Эпителии могут образовываться из любого из трех зародышевых листков

Эктодерма



эпителий кожи, эпителий носа, эпителиальная выстилка переднего и заднего отделов пищеварительного тракта (ротовой полости и анус)

Энтодерма



эпителий кишечника, печени, поджелудочной железы; эпителий дыхательных путей

Мезодерма



мезотелий выстилает серозные оболочки (стенки полостей тела, брюшины, плевры, перикарда); **эндотелий** выстилает внутреннюю поверхность кровеносных и лимфатических сосудов, сердечных полостей.

Эпителиальные ткани. Межклеточные контакты

Схема межклеточных контактов эпителиях [ref]

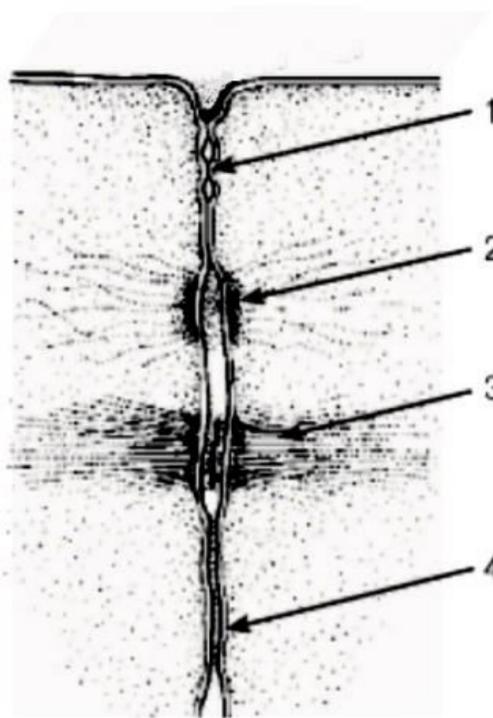
А - вид межклеточных соединений на ультратонких срезах (реконструкция):

- 1 - плотный (запирающий) контакт;
- 2 - адгезивный контакт;
- 3 - десмосома;
- 4 - щелевой контакт.

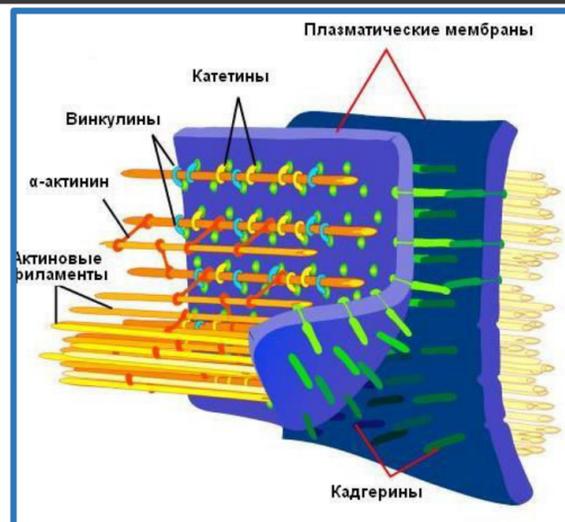
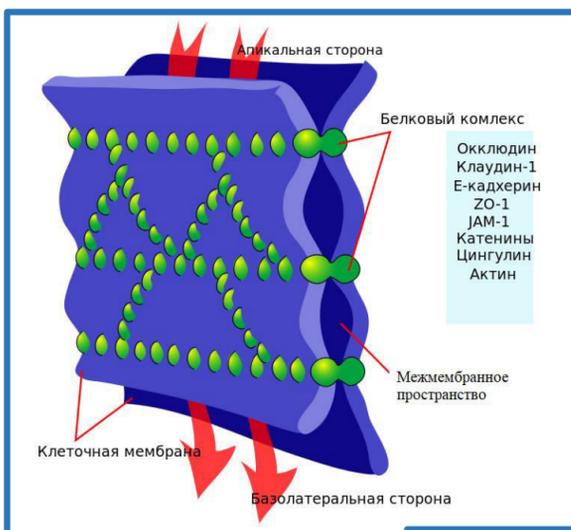
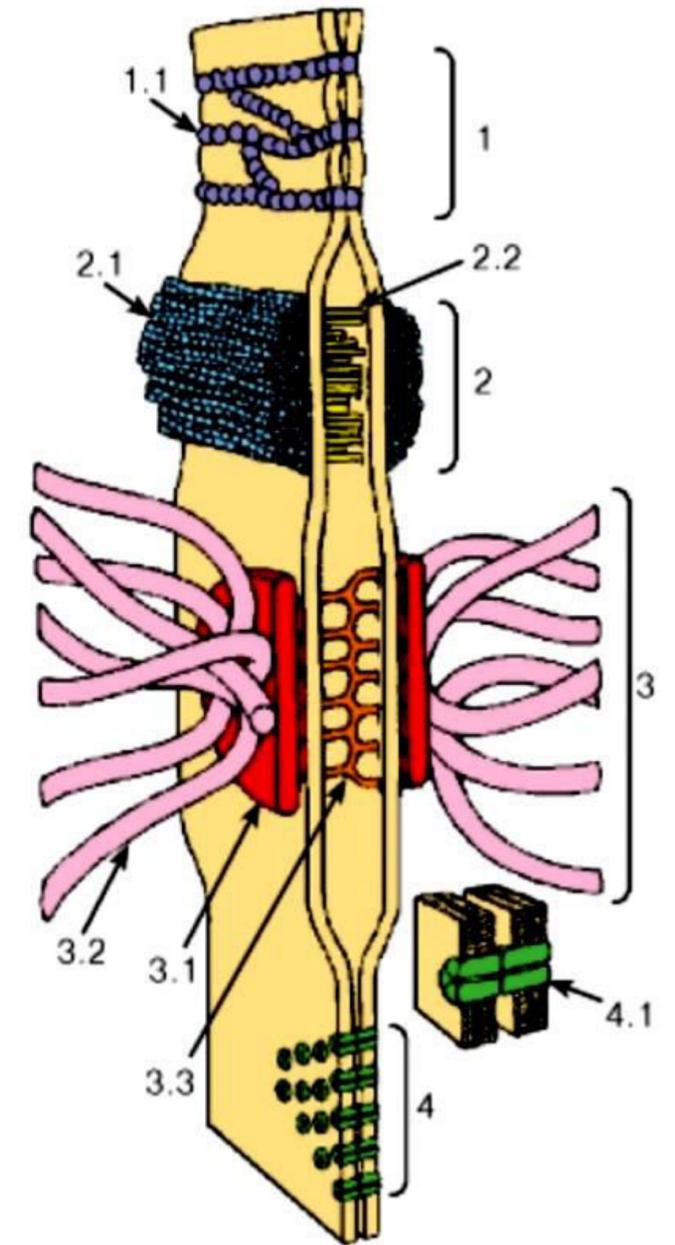
Б - трехмерная схема строения межклеточных контактов:

- 1 - плотный контакт: 1.1 - белковые комплексы;
- 2 - адгезивный контакт: 2.1 - микрофиламенты, 2.2 - межклеточные адгезивные белки;
- 3 - десмосома: 3.1 - десмосомная белковая бляшка 3.2 - промежуточные филаменты, 3.3 - межклеточные адгезивные белки;
- 4 - щелевой контакт: 4.1 - коннексоны

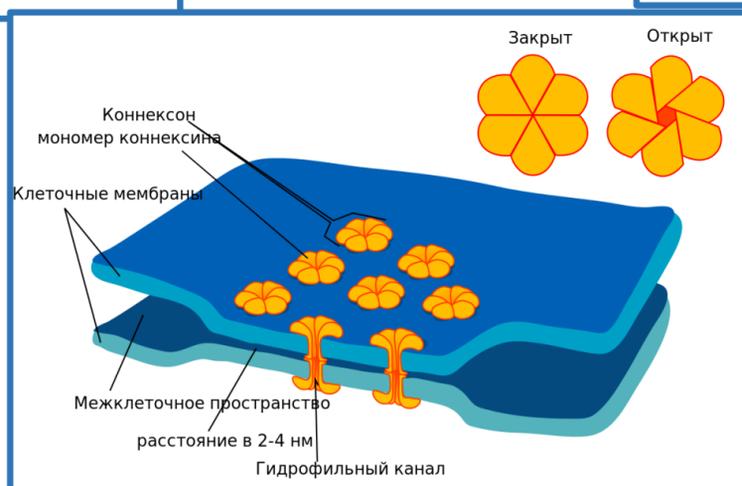
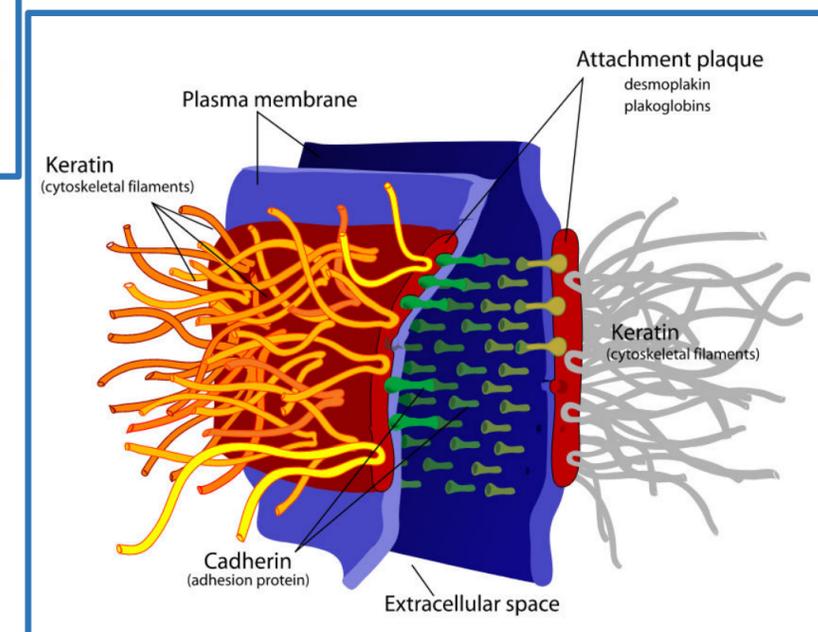
А



Б



Рисунки из вики



Эпителиальные ткани. Классификация.

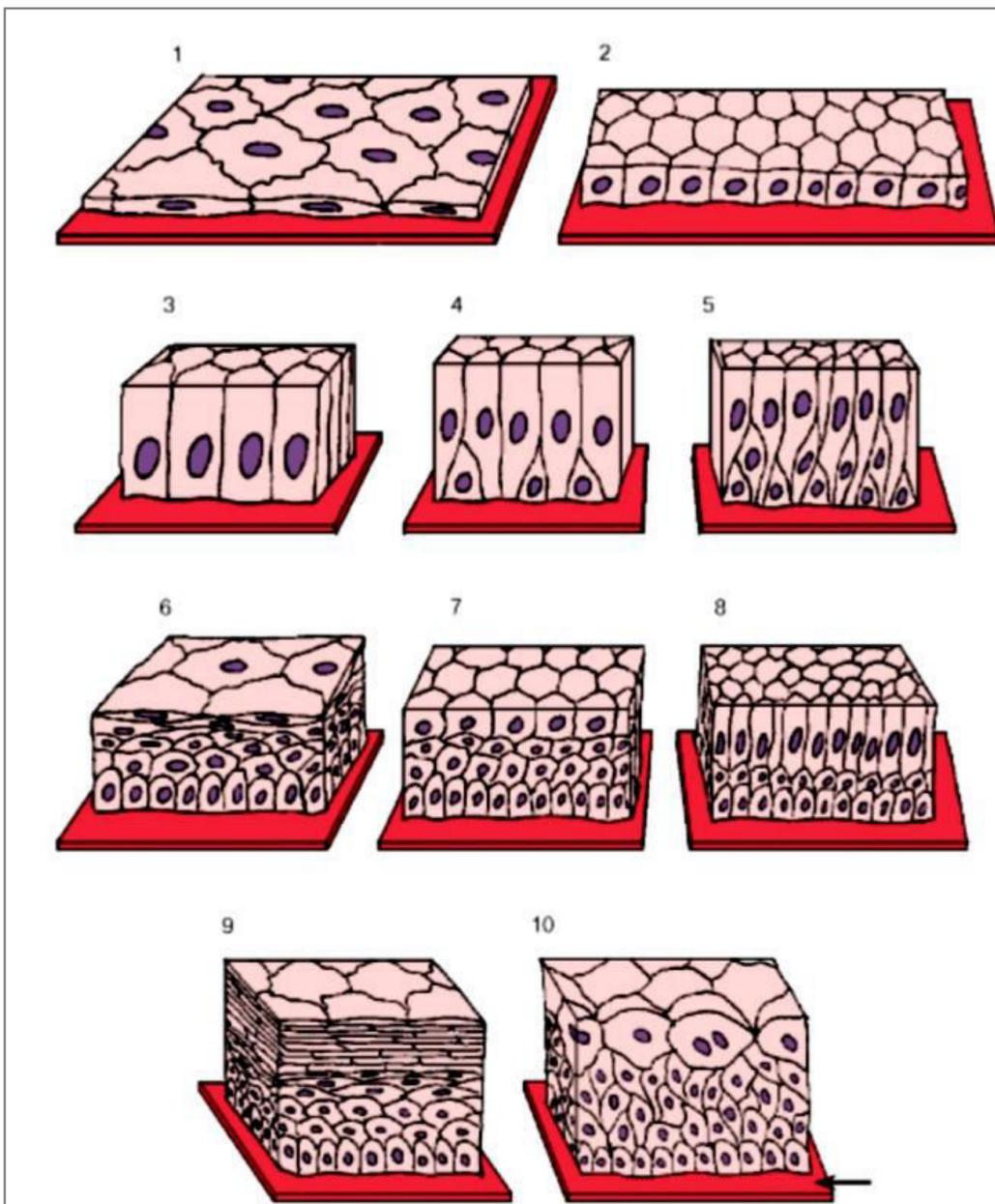
Виды эпителиальных тканей:

- 1) *покровные эпителии* (образуют разнообразные выстилки);
- 2) *железистые эпителии* (образуют железы);
- 3) *сенсорные эпителии* (выполняют рецепторные функции, входят в состав органов чувств).

Морфологическая классификация эпителиев

Разделяет виды эпителиев в зависимости от

- 1) количества слоев (количество пластов клеток);
- 2) формы эпителиальных клеток;
- 3) способности клеток к ороговению (накоплению рогового вещества, кератина+жирных кислот);
- 4) наличию специальных структур – микроворсинок, стереоцил, ресничек.



Морфологическая классификация эпителиев:

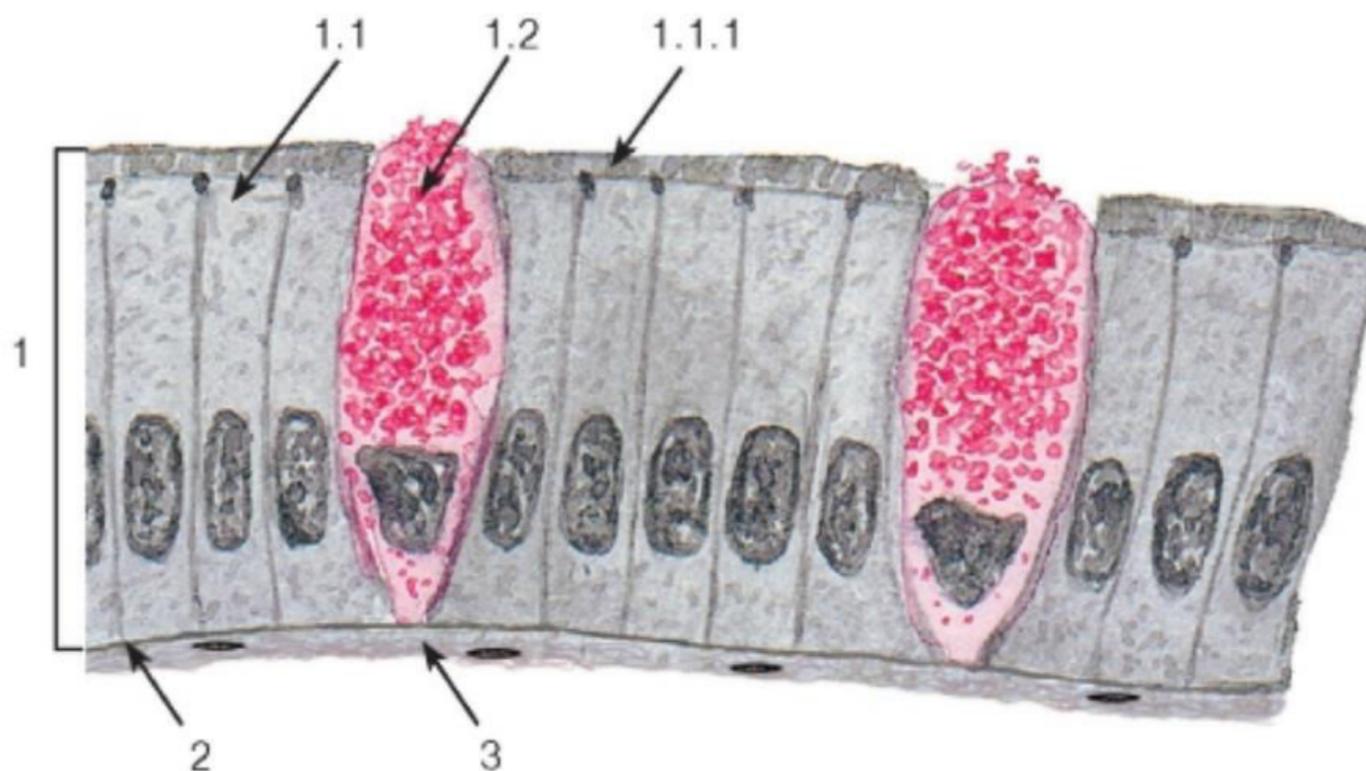
- 1 - однослойный плоский эпителий;
- 2 - однослойный кубический эпителий;
- 3 - однослойный (однорядный) столбчатый (призматический) эпителий;
- 4, 5 - однослойный многорядный (псевдомногослойный) столбчатый эпителий;
- 6 - многослойный плоский неороговевающий эпителий;
- 7 - многослойный кубический эпителий;
- 8 - многослойный столбчатый эпителий;
- 9 - многослойный плоский ороговевающий эпителий;
- 10 - переходный эпителий (уротелий)

Стрелкой показана базальная мембрана

[ref](#)

Однослойный столбчатый каемчатый (микроворсинчатый) эпителий (тонкая кишка)

Окраска: железный гематоксилин-муцикармин



- 1 - эпителий:
- 1.1 - столбчатый каемчатый (микроворсинчатый) эпителиоцит (энтероцит), 1.1.1 - исчерченная (микроворсинчатая) каемка,
- 1.2 - бокаловидный экзокриноцит;
- 2 - базальная мембрана;
- 3 - рыхлая волокнистая соединительная ткань

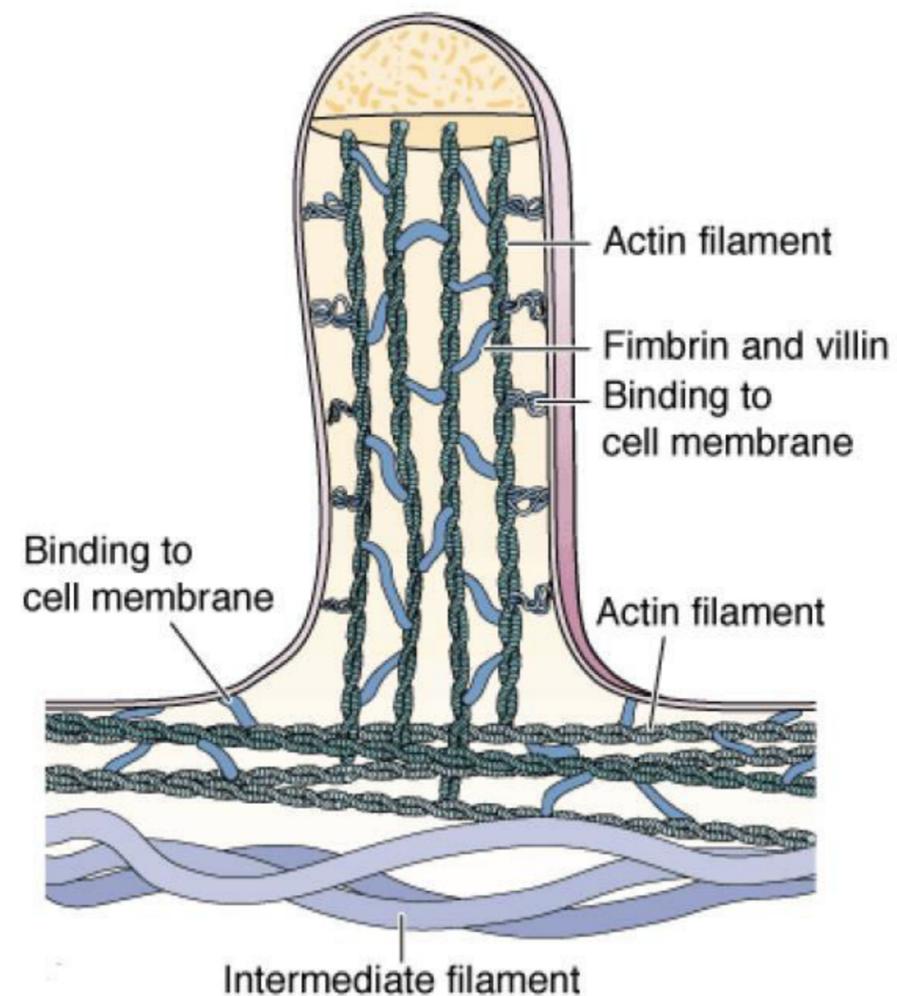
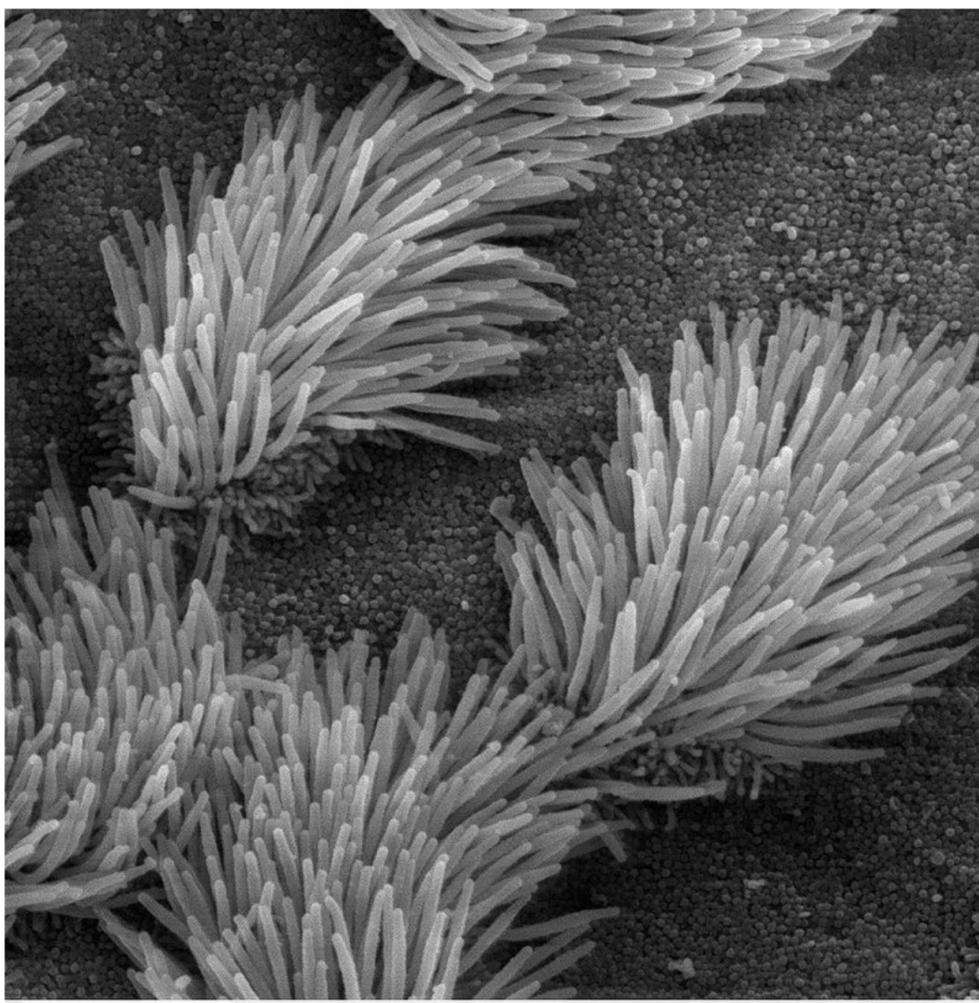


Схема строения микроворсинки

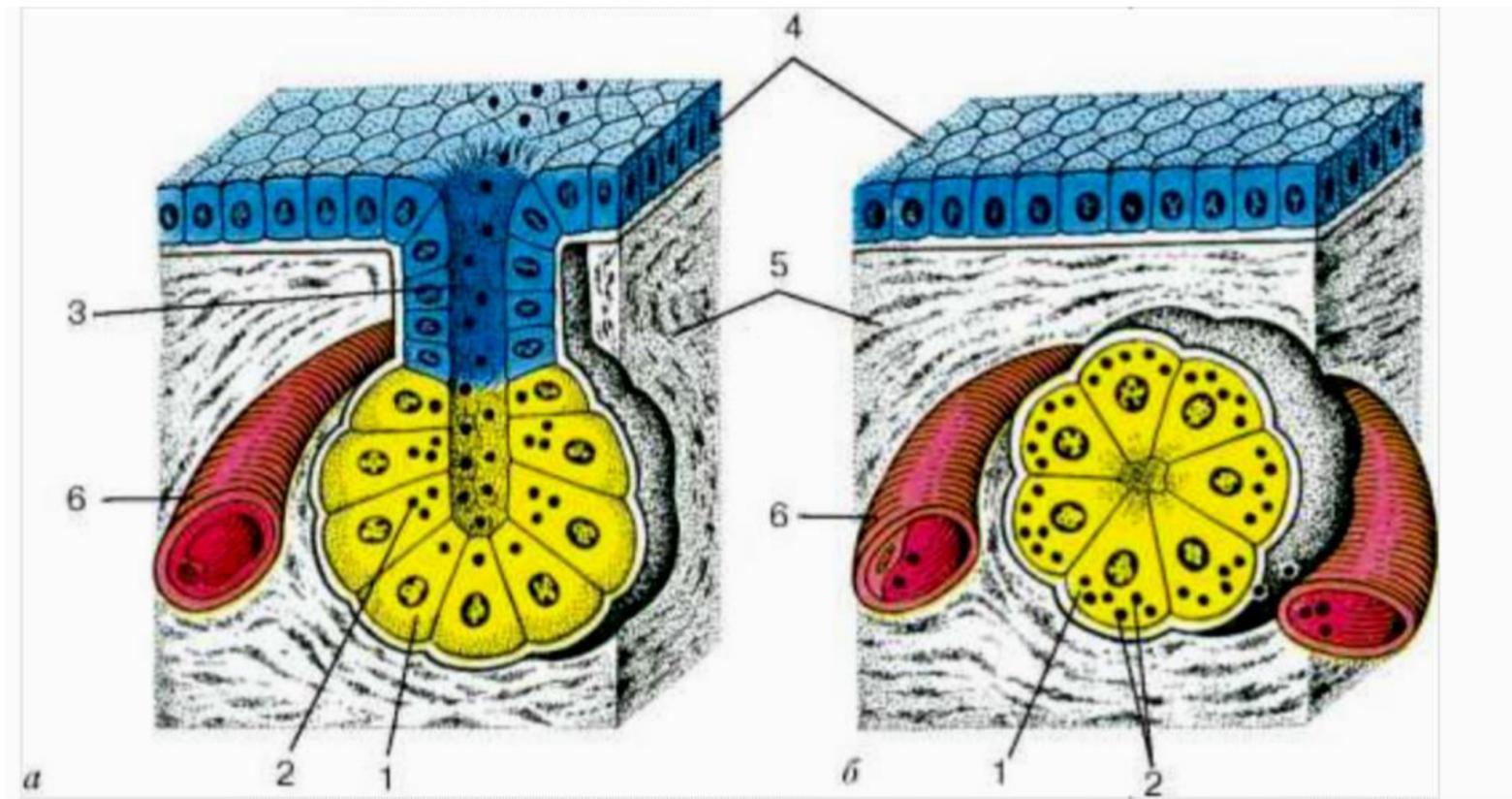


Ресничный эпителий

Мерцательный эпителий трахеи

Движение ресничек отдельной клетки и всего эпителиального пласта строго координировано: каждая предыдущая ресничка в фазах своего движения опережает на определённый промежуток времени последующую, поэтому поверхность эпителия волнообразно подвижна — «мерцает» (отсюда название).

Железистый эпителий

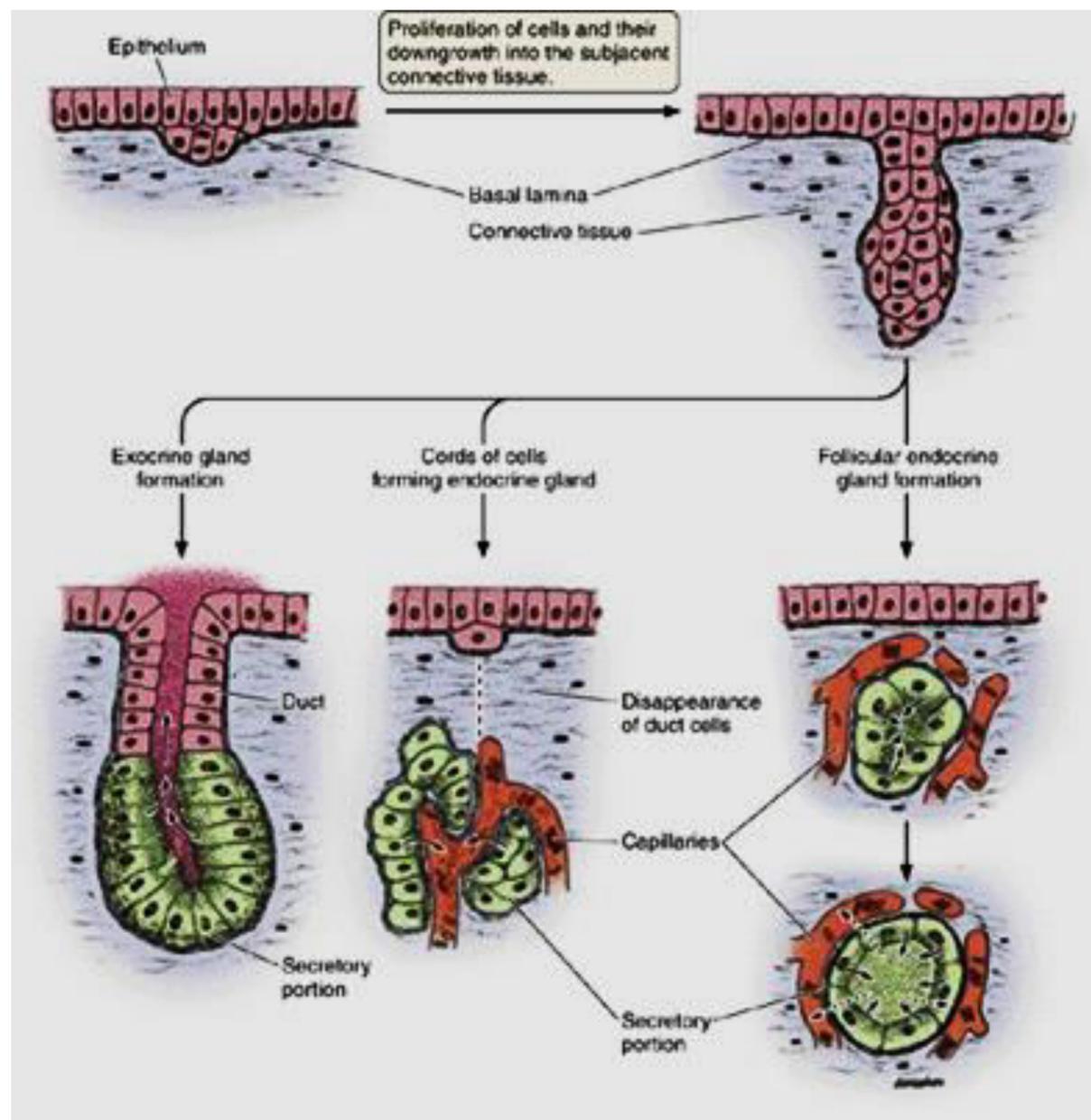


Строение экзокринных и эндокринных желез (по Е. Ф. Котовскому):

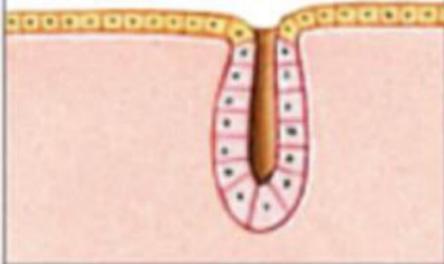
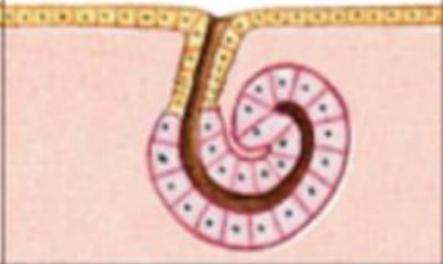
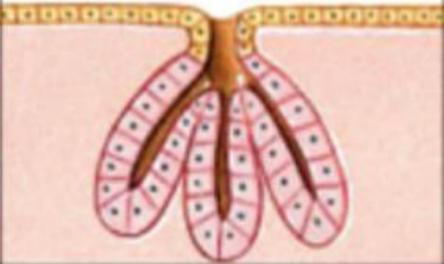
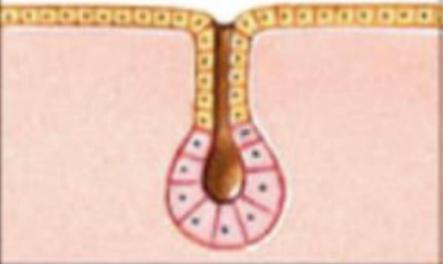
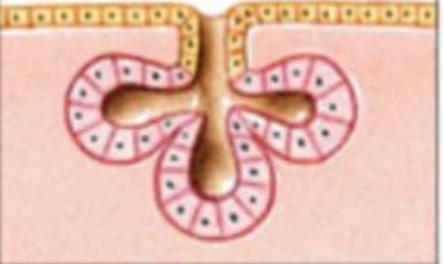
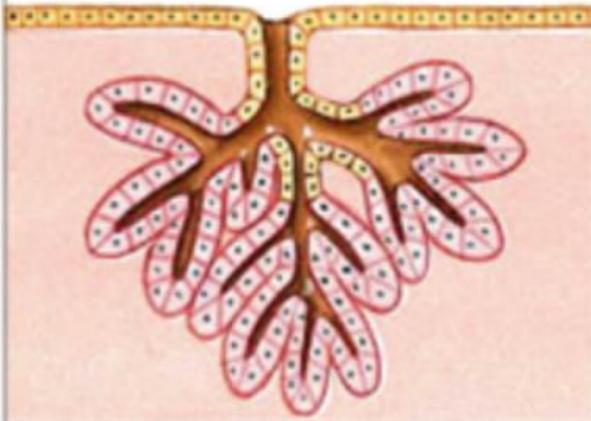
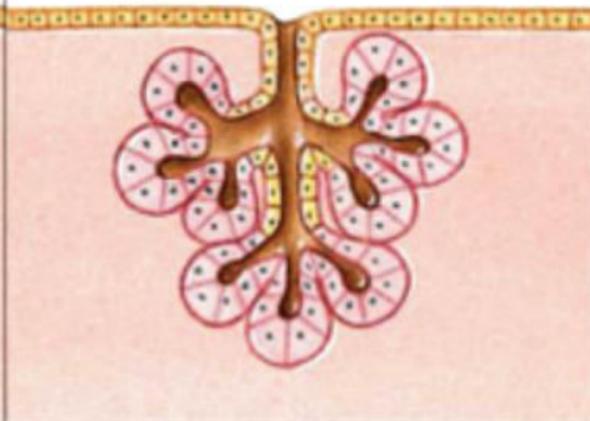
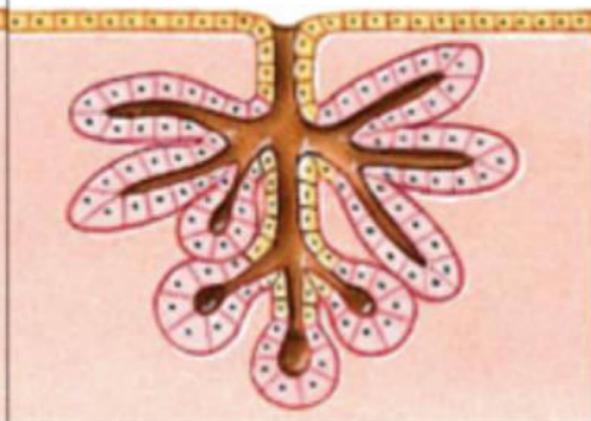
a - экзокринная железа; *б* - эндокринная железа.

1 - концевой отдел; 2 - секреторные гранулы; 3 - выводной проток экзокринной железы; 4 - покровный эпителий; 5 - соединительная ткань; 6 - кровеносный сосуд [ref]

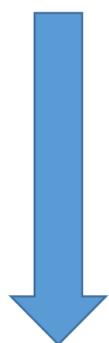
**Развитие желез
внешней и
внутренней секреции**



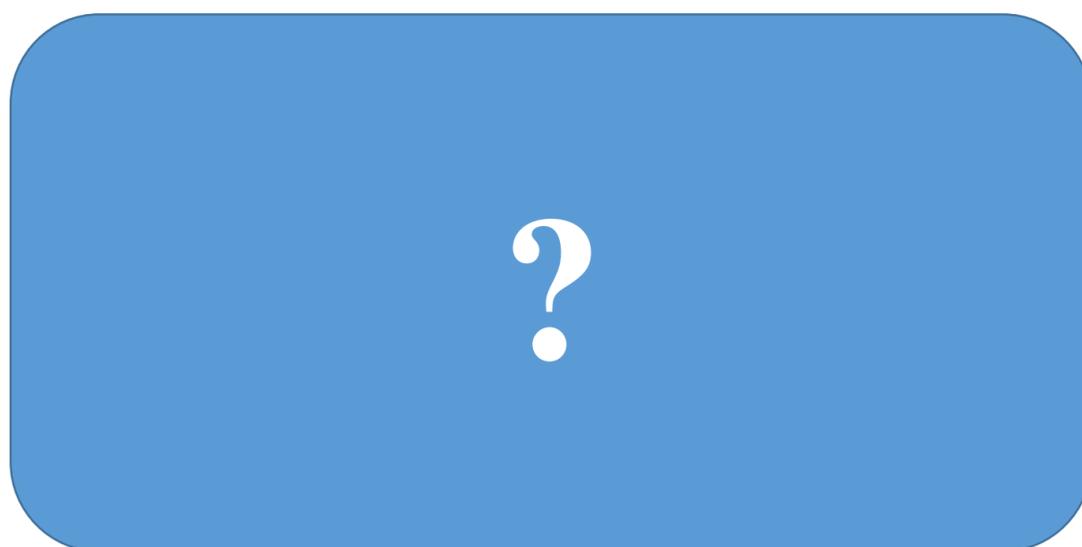
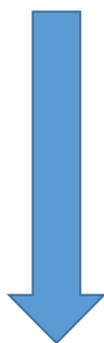
Виды экзокринных желез [ref]

Многоклеточные простые железы				
				
<p>Трубчатые: Либerkюновы железы тонкой кишки</p>	<p>Клубочковые: мерокрино вые потовые железы</p>	<p>Клубочковые с разветвлённым аденомером: слизистые железы языка, пищевода, двенадцатиперстной кишки</p>	<p>Альвеолярные (ацинарные): стадия развития альвеолярных ветвящихся желёз</p>	<p>Альвеолярные ветвящиеся: сальные железы</p>
Многоклеточные сложные железы				
				
<p>Трубчатые: Слизистые железы полости рта Желудочные железы, Бульбоуретральные железы Семенные канальцы яичек</p>	<p>Альвеолярные (ацинарные): молочные железы</p>	<p>Трубчатоальвеолярные (тубулоацинарные): Слюнные железы, Железы дыхательных путей, Поджелудочная железа</p>		

**Эпителиальные ткани –
это пограничные ткани**



Функции эпителиев



Соединительные ткани

Характеристические признаки

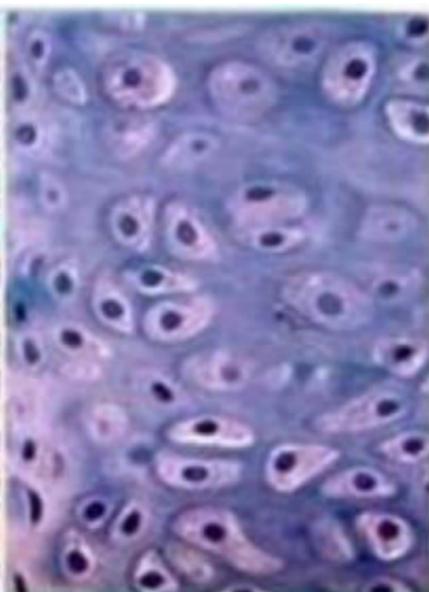
- 1) все имеют мезодермальное происхождение;
- 2) обильный межклеточный матрикс;
- 3) никогда не граничат ни с внешней средой, ни с полостями тела.



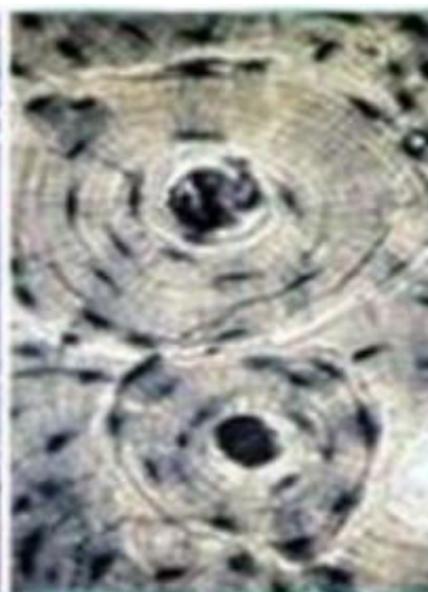
Рыхлая соединительная



Жировая



Хрящевая

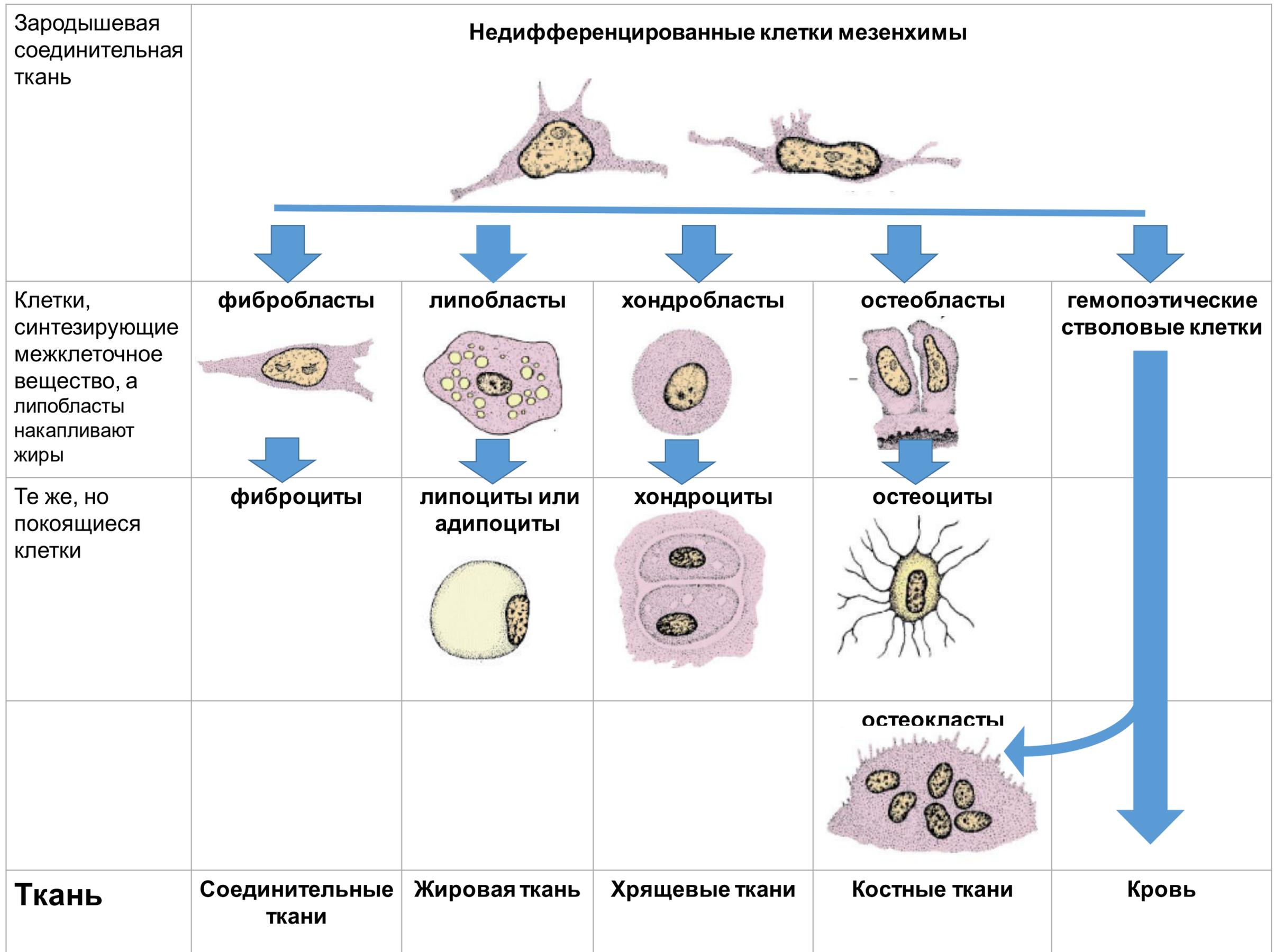


Костная

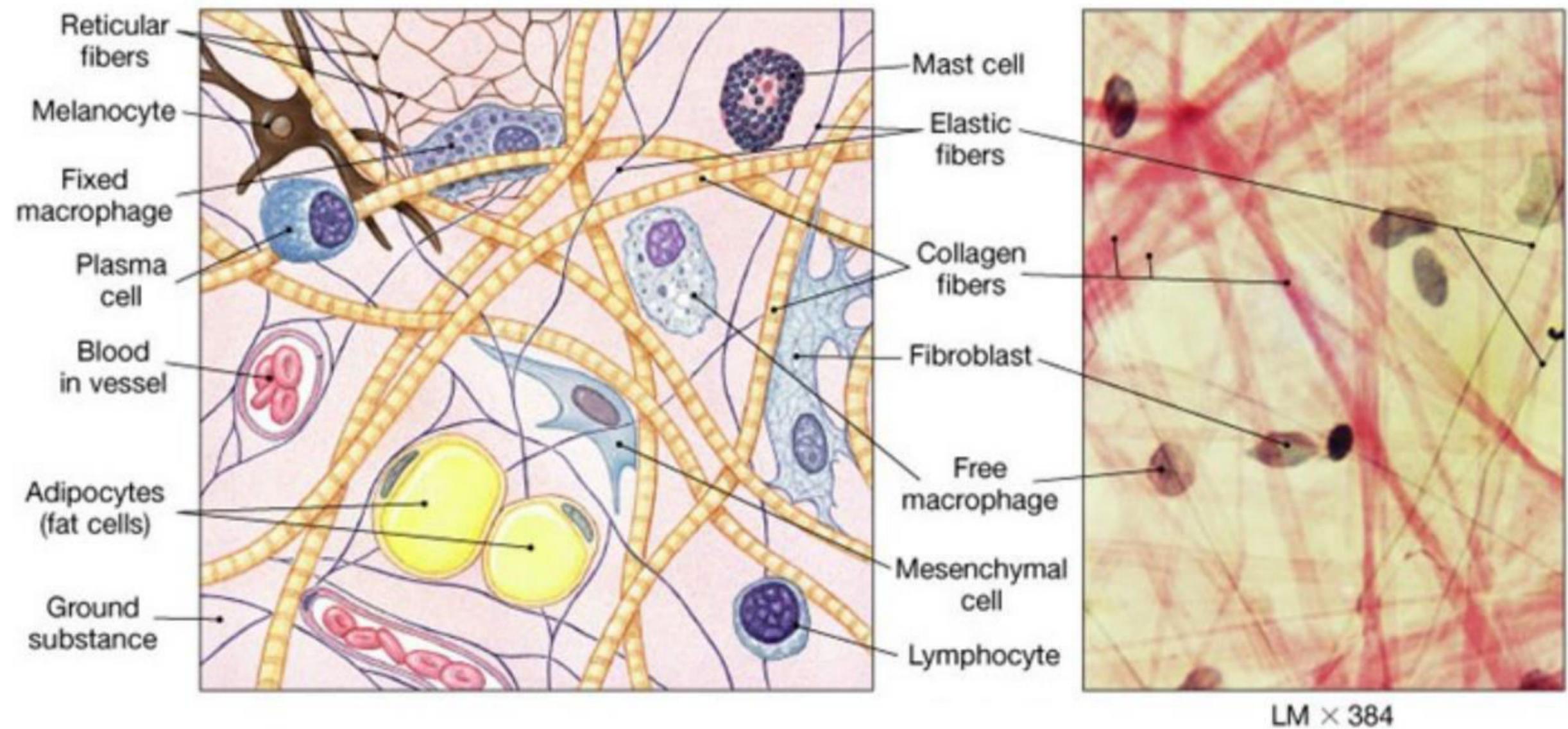


Кровь и лимфа

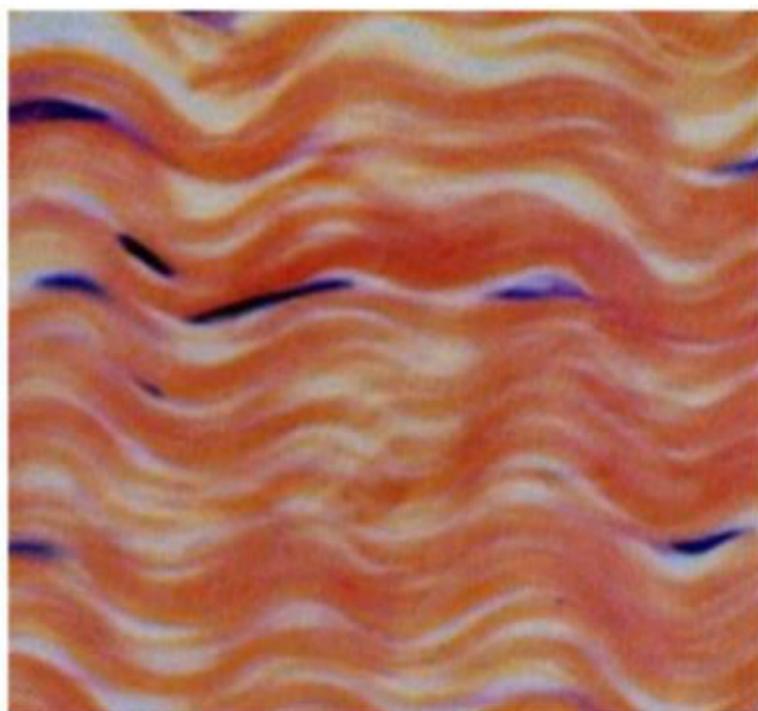
Главные клетки соединительных тканей



Рыхлая соединительная ткань

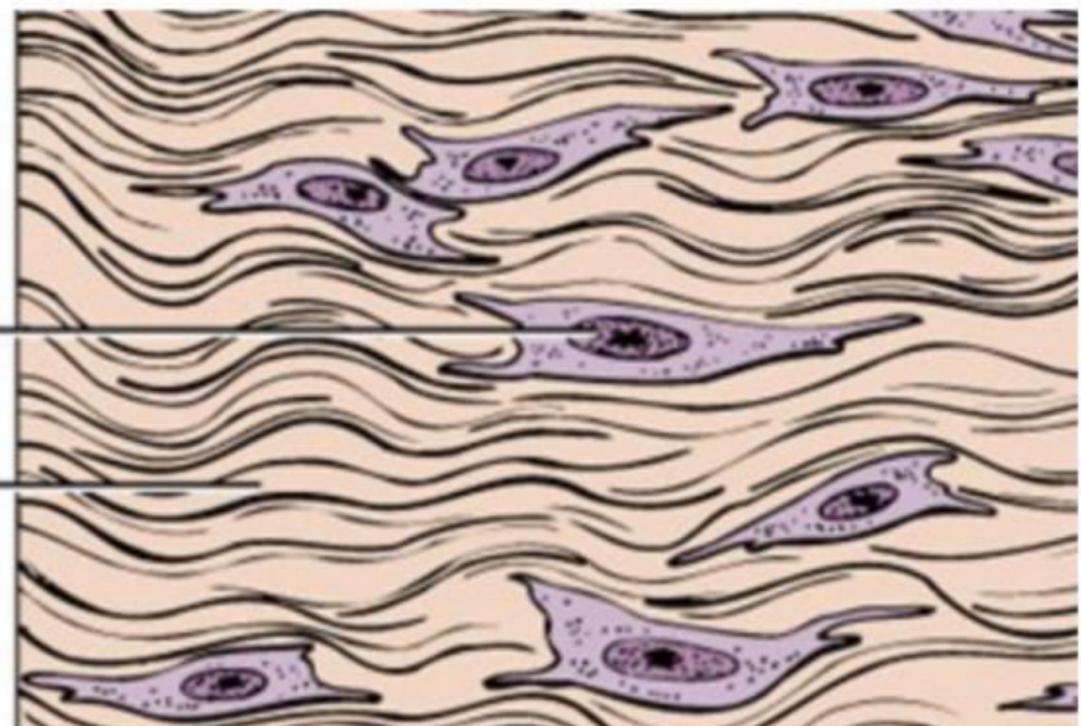


Плотная регулярная соединительная ткань



Фиброциты

Волокна
коллагена

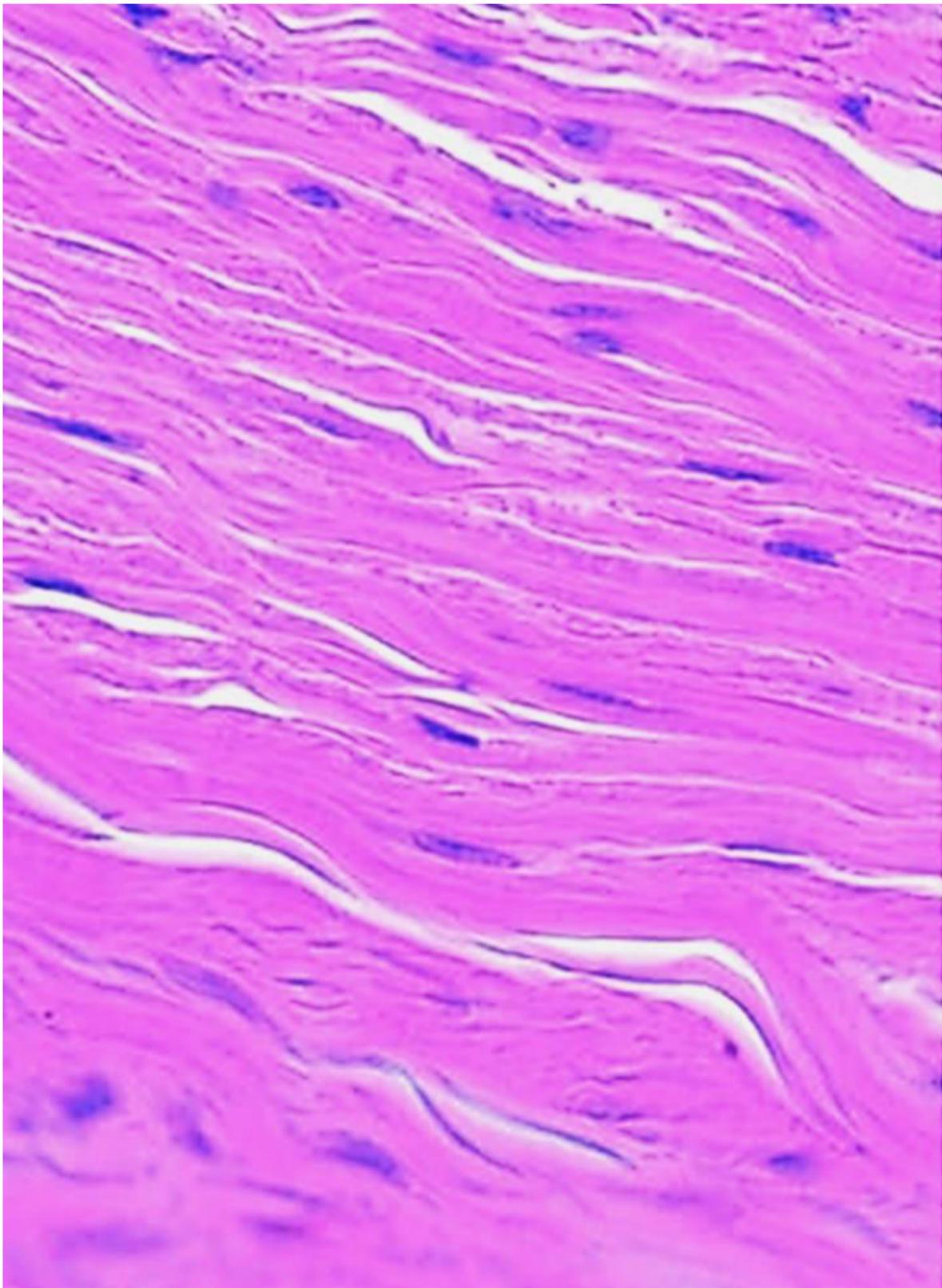


Плотная регулярная соединительная ткань

Тянется преимущественно в одном направлении.

- толстые пучки коллагеновых волокон располагаются параллельно друг другу (в направлении действия нагрузки);
- небольшое количество основного аморфного вещества;
- содержание клеток невелико; среди них подавляющее большинство составляют фиброциты.

Такое строение имеет ткань, образующая сухожилия, связки, фасции

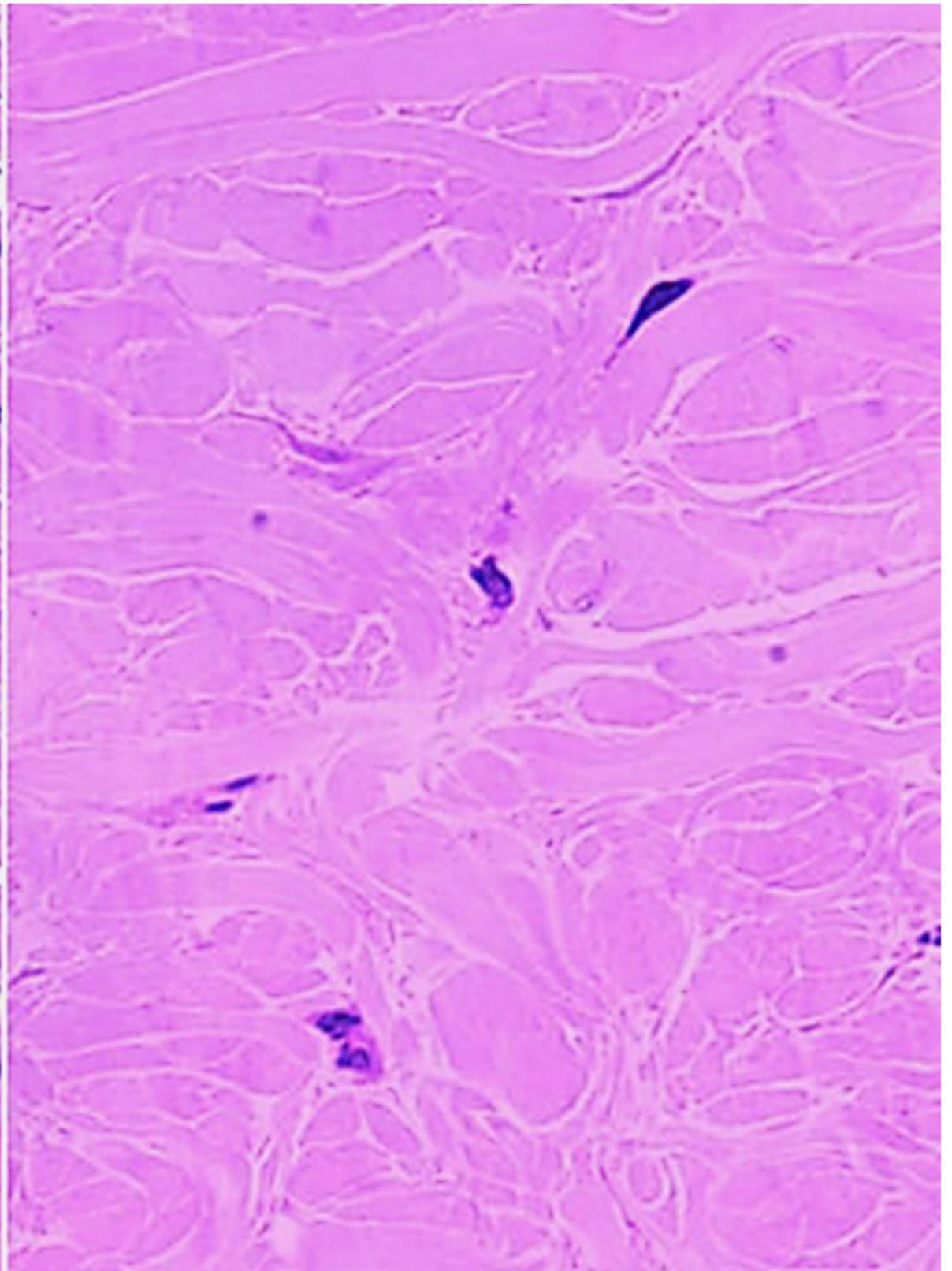


Плотная нерегулярная соединительная ткань

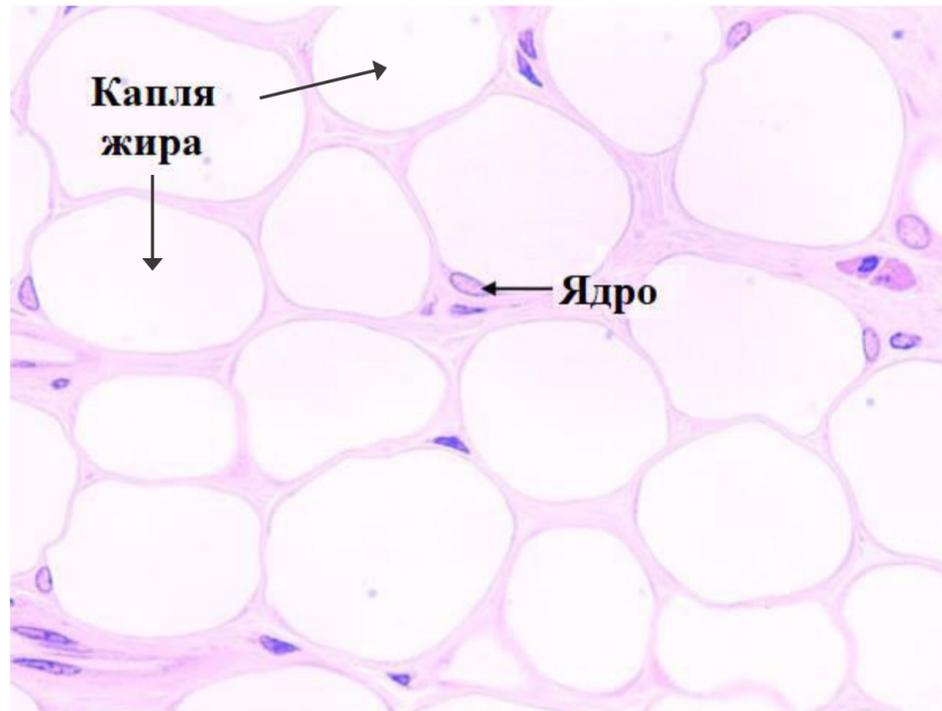
Тянется в разных направлениях.

- коллагеновые волокна переплетаются между собой, формируя трехмерную сеть ;
- содержание основного аморфного вещества невелико;
- клетки немногочисленны.

Такая ткань образует капсулы различных органов и глубокий) слой дермы



Белая жировая ткань



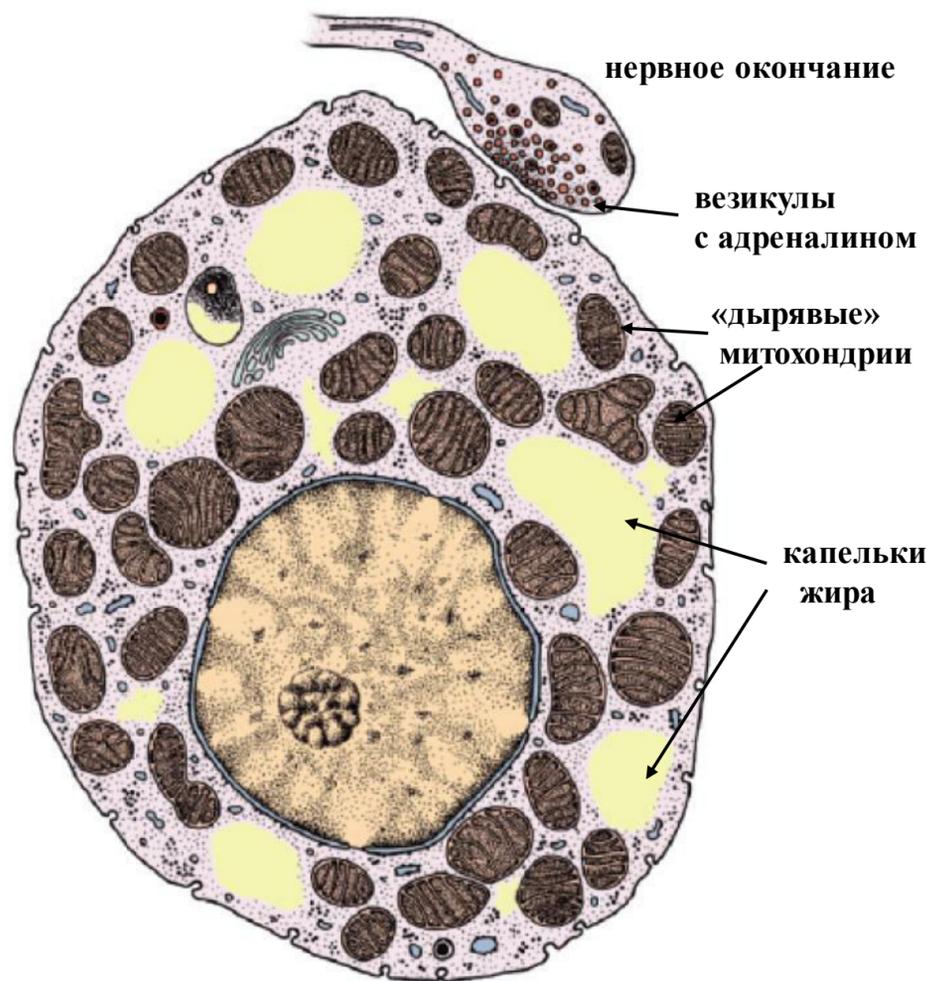
Белые адипоциты встречаются часто по одиночке или группами в рыхлой соединительной ткани. Если они образуют крупные скопления, вытесняя другие клетки и волокна межклеточного матрикса, то говорят о жировой ткани.

Функции жировой ткани:

- **запасающая**, жировые клетки накапливают липиды, которые служат источником энергии ;
- **опорная, защитная** и пластическая; жировая ткань окружает различные органы и заполняет пространства между ними, защищая их от механических травм, служит опорным и фиксирующим элементом;
- **термоизолирующая**

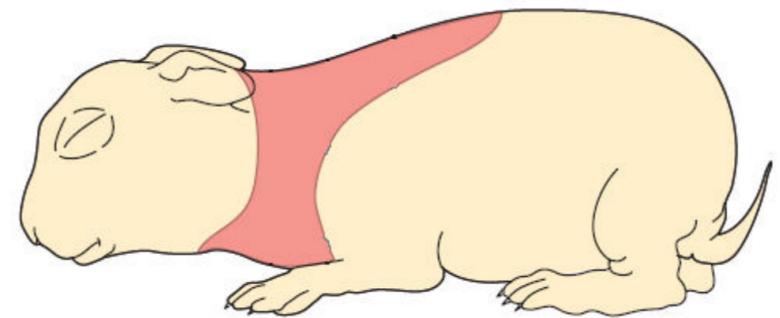
Активация гидролиза жиров в жировой ткани находится под сложной нейрогуморальной регуляцией. Ключевую роль играет симпатическая нервная система. Нервные окончания выделяют адреналин (норэпинефрин) вблизи адипоцитов, в ответ на адреналин в адипоцитах активируются ферменты, гидролизующие жиры

Бурая жировая ткань

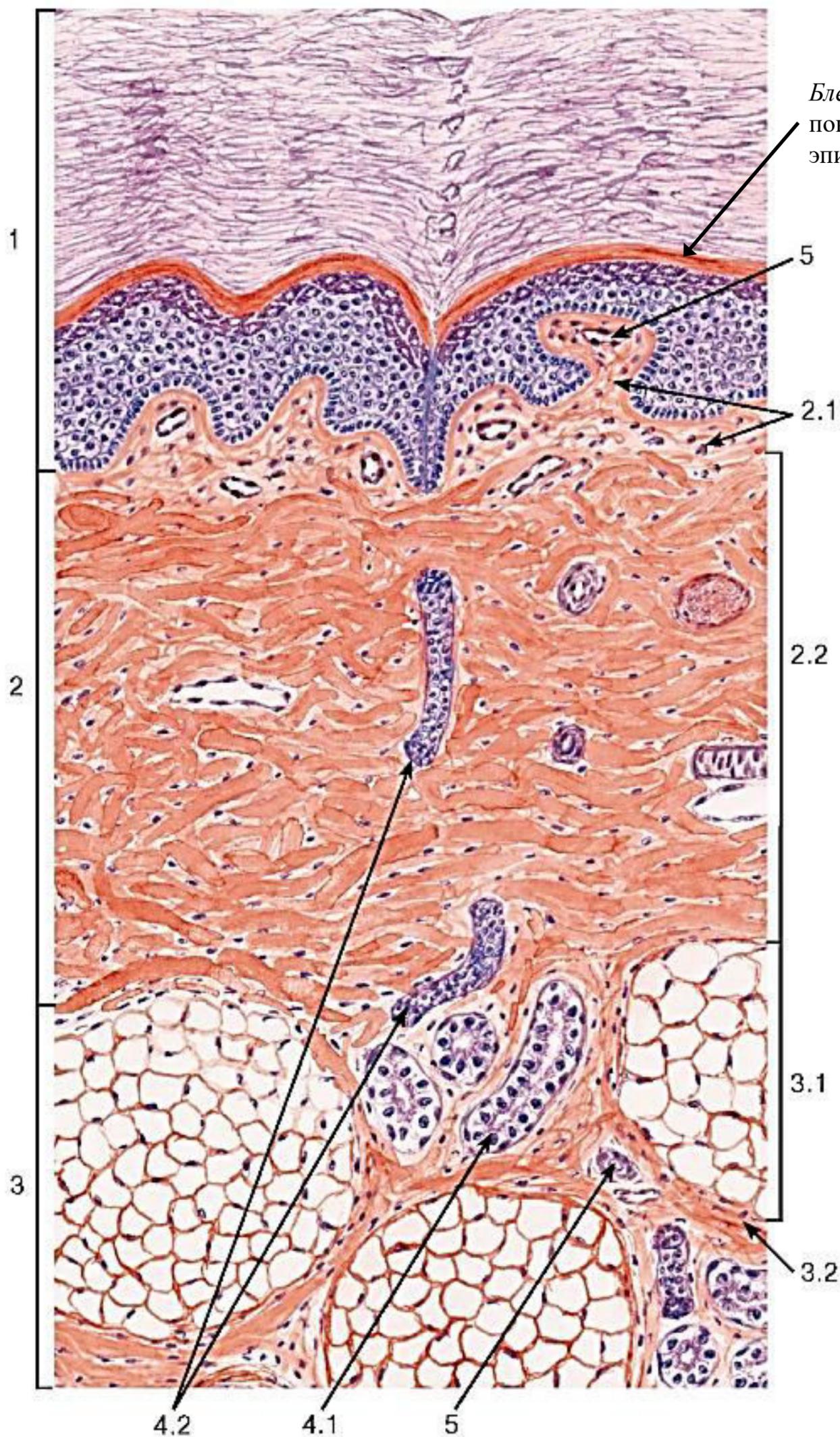


Основная функция – термогенез.

Бурый жир хорошо развит у новорождённых млекопитающих и у животных, впадающих в спячку.



Расположение бурого жира в теле новорожденного крысенка



Блестящий слой выражен только в эпителии толстой кожи (эпидермисе), покрывающем ладони и подошвы. Состоит из уплощенных живых эпителиальных клеток, превращающихся в роговые чешуйки.

Кожа пальца (толстая кожа)

Окраска: гематоксилин-эозин

- 1 - эпидермис;
- 2 - дерма: 2.1 - сосочковый слой, 2.2 - сетчатый слой;
- 3 - подкожная основа (гиподермис): 3.1 - дольки жировой ткани, 3.2 - прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани;
- 4 - потовые железы: 4.1 - концевой отдел, 4.2 - участки выводного протока;
- 5 - кровеносный сосуд

[ref]

Хрящевые ткани (по учебнику [ref])

Скелетные соединительные – это хрящевые и костные ткани

Отличаются

- 1) внутри нет ни сосудов, ни нервов; питание идет путем диффузии из сосудов в надхрящнице;
- 2) основной рост идет за счет деления и дифференцировки клеток на границе надхрящницы и молодого хряща

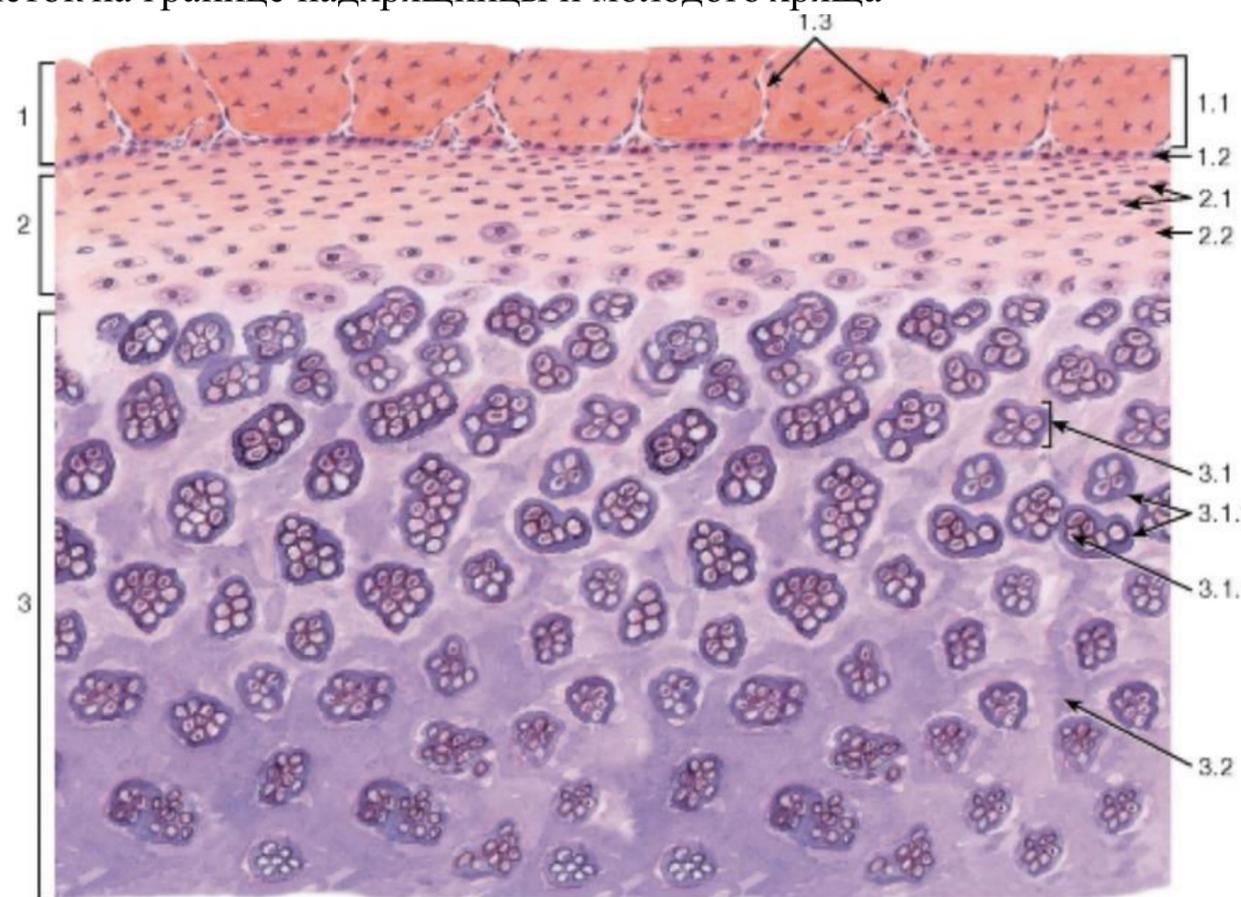
Гиалиновая хрящевая ткань

- Является наиболее распространенным ее видом в организме человека. Она образует скелет у плода, вентральные концы ребер, хрящи носа, гортани (частично), трахеи и крупных бронхов, покрывает суставные поверхности.
- Хондроциты имеют овальную или сферическую форму и располагаются в полостях - лакунах поодиночке или (в глубине хряща) в виде изогенных групп (агрегатов хондроцитов), насчитывающих до 8-12 клеток.
- Межклеточное вещество (хрящевой матрикс) на гистологических препаратах кажется однородным; оно содержит коллаген II типа, протеогликаны, а также гликопротеины.

Участок гиалинового хряща

Окраска: гематоксин-эозин

- 1 - надхрящница: 1.1 - наружный фиброзный слой, 1.2 - внутренний (хондрогенный) клеточный слой, 1.3 - кровеносные сосуды;
- 2 - зона молодого хряща: 2.1 - хондроциты, 2.2 - межклеточное вещество (хрящевой матрикс);
- 3 - зона зрелого хряща: 3.1 - клеточная территория, 3.1.1 - изогенная группа хондроцитов, 3.1.2 - территориальный матрикс, 3.2 - интертерриториальный матрикс



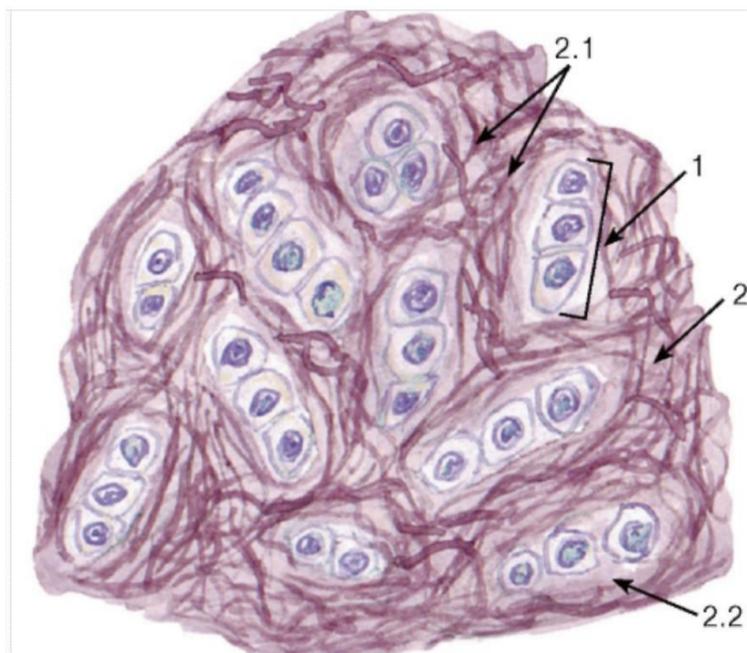
Эластическая хрящевая ткань

- Образует хрящи, которые обладают гибкостью и способностью к обратимой деформации. Из нее состоят хрящи ушной раковины, наружного слухового прохода, евстахиевой трубы, надгортанника, некоторые хрящи гортани, а также хрящевые пластинки и островки средних бронхов.
- Хондроциты в этой ткани располагаются в лакунах, где они лежат поодиночке или в виде небольших (до четырех клеток) изогенных групп.
- Матрикс, помимо коллагена II типа, протеогликанов и гликопротеинов, содержит эластические волокна, образующие плотную сеть

Участок эластического хряща

Окраска: орсеин-гематоксин

- 1 - изогенная группа хондроцитов; 2 - межклеточное вещество (хрящевой матрикс): 2.1 - эластические волокна, 2.2 - основное вещество



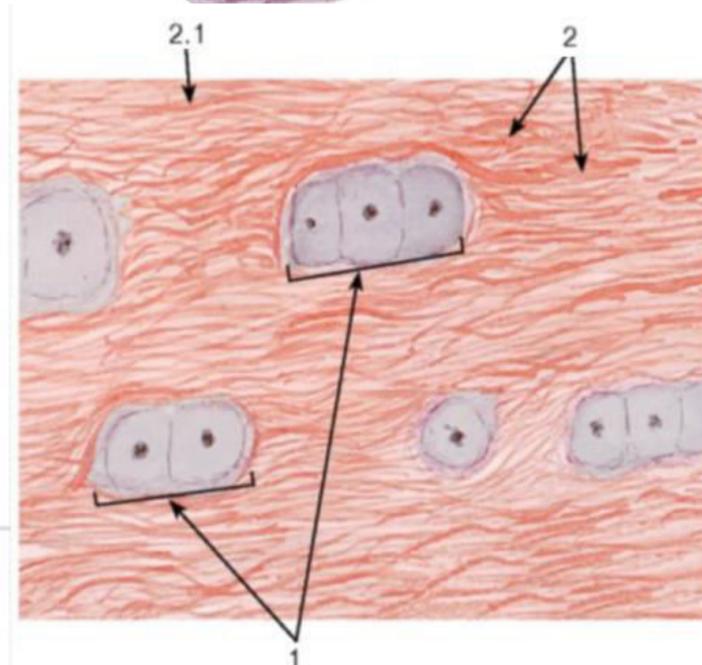
Волокнистая (фиброзная) хрящевая ткань

- Образует хрящи, которые обладают значительной механической прочностью. Она обнаруживается в межпозвоночных дисках, лонном симфизе, участках прикрепления сухожилий и связок к костям или гиалиновым хрящам.
- Хондроциты в этой ткани имеют округлую или удлиненную форму и располагаются в лакунах поодиночке или в виде мелких изогенных групп.
- Матрикс, помимо коллагена II типа, протеогликанов и гликопротеинов, содержит большое количество коллагена I типа в виде коллагеновых волокон, которые часто располагаются параллельными пучками

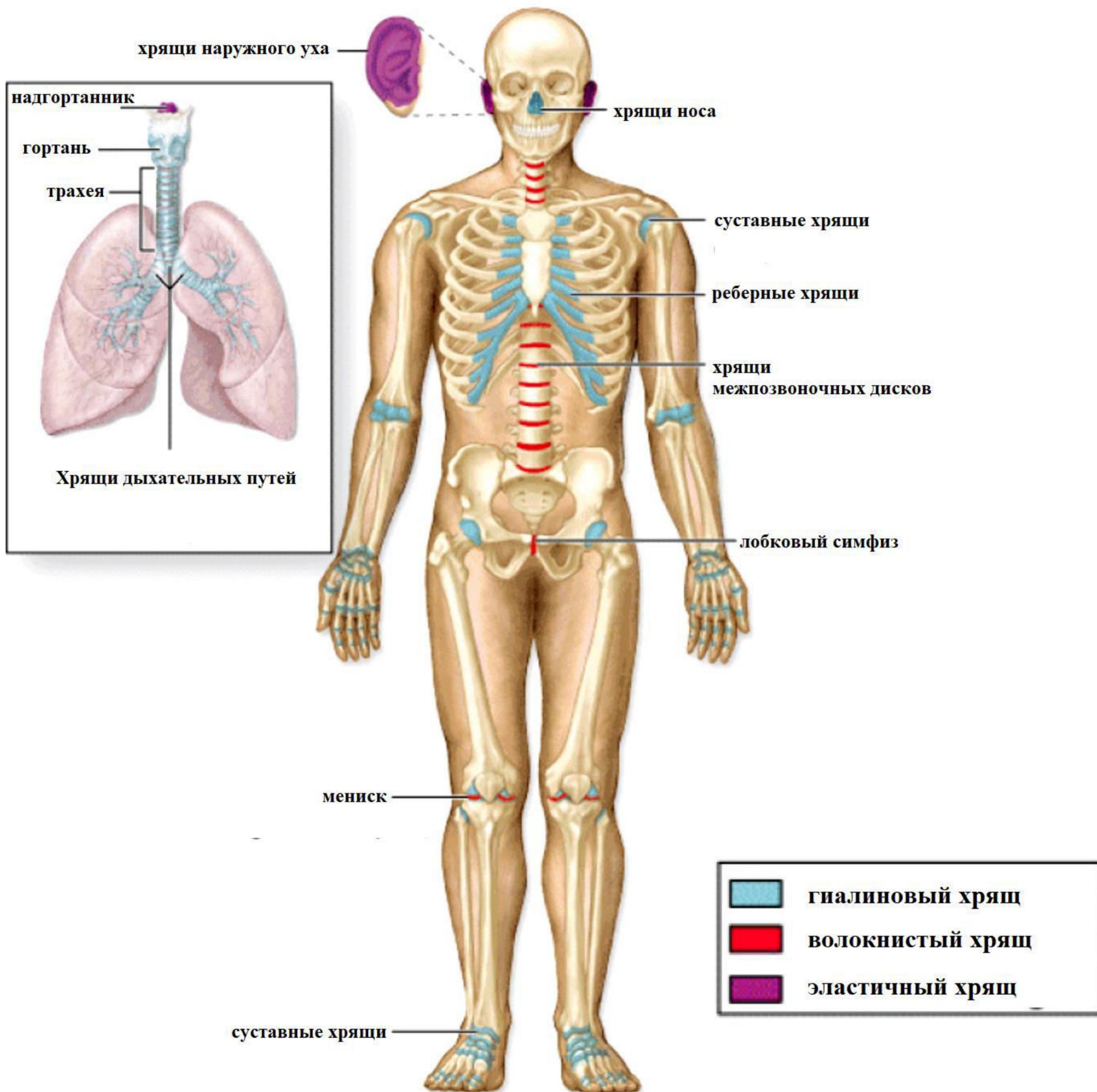
Участок волокнистого хряща

Окраска: гематоксин-эозин

- 1 - изогенные группы хондроцитов; 2 - межклеточное вещество (хрящевой матрикс): 2.1 - коллагеновые волокна

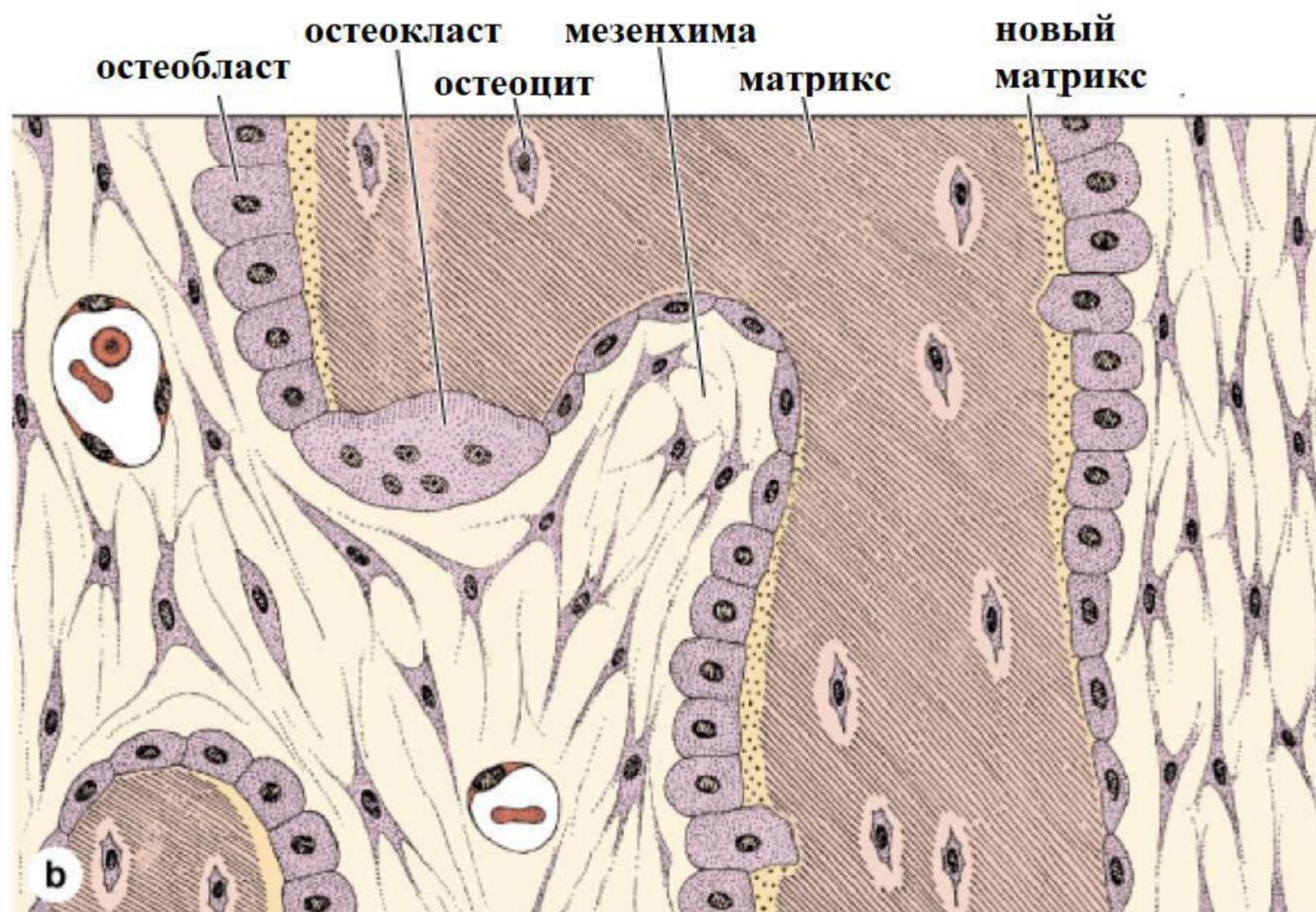
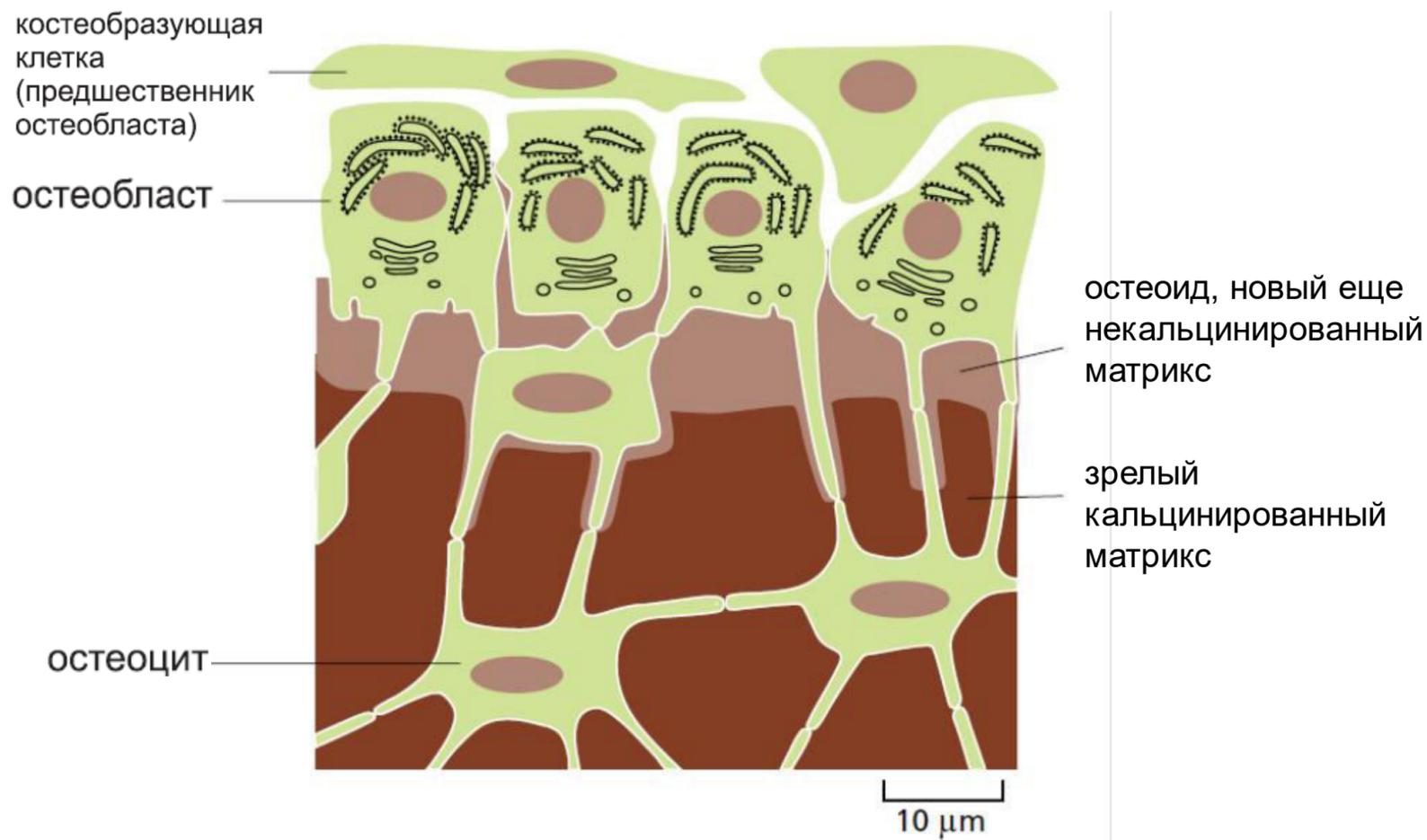


Хрящи в теле взрослого человека



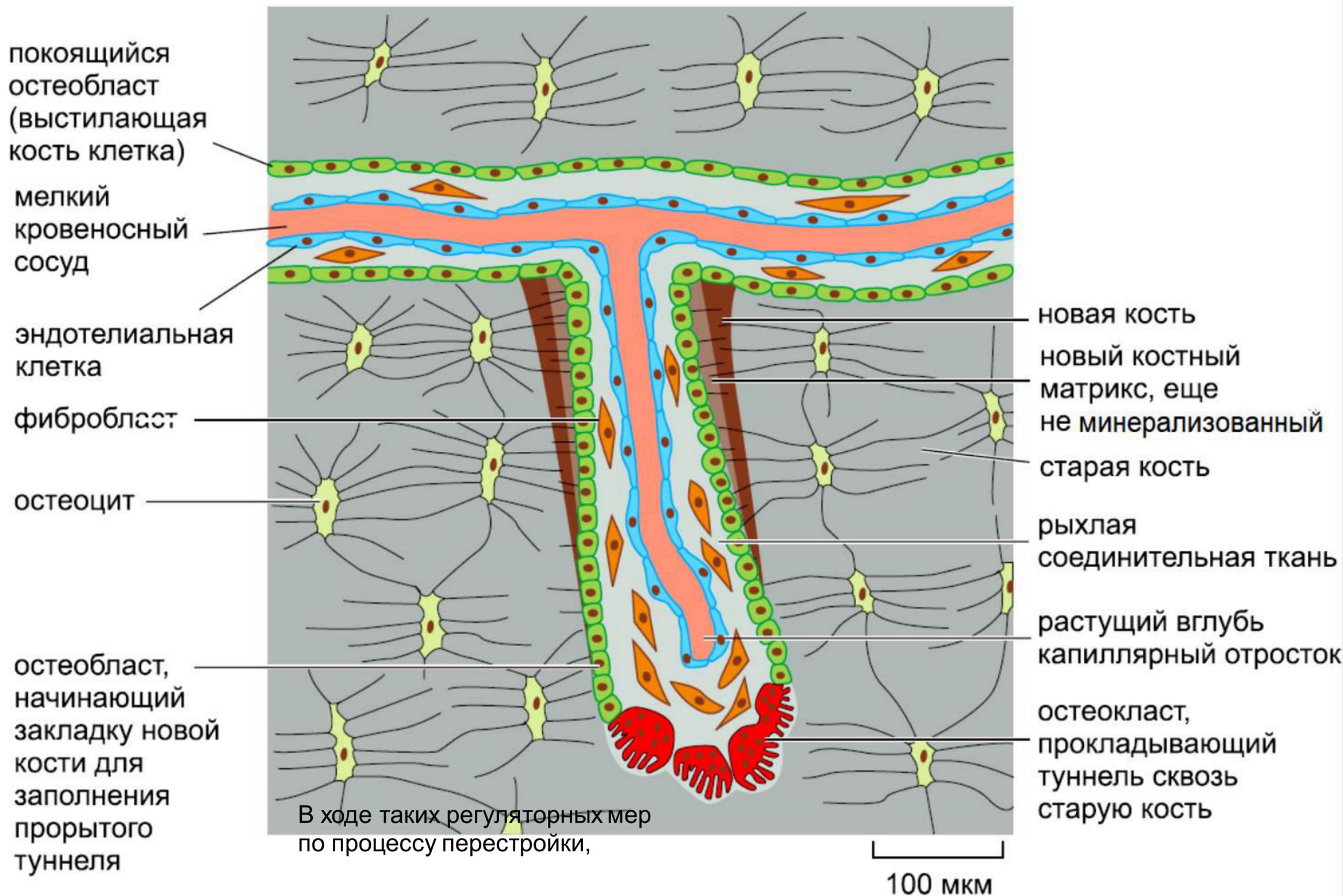
Костные ткани

- Главной особенностью является минерализованное межклеточное вещество.
- Около 50 % от общей массы кости составляет масса гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
- В межклеточном веществе костной ткани нанокристаллы гидроксиапатита растут как на матрице на фибриллах коллагена. Поверхность кристаллов постоянно обменивается ионами с окружающей жидкостью, в результате некоторые ионы в кристаллической решетке могут быть заменены на другие ионы. Так, почти до 10% катионов Ca^{2+} могут быть заменены на катионы Na^+ , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} . Анионы PO_4^{4-} и OH^- могут быть заменены на анион CO_3^{2-} .



Перестройка компактной кости

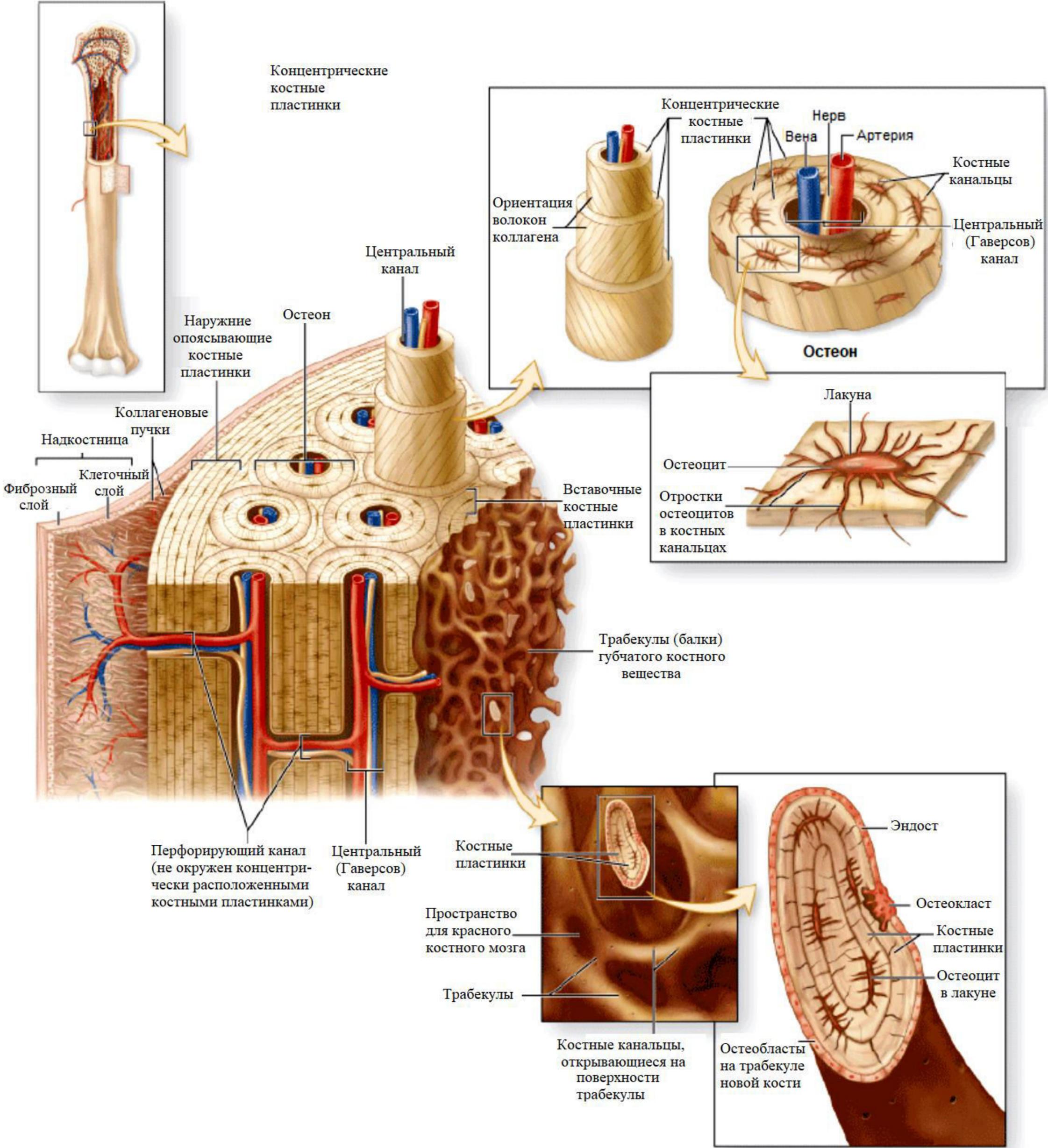
(по МБК, т.3)



Остеокласты, работающие совместно, прогрызают туннель через старую кость, продвигаясь со скоростью около 50 мкм в день. За ними входят в туннель остеобласты, которые выстилают его стенки и начинают формировать новую кость, откладывая слои матрикса со скоростью 1–2 мкм в день. В то же время капилляр растет вглубь по центру туннеля. В конечном счете туннель заполняется концентрическими слоями новой кости, и свободным остается лишь узкий центральный проход, называемый Гаверсовым каналом. Каждый такой канал, помимо обеспечения прохода для остеокластов и остеобластов, содержит один или несколько кровеносных сосудов, которые транспортируют питательные вещества, необходимые клеткам кости для жизни. Как правило, у здорового взрослого млекопитающего таким способом ежегодно заменяется примерно 5–10 % костной ткани.

Остеобласты выделяют сигнальные белки, управляющие остеокластами.

Баланс между отложением матрикса и его эрозией очень важен. Его нарушение может привести к *остеопорозу*, при котором происходит чрезмерная эрозия костного матрикса и ослабление кости, или к противоположному состоянию, *остеонетрозу*, в силу которого кость становится чрезмерно толстой и плотной. С другой стороны, в результате регулируемой перестройки кости обладают замечательной способностью приспосабливать свою структуру в ответ на долгосрочные изменения в испытываемой ими нагрузке. Например, именно благодаря этой особенности становится возможной ортодонтия: стационарная сила, прилагаемая к зубу скобой, заставляет его постепенно, на протяжении многих месяцев, смещаться через челюстную кость за счет перестройки костной ткани впереди и позади него.



Концентрические костные пластинки

Концентрические костные пластинки

Нерв
Артерия
Вена

Костные каналы

Центральный (Гаверсов) канал

Ориентация волокон коллагена

Остеон

Лакуна

Остеоцит

Отростки остеоцитов в костных канальцах

Трабекулы (балки) губчатого костного вещества

Эндост

Остеокласт

Костные пластинки

Остеоцит в лакуне

Остеобласты на трабекуле новой кости

Костные пластинки

Пространство для красного костного мозга

Трабекулы

Костные каналы, открывающиеся на поверхности трабекулы

Перфорирующий канал (не окружен концентрически расположенными костными пластинками)

Центральный (Гаверсов) канал

Центральный канал

Наружние опоясывающие костные пластинки

Остеон

Коллагеновые пучки

Надкостница

Клеточный слой

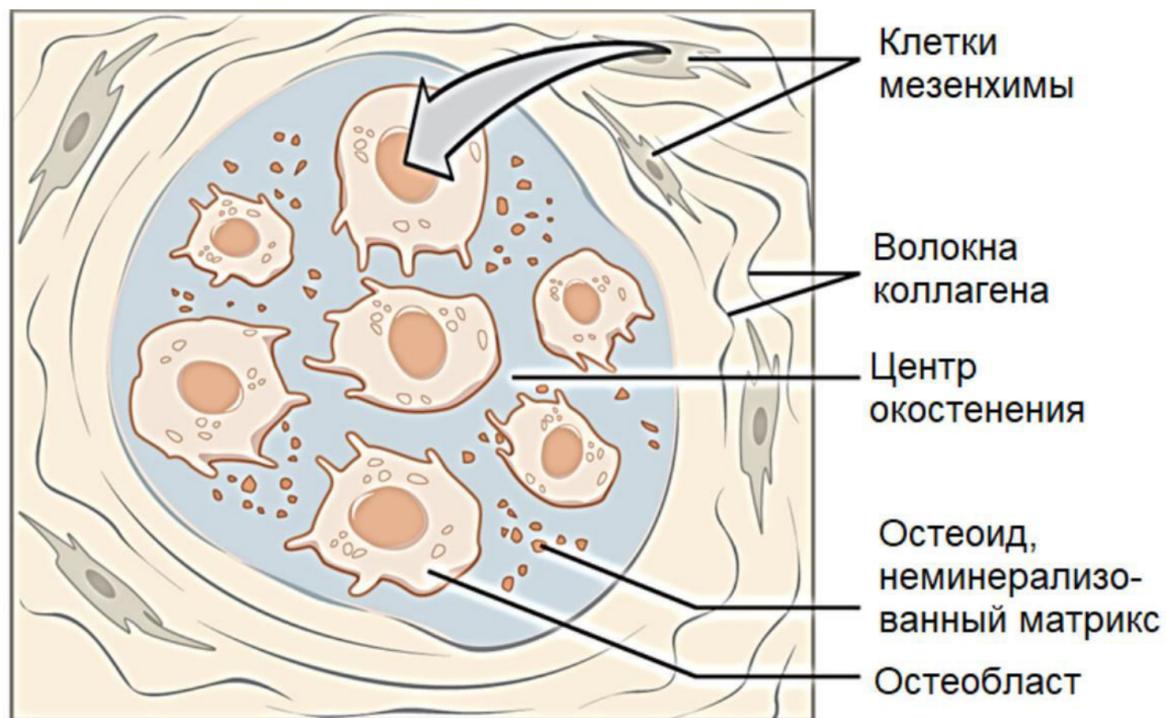
Фиброзный слой

Вставочные костные пластинки

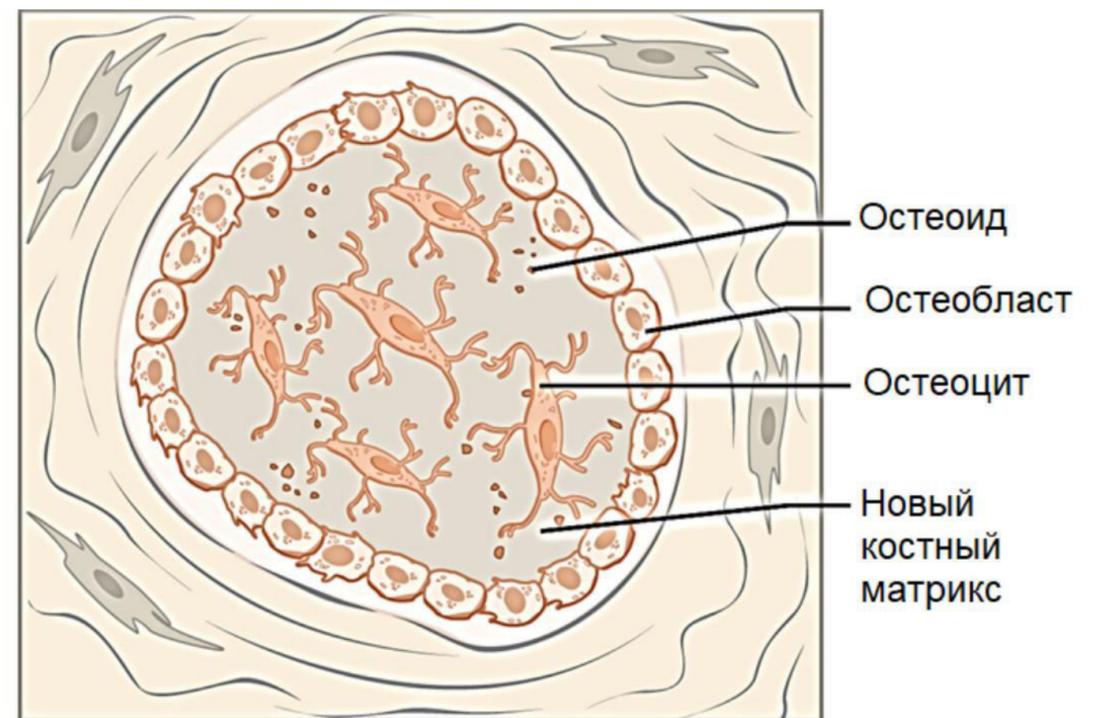
Развитие костной ткани (остеогенез) может происходить двумя путями:

- 1) непосредственно из мезенхимы или эмбриональной соединительной ткани (**прямой остеогенез**, или интрамембранозное окостенение); так развиваются плоские кости черепа, ключицы, конечных фаланг пальцев, тазовые кости
- 1) на месте ранее образованной хрящевой модели кости (**непрямой остеогенез**, или хрящевое окостенение).

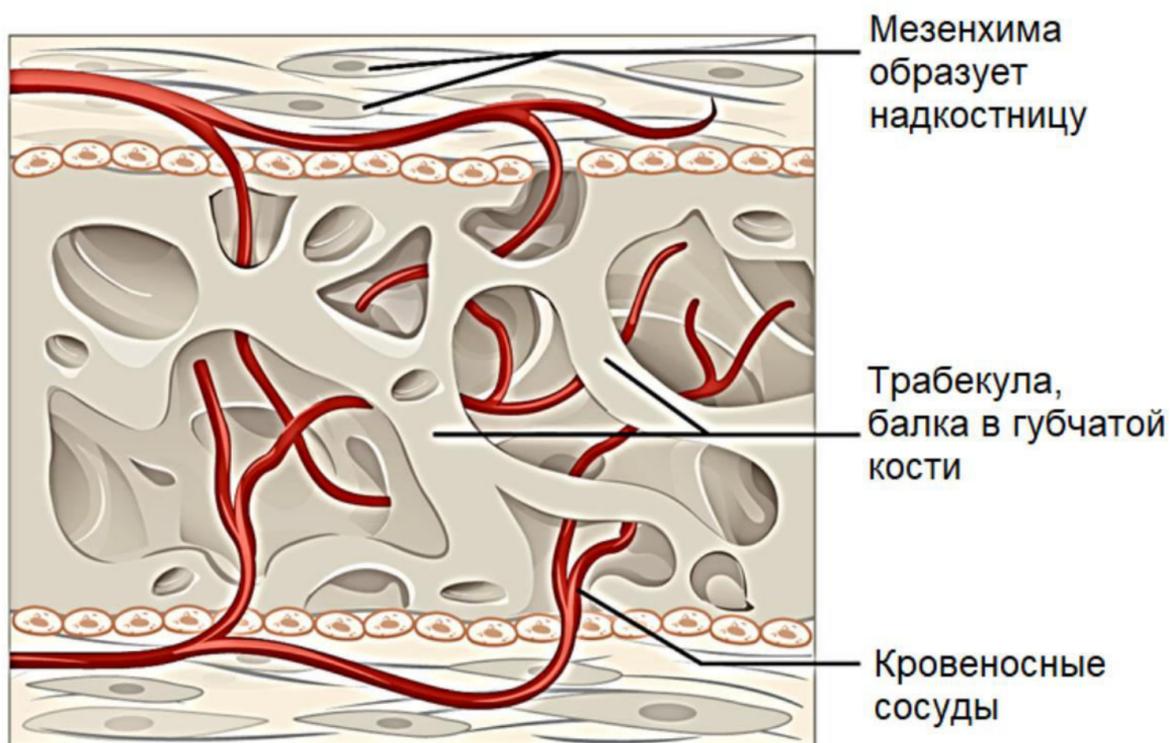
Прямое окостенение



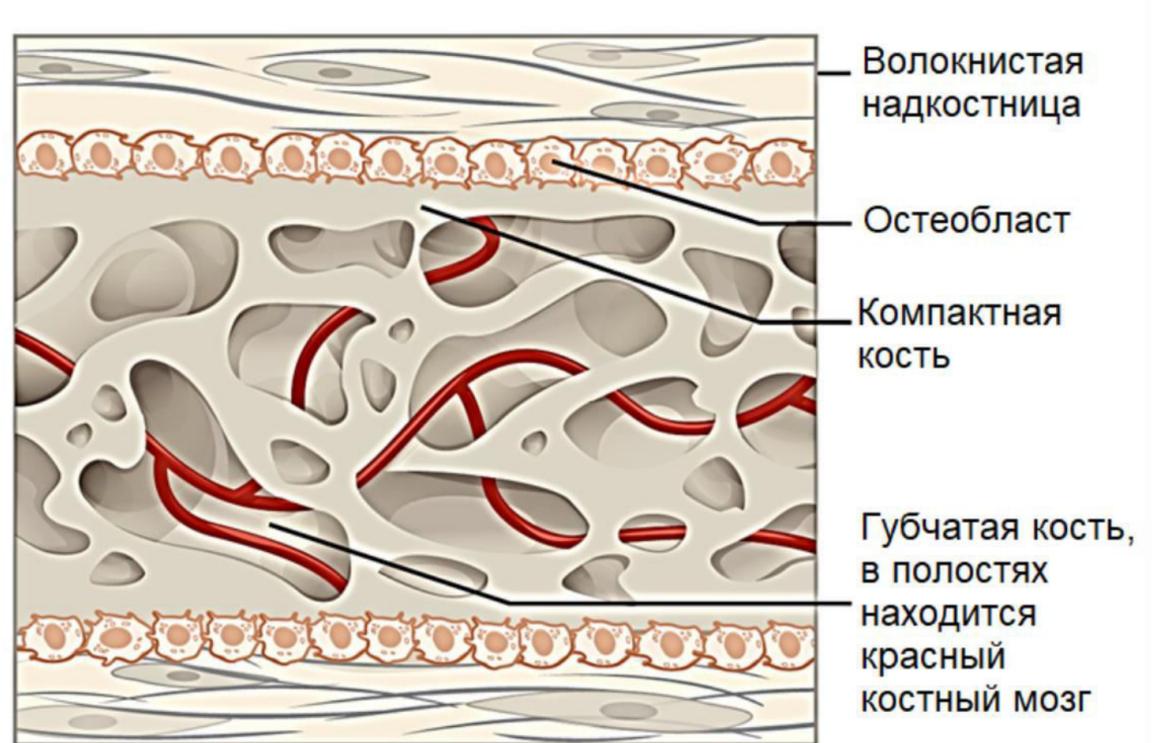
(a)



(b)



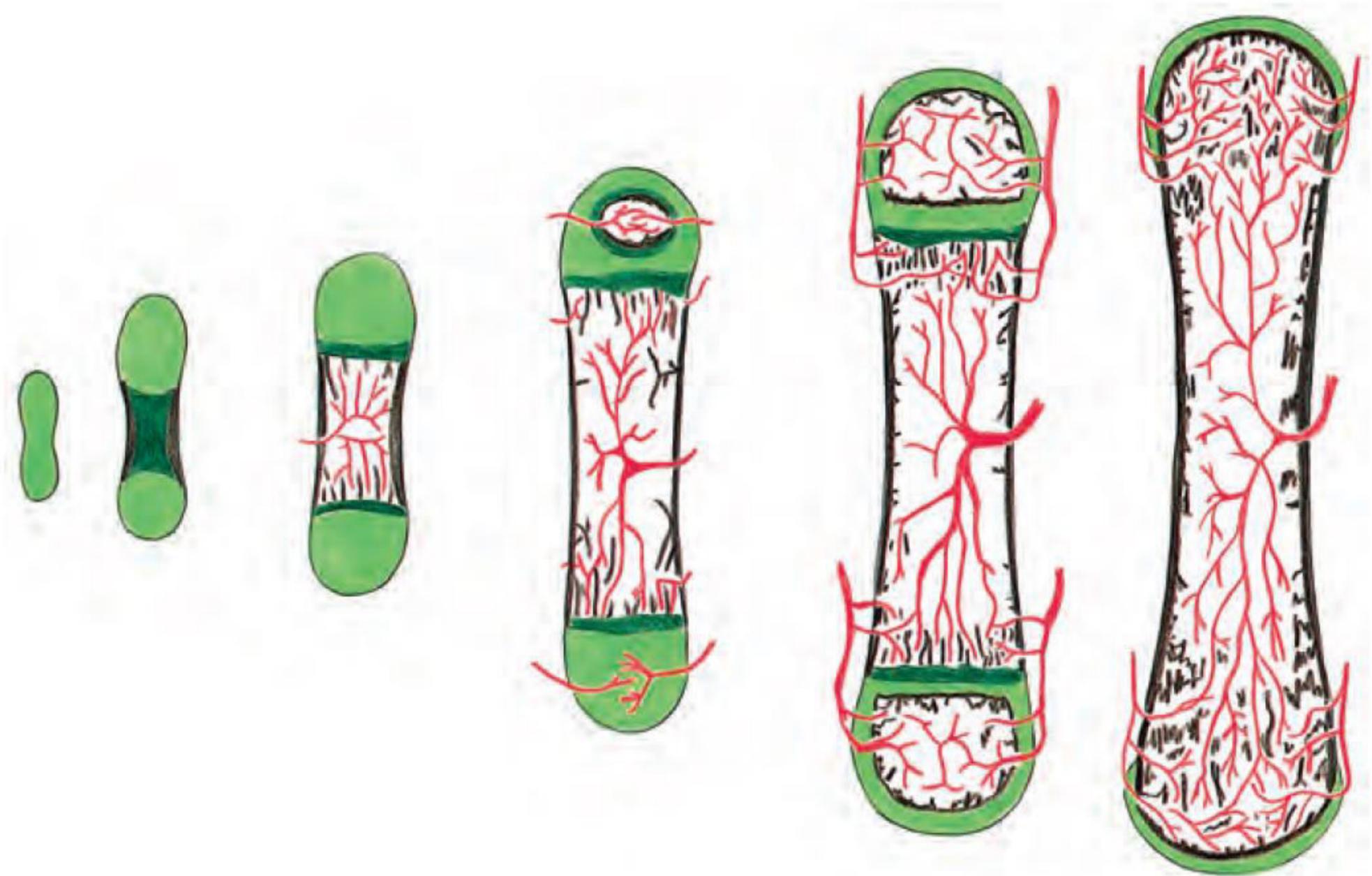
(c)



(d)

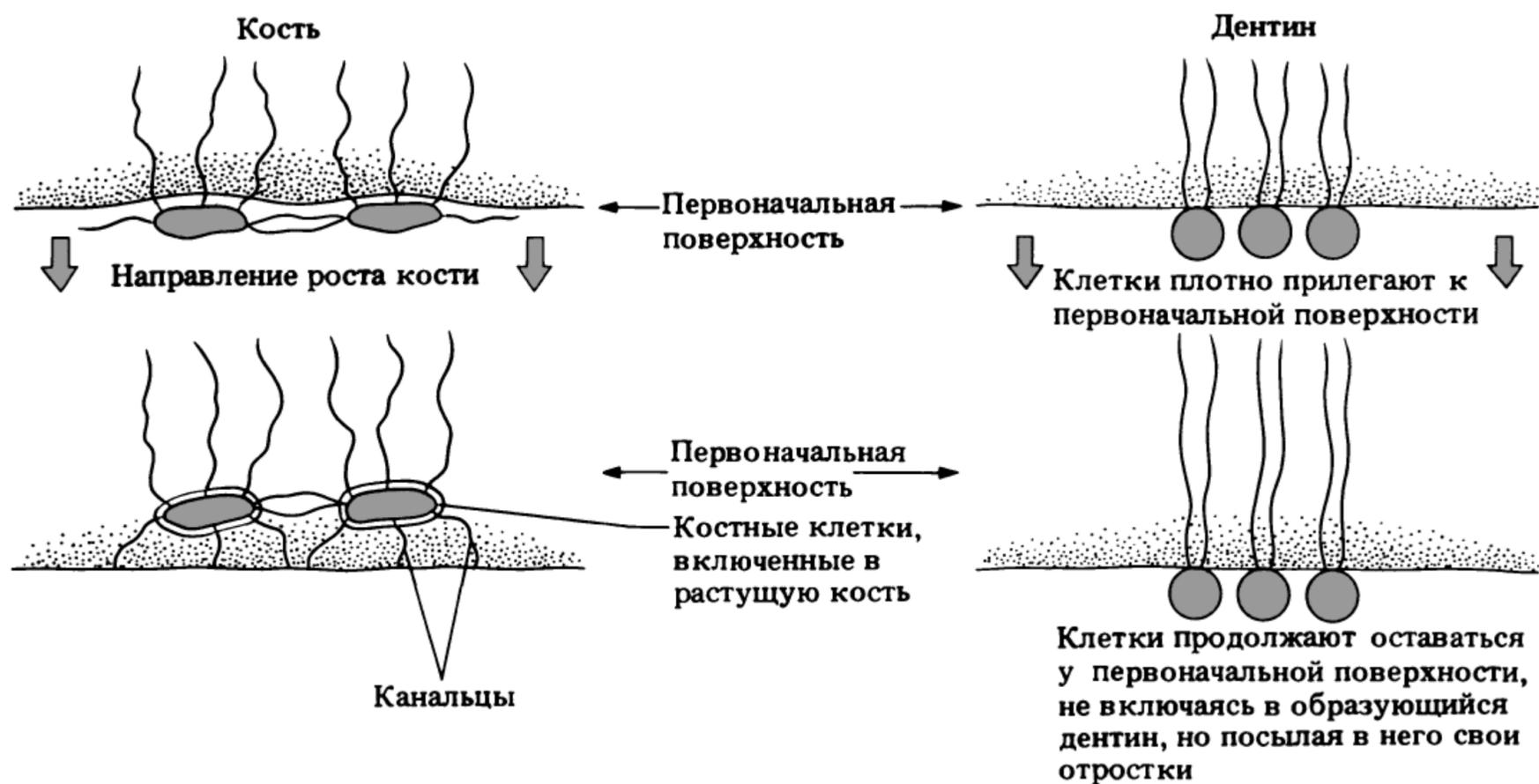
Остеогенез трубчатой кости

(по МБК, т.3)

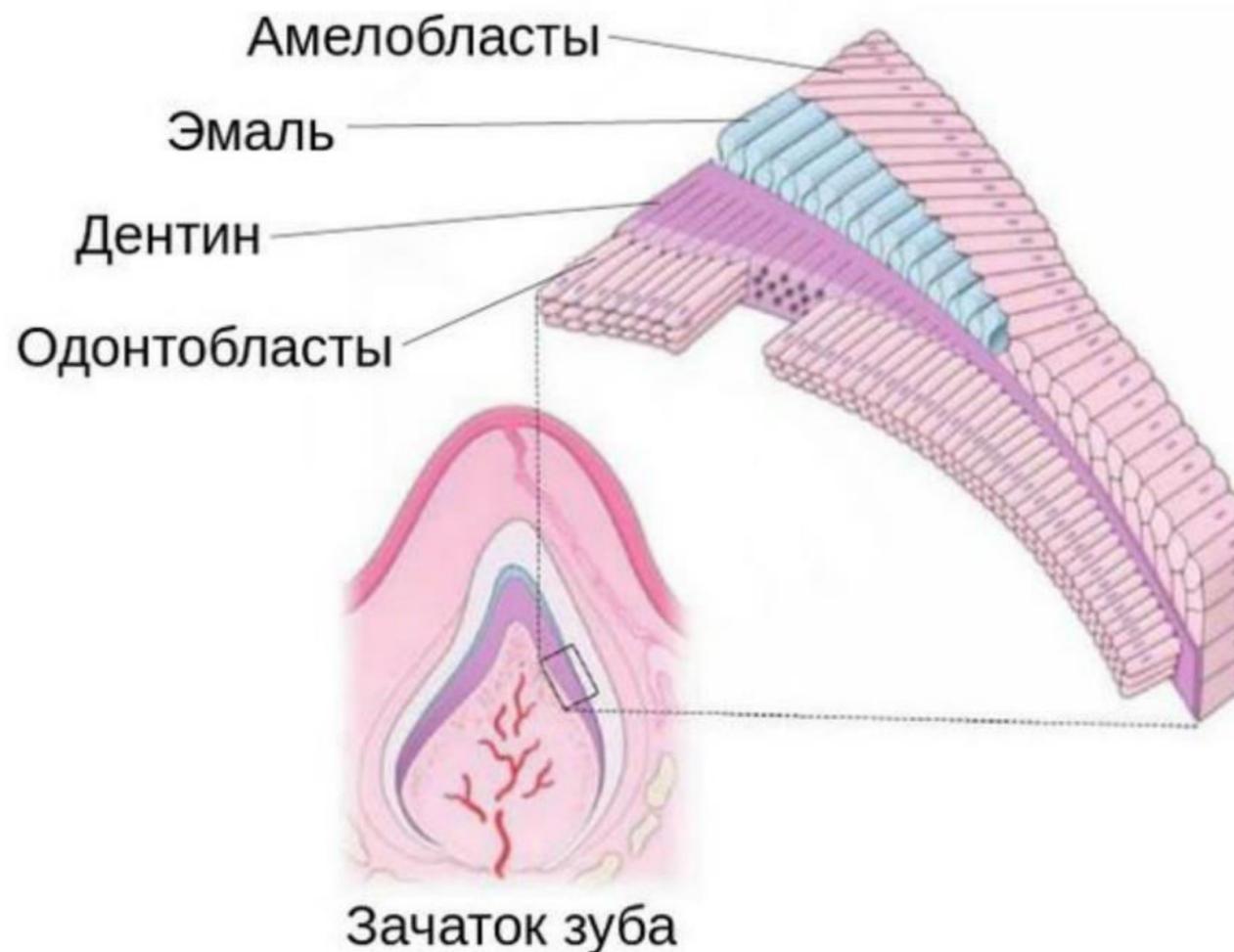


Развитие длинной кости. Длинные кости, такие как бедренная или плечевая кости, развиваются из миниатюрной хрящевой модели. Неминерализованный (мягкий) хрящ обозначен *светло-зеленым*, минерализованный — *темно-зеленым*, кость — *черным*, а кровеносные сосуды — *красным* цветом. Хрящ не превращается в кость, но постепенно заменяется ею при содействии остеокластов и остеобластов, которые вторгаются в хрящ наряду с сопутствующими им кровеносными сосудами. Остеокласты разъедают хрящевый и костный матрикс, в то время как остеобласты выделяют костный матрикс. Процесс окостенения начинается в зародыше и завершается лишь к концу полового созревания. Получающаяся кость состоит из толстостенного полого цилиндра компактной кости, охватывающего большую центральную полость, занятую костным мозгом. Необходимо отметить, что не все кости развиваются таким способом. К примеру, покровные кости черепа сразу формируются как костные пластинки, а не из предшествующей хрящевой модели.

Дентин – особая костная ткань в зубах



Внимание! Зубная эмаль – не костная ткань, т.к. порождена особыми **эпителиальными** клетками. Эти клетки после прорезывания зуба погибают, поэтому эмаль не восстанавливается



Мышечные ткани

Сравнение гладкой, поперечнополосатой и сердечной мышечных тканей

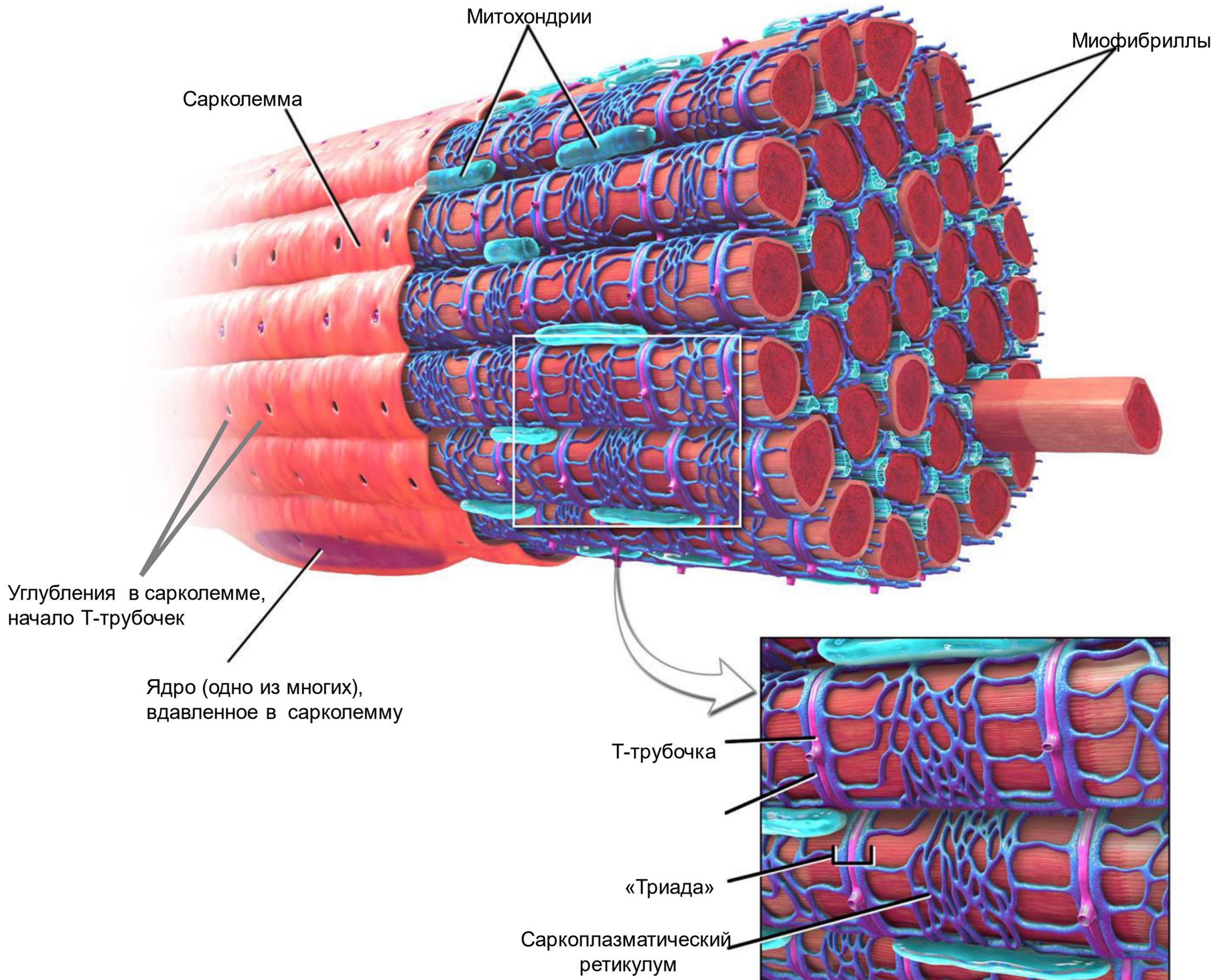
1. Общие свойства:

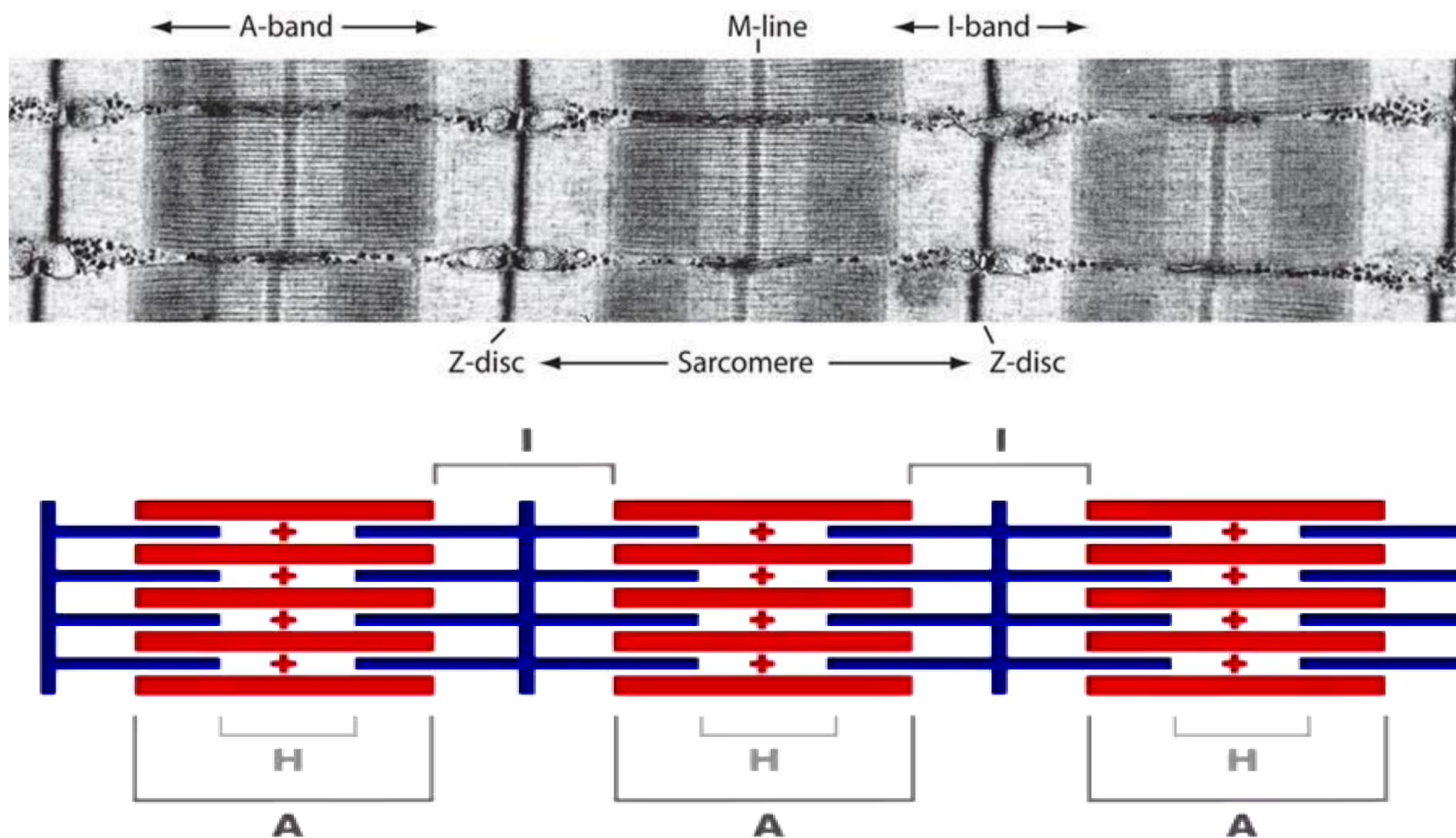
- 1) возбудимость;
- 2) сократимость; это свойство связано с работой особых сократительных белков - актина и миозина;
- 3) *некоторые авторы добавляют еще и проводимость.*

2. Различия

признак	Гладкая мускулатура	Поперечнополосатые мышцы	Сердечная мышца
1. Размеры клеток	0.1-0.5мм в длину	Крупные цилиндрические клетки, 0.01-0.1мм в диаметре и от 1мм до 30 см (!) в длину. Такие длинные клетки называют мышечными волокнами.	Похожи на небольшие поперечнополосатые волокна (примерная длина - 0,1 мм).
2. Строение клетки	Тонкая веретеновидная клетка. Одно ядро. Цитоплазма кажется однородной, но при специальной обработке становятся видны фибриллы (нити сократительных белков), тянущиеся вдоль клетки.	Многоядерные клетки, ядра расположены под мембраной. В цитоплазме много миофибрилл, состоящих из саркомеров. Это создает поперечную исчерченность. Между миофибриллами много митохондрий. Поперек миофибрилл проходят трубочки, связанные с клеточной мембраной, эти трубочки захватывают и освобождают ионы Ca^{2+} , необходимые для работы сократительных белков.	Прямоугольные клетки. Несколько ядер, расположенных в центре клетки. Между последовательными клетками – щелевые контакты с коннексонами. Возбуждение может передаваться от одной клетки к другой, поэтому клетки будут сокращаться практически одновременно.
3. Как клетки объединяются в ткани и мышцы?	Отдельные клетки часто собраны в пучки или пучки, перемежаясь с соединительной тканью. Иногда клетки рассеяны в стенках внутренних органов.	Параллельно расположенные клетки собраны в пучки, окруженные соединительнотканной оболочкой. Пучки собраны в мышцы, окруженные общей соединительнотканной оболочкой. На концах эта оболочка образует сухожилия, прикрепляющие мышцы к костям.	Клетки собраны в единую сердечную мышцу.
4. Управление движением	Вегетативная нервная система. Некоторые способны к автоматии.	Соматическая нервная система	Особые клетки в сердечной мышце обладают автоматизмом (пейсмейкеры) На работу пейсмейкеров (водителей ритма) в некоторой степени влияют сигналы со стороны вегетативной нервной системы
5. Особенности работы	Самопроизвольные сокращения. Клетка может сильно укорачиваться. Медленное сокращение и медленное устание	Произвольные сокращения. Быстрые и мощные сокращения. Мышцы скоро устают.	Самопроизвольные сокращения. Быстрые, ритмические сокращения. Не устает примерно 70 лет.
6. Где расположены ?	Движения внутренних органов. Есть в стенках пищеварительного тракта, мочевого пузыря, матки, бронхов, в стенках кровеносных сосудов, протоков желез внешней секреции.	Скелетные мышцы прикреплены к костям. Подкожная мускулатура	Только в сердце

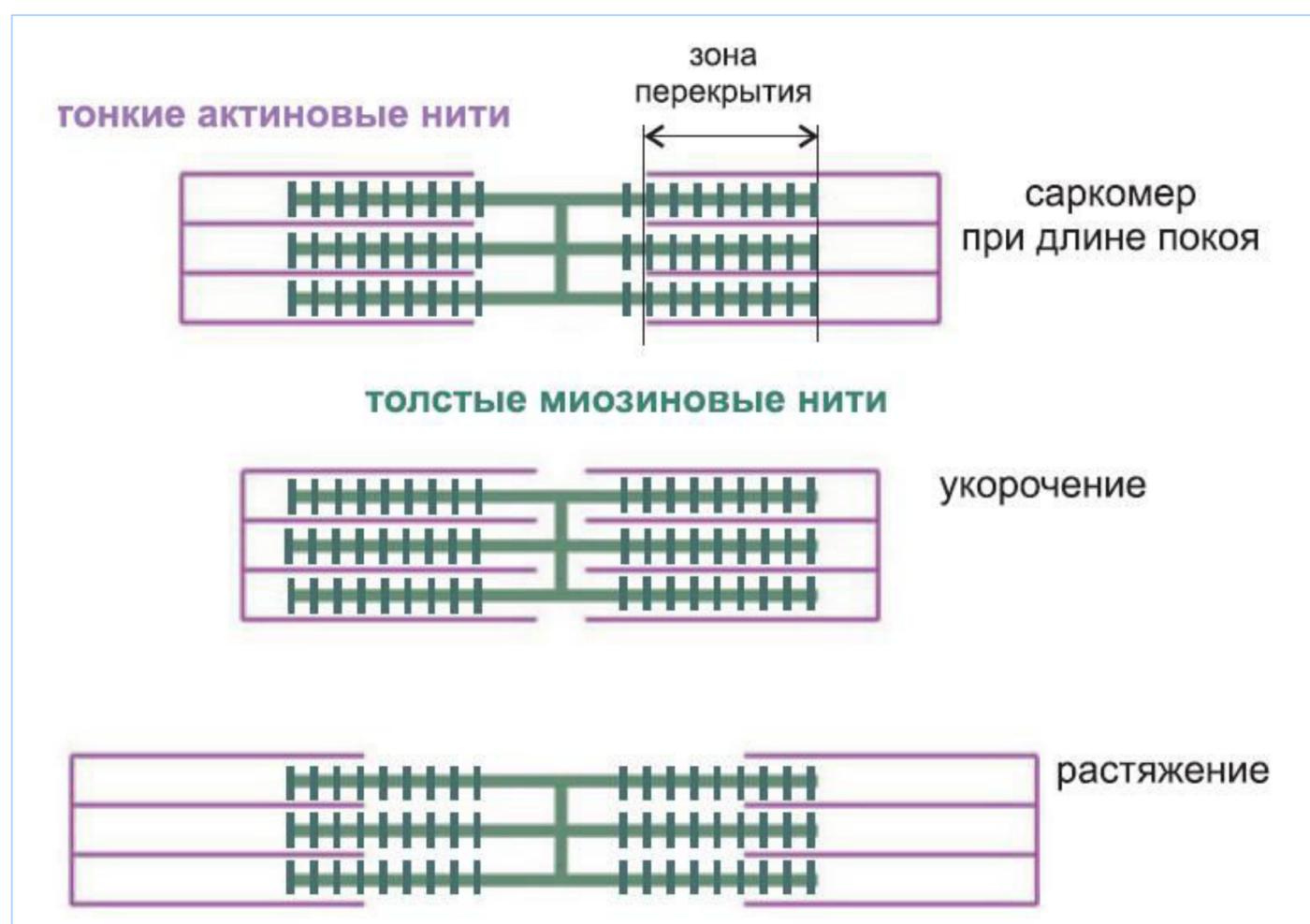
Строение клетки скелетных мышц (мышечного волокна)



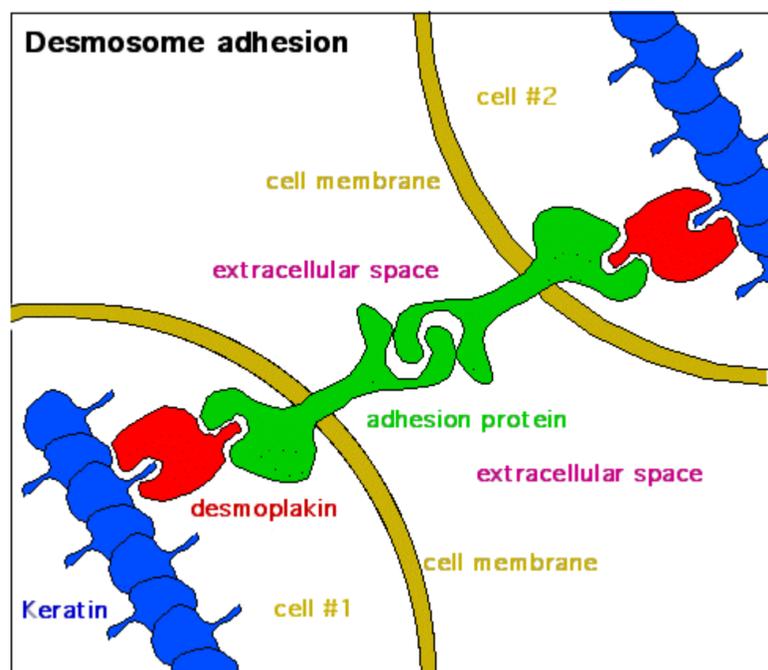
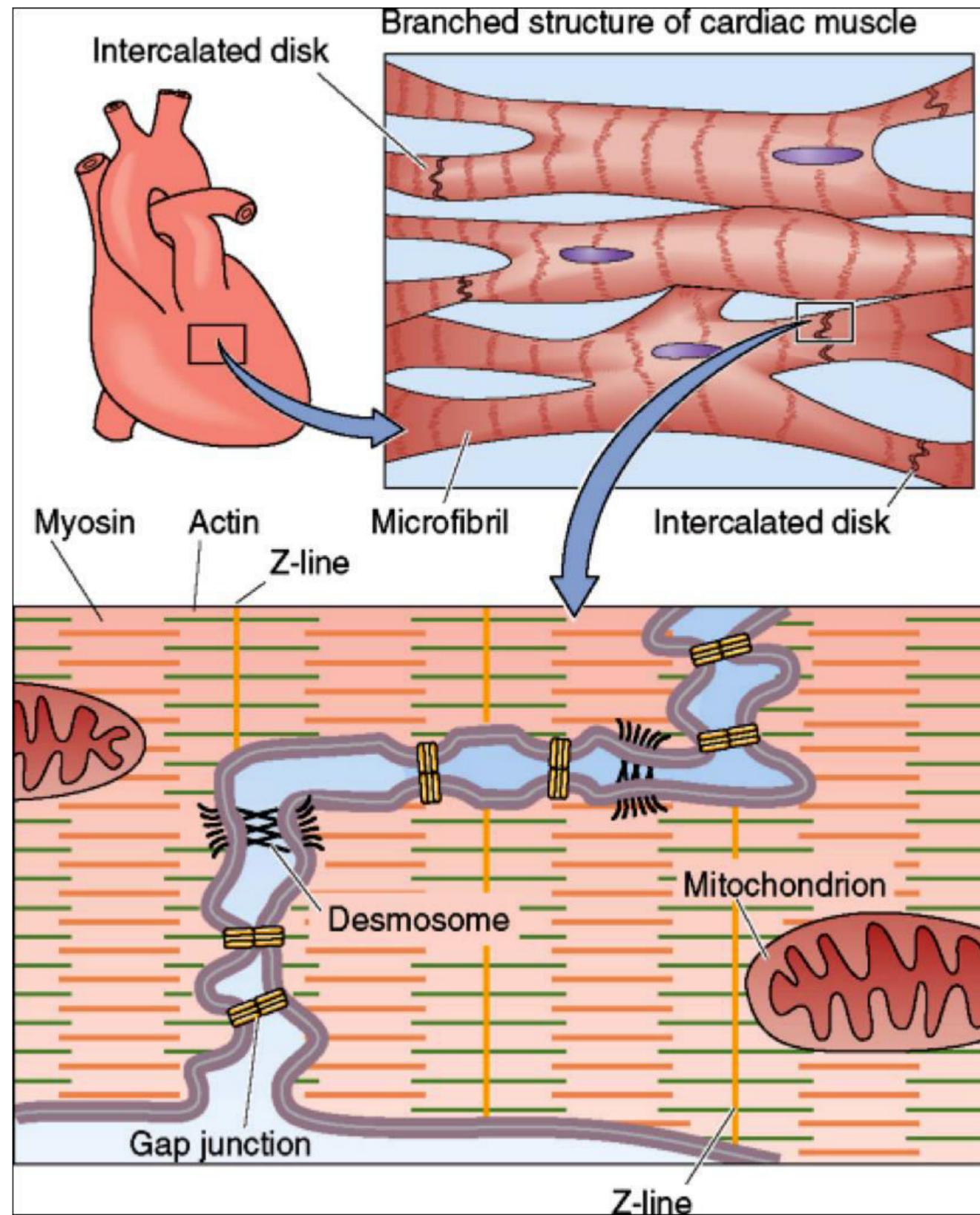
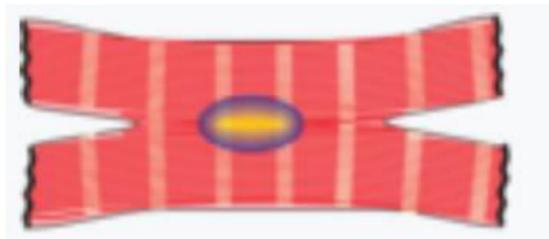


Источник - [Bioninja](https://www.bioninja.com.au)

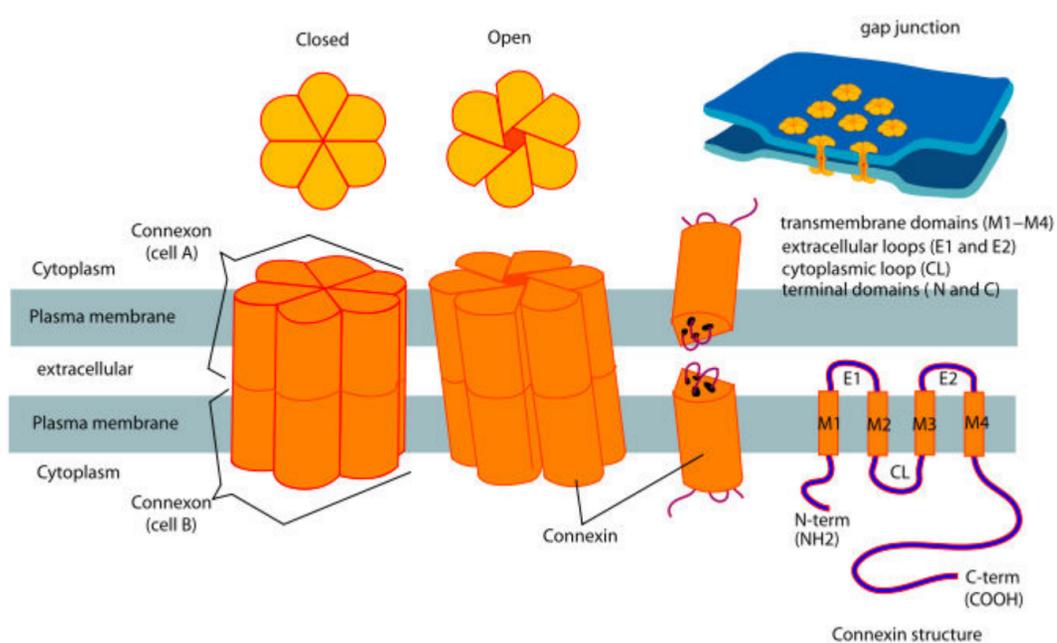
Схема, иллюстрирующая гипотезу скользящих нитей



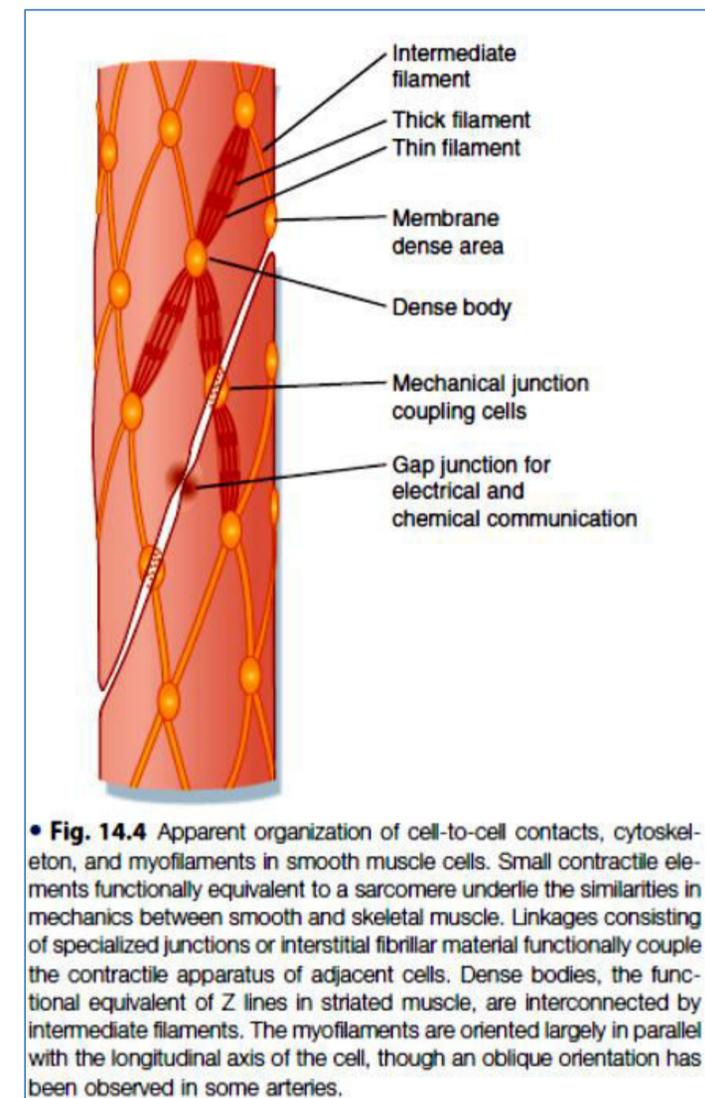
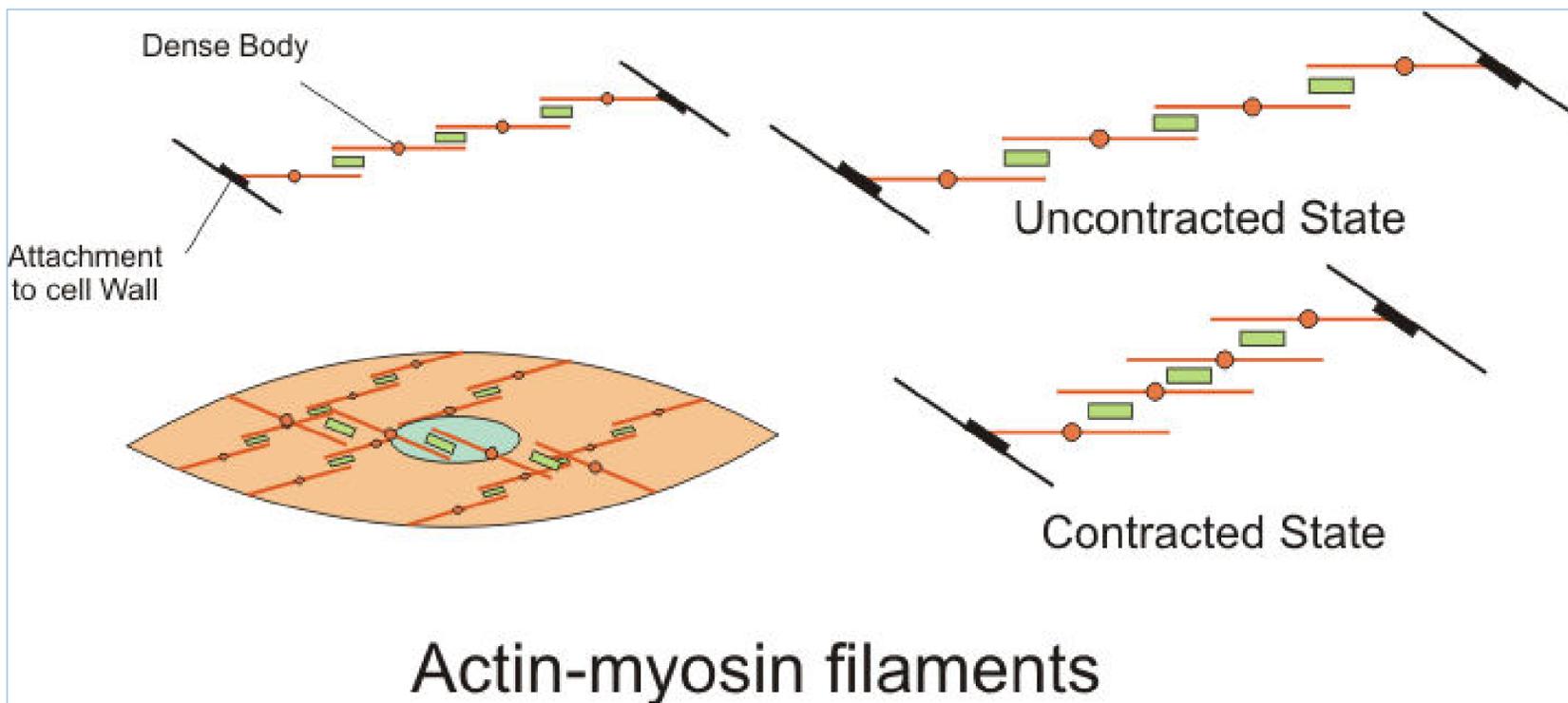
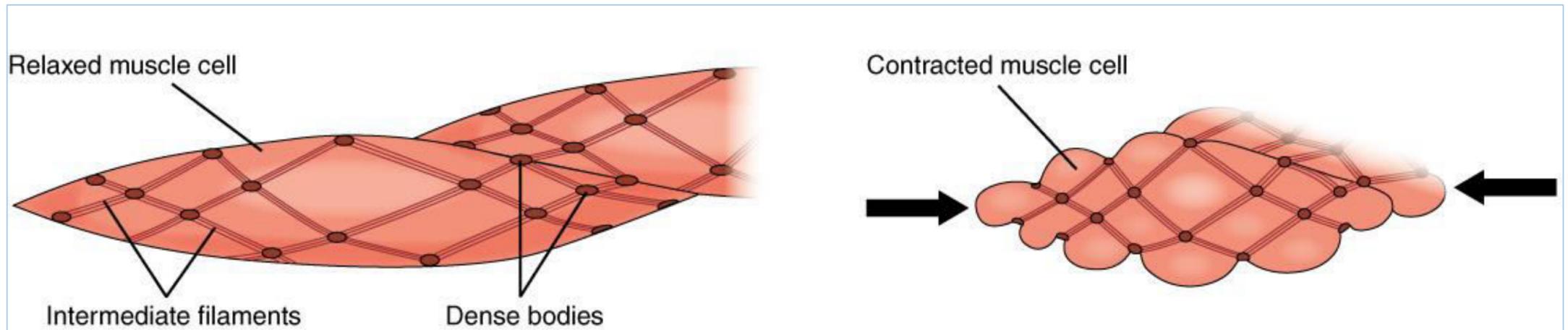
Рабочие (сократительные) миокардиоциты

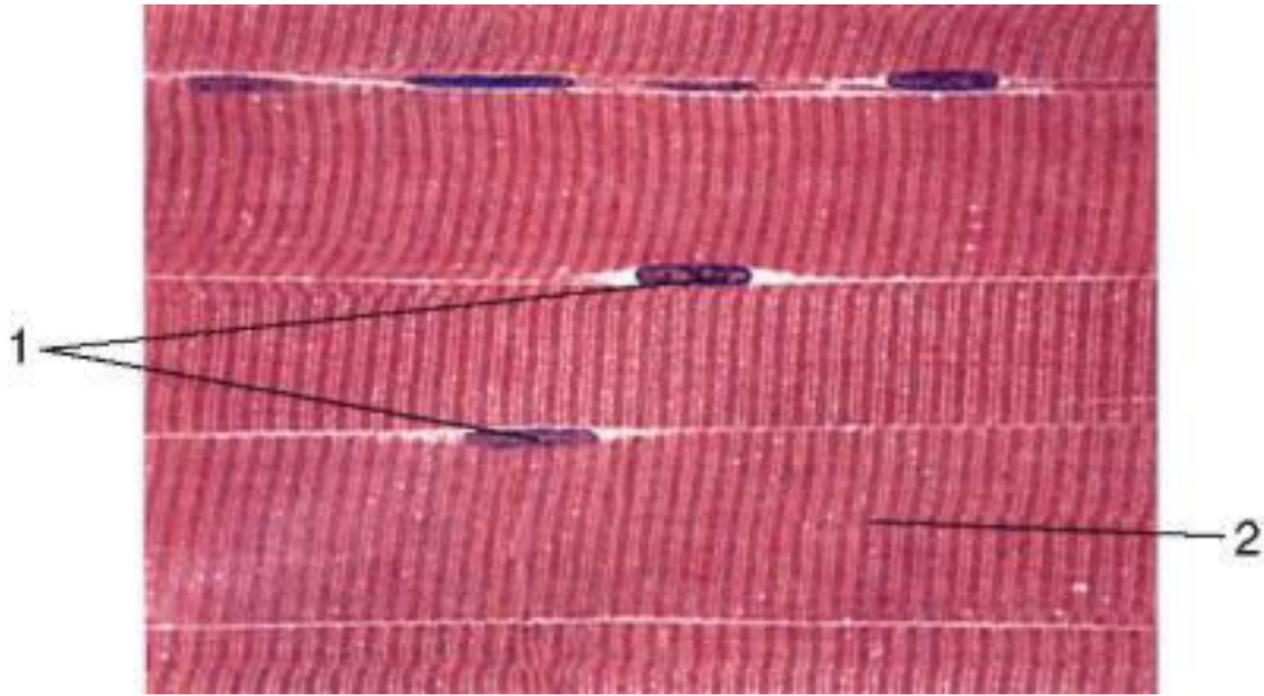


Автор: JWSchmidt из английской Википедии, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=37238509>

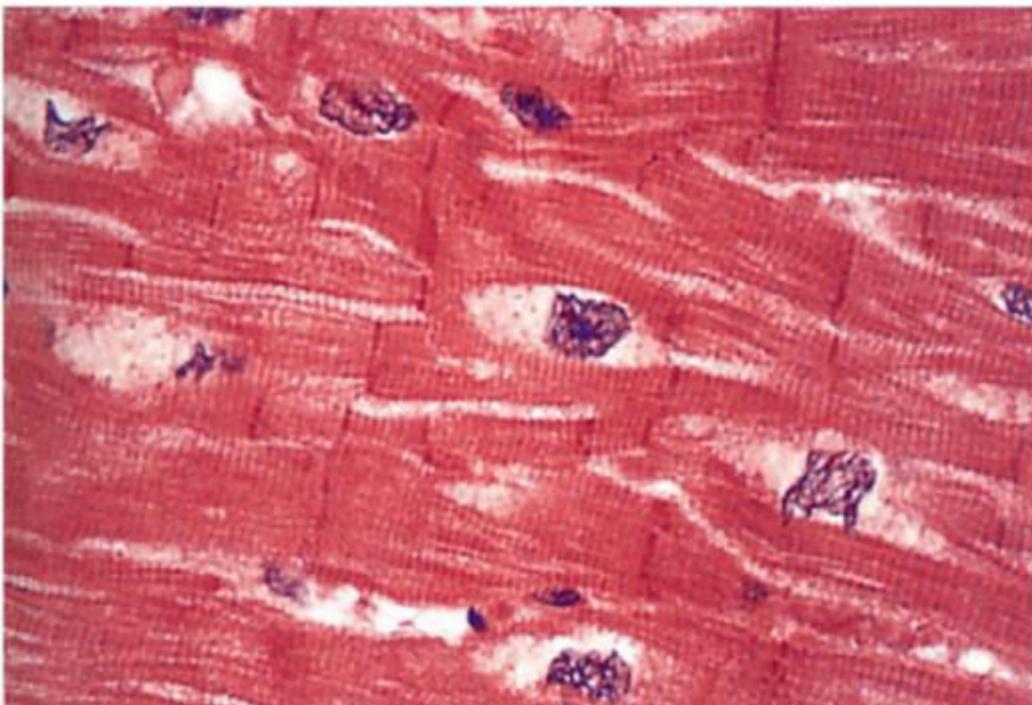
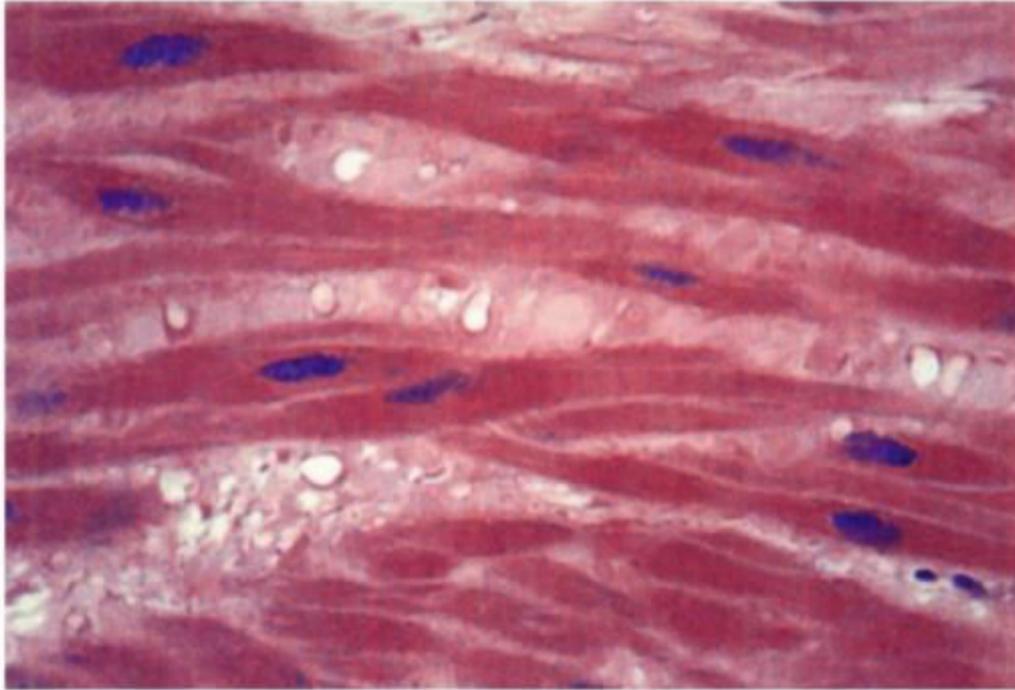


Клетки гладкой мышцы



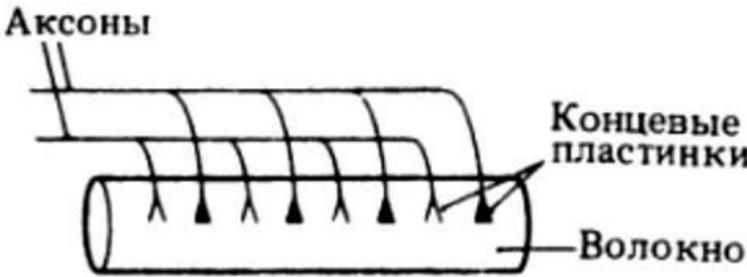
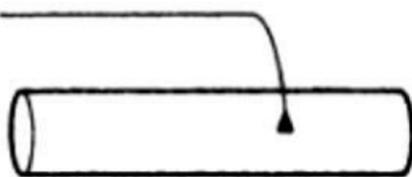


?



Отрывок из ГСТ

Таблица 17.4 Структура, локализация и общие свойства быстрых и медленных мышечных волокон

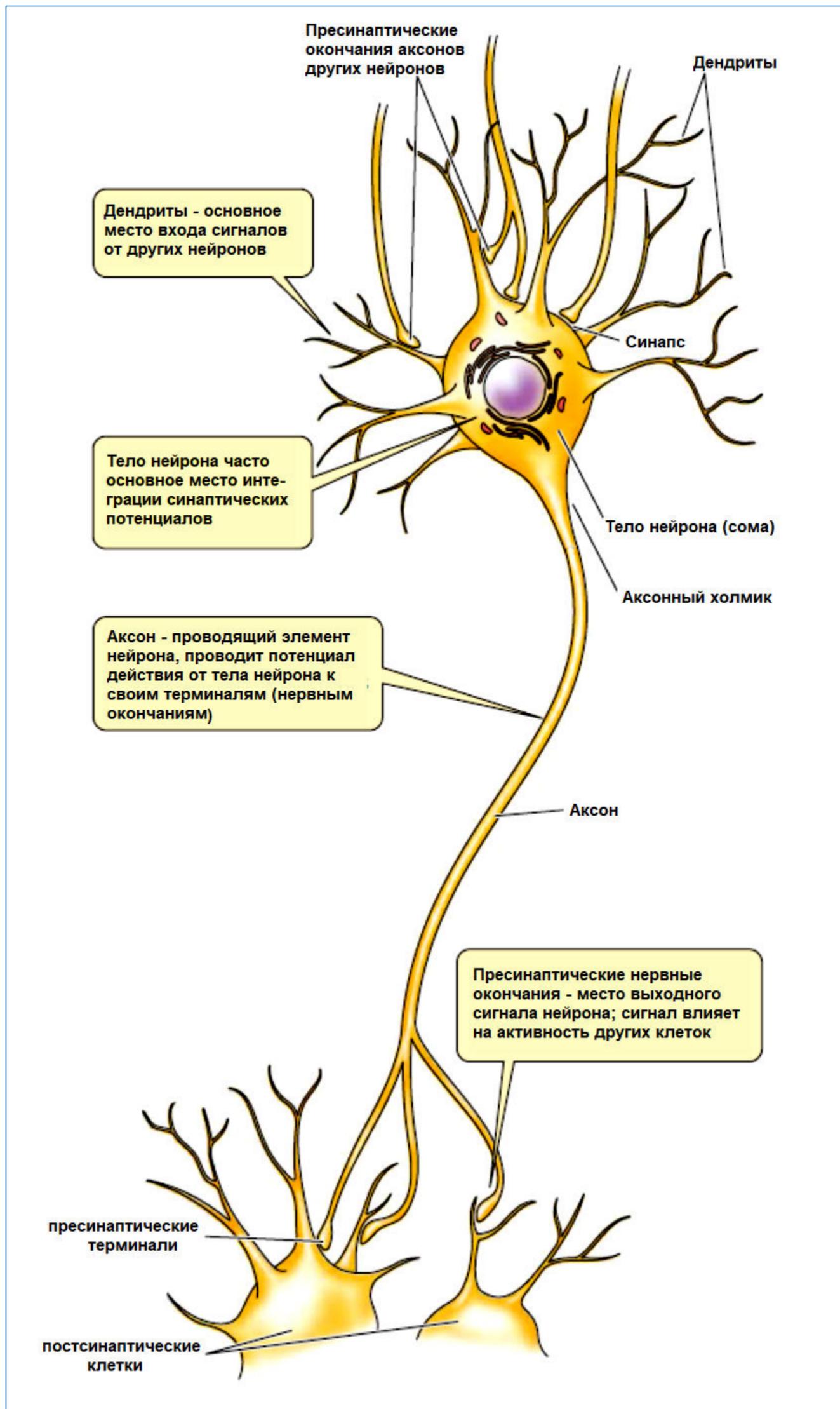
	Медленные (тонические) волокна	Быстрые (фазические) волокна
Строение	<p>Много митохондрий Саркоплазматический ретикулум развит слабо Красные — из-за присутствия миоглобина и цитохромовых пигментов Содержание гликогена невелико Тесный контакт волокон с капиллярами для ускорения обмена веществами</p>	<p>Мало митохондрий Саркоплазматический ретикулум хорошо развит Белые — миоглобина и цитохромовых пигментов мало или нет вовсе Обилие гликогеновых гранул</p>
Расположение	В глубоких слоях мышц конечностей	Ближе к поверхности
Иннервация	<p>Тонкие нервные волокна 5 мкм в диаметре На одном мышечном волокне несколько концевых пластинок (это называется мультитерминальной иннервацией)</p>	<p>Толстые нервные волокна 10—20 мкм в диаметре Обычно на одном мышечном волокне одна концевая пластинка (могут быть две)</p>
		
Возбудимость	<p>Скорость проведения импульса 2—8 м · с⁻¹ Мембрана не обладает электрической возбудимостью. Каждый импульс приводит к высвобождению лишь небольшого количества ацетилхолина. Таким образом, степень деполяризации мембраны зависит от частоты стимуляции</p>	<p>Скорость проведения 8—40 м · с⁻¹ Мембрана обладает электрической возбудимостью. Когда возникает потенциал действия, развивается ответ типа «всё или ничего»</p>
Тип ответа	Медленное градуальное сокращение. Медленное расслабление (приблизительно в 100 раз медленнее, чем у быстрых волокон)	Быстрое сокращение (в три раза быстрее, чем у медленных волокон). Довольно быстрое утомление
Физиологическая активность	<p>Источник АТФ — аэробное дыхание Многие волокна при недостатке O₂ продолжают работать за счет анаэробного гликолиза; в этом случае образуется молочная кислота и создается кислородная задолженность По мере окисления дыхательного субстрата мобилизуются резервные углеводы и жиры Тепло отводится от мышцы по мере его выработки</p>	<p>Источник АТФ — анаэробные процессы (гликолиз) Быстро создается кислородная задолженность В качестве дыхательного субстрата интенсивно используется гликоген Тепло поглощается волокнами, так как кровеносная система не обеспечивает его быстрого отведения</p>
Функция	Устанавливается равновесие между работой мышцы и ее потребностями Обеспечивают длительное сокращение мышцы; это используется для поддержания позы	Мышца некоторое время сокращается и тогда, когда кровеносная система не успевает обеспечить дополнительную доставку кислорода Обеспечивают немедленное быстрое сокращение, когда кровеносная система еще только приспосабливается к новому уровню мышечной активности; поэтому очень важны при локомоции

Нервная ткань

- Главные свойства – **возбудимость и проводимость**.
- Состоит из **нервных клеток**.
- Нервная ткань – производное **эктодермы**.
- В центральной нервной системе очень мало межклеточного вещества и соединительных тканей (за исключением областей вокруг крупных кровеносных сосудов).



Нейрон



Структурная особенность нейрона – тонкие выросты
Аксон – длинный вырост, по нему нервный импульс идет от тела нейрона. У нейрона всегда только 1 аксон.

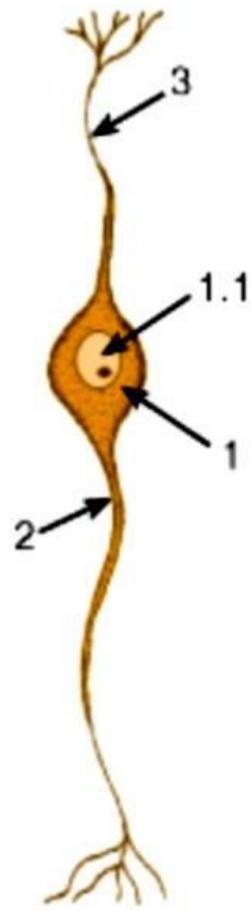
Дендрит – разветвленный вырост, по нему импульс идет к телу нейрона. Дендритов может быть много

Морфологическая классификация нейронов



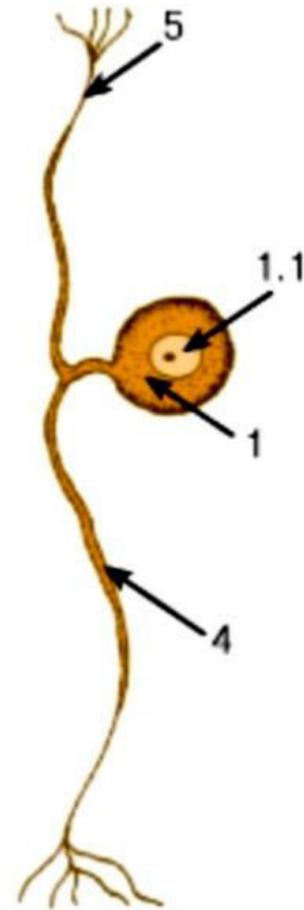
Униполярный нейрон

(амакринная клетка сетчатки глаза)



Биполярный нейрон

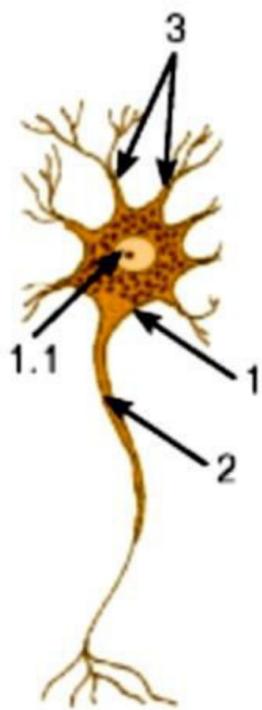
(вставочный нейрон сетчатки глаза)



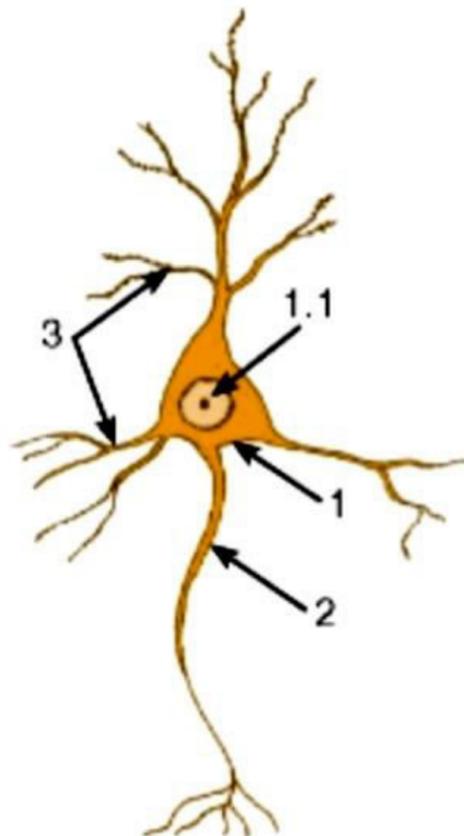
Псевдоуниполярный нейрон

(афферентная клетка спинномозгового узла)

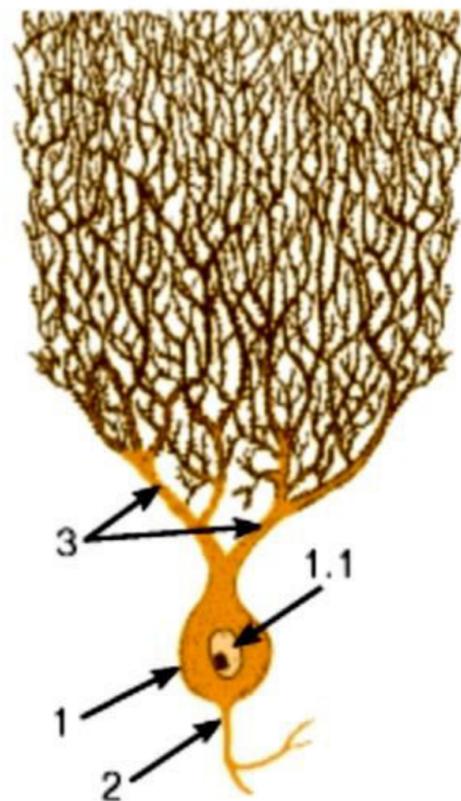
Мультиполярные нейроны



мотонейрон спинного мозга



пирамидный нейрон коры
полушарий большого мозга



клетка Пуркинье коры полушарий мозжечка

Условные обозначения:

- 1 - тело нейрона;
- 1,1 - ядро
- 2 - аксон;
- 3 - дендрит(ы);
- 4 - периферический отросток
- 5 - центральный отросток

Функциональная классификация нейронов

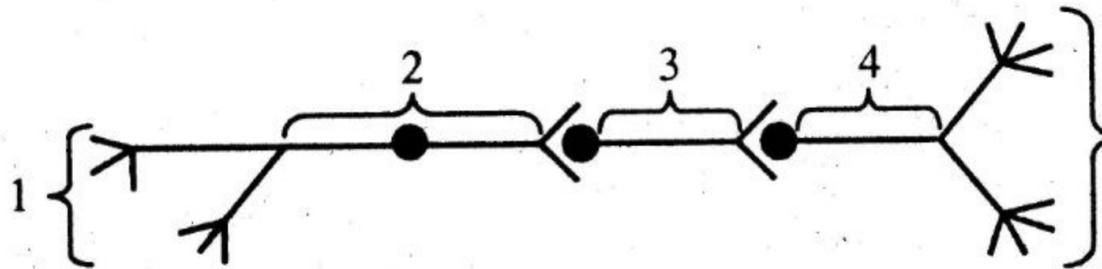
Функциональная классификация нейронов разделяет их по характеру выполняемой функции (в соответствии с их местом в рефлекторной дуге) на три типа (см.рис. ниже):

- *афферентные (чувствительные, сенсорные),*
- *эфферентные (двигательные, мотонейроны),*
- *интернейроны (вставочные).*

Последние количественно преобладают над нейронами других типов. Нейроны связаны в цепи и сложные системы посредством специализированных межнейрональных контактов - *синапсов*.

Рефлекторная дуга – это путь, по которому проходит нервный импульс от места своего возникновения до рабочего органа

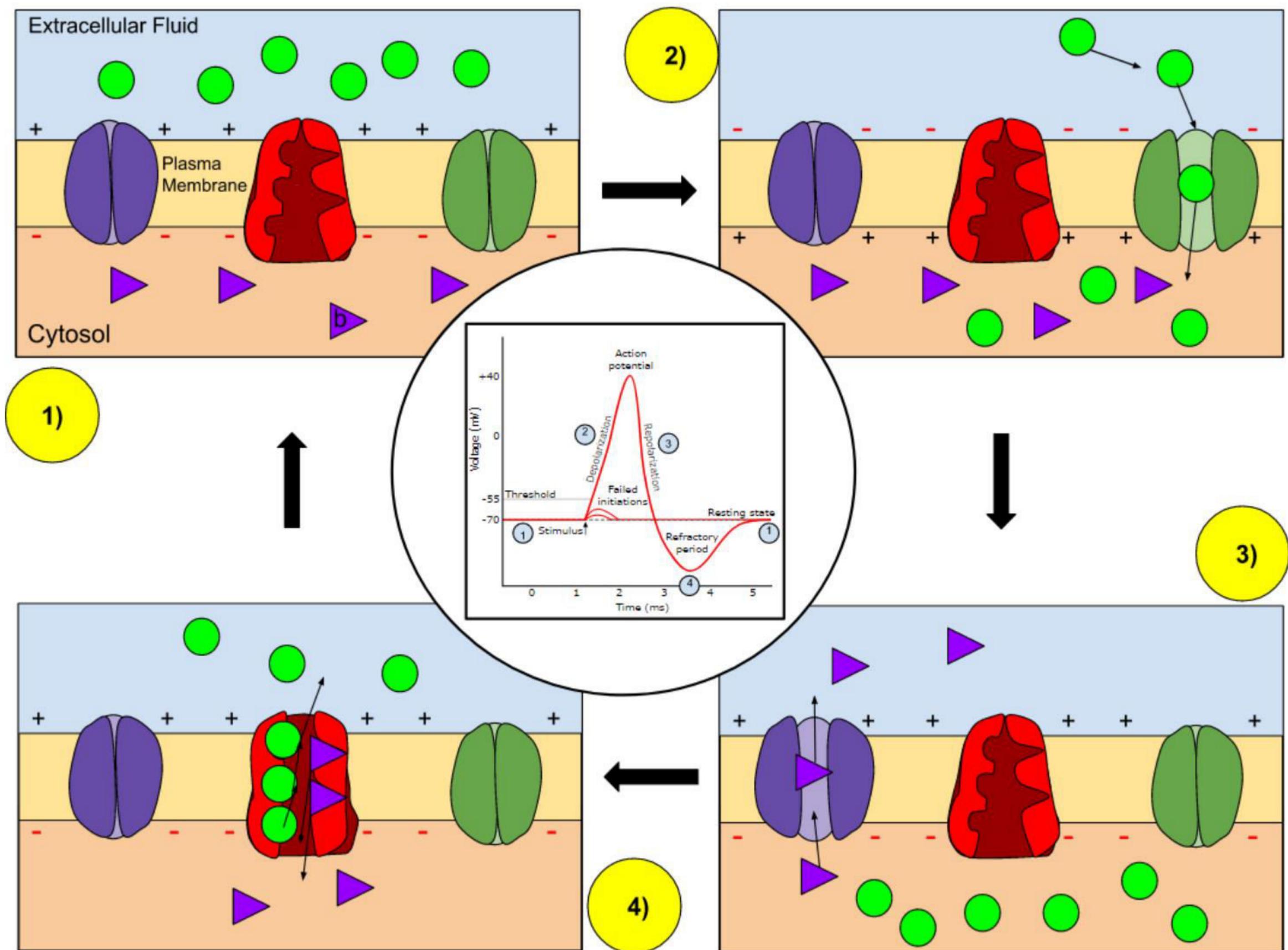
Схема рефлекторной дуги:



- 1 – рецепторы;
- 2 – чувствительный (афферентный, или сенсорный) нейрон;
- 3 – вставочный (промежуточный) нейрон;
- 4 – двигательный (эфферентный, или моторный) нейрон;
- 5 – окончания двигательного нейрона, расположенные в органе (мышце, или железе).

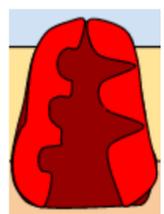
Биохимическая классификация нейронов основана на химической природе нейромедиаторов, используемых ими в синаптической передаче нервных импульсов (выделяют холинергические, адренергические, серотонинергические, дофаминергические, пептидергические и др.).

Возбуждение нейрона

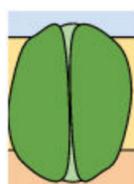


Условные обозначения:

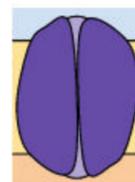
● - катион Na⁺; ▲ - катион K⁺;



- Na⁺/K⁺-АТФаза

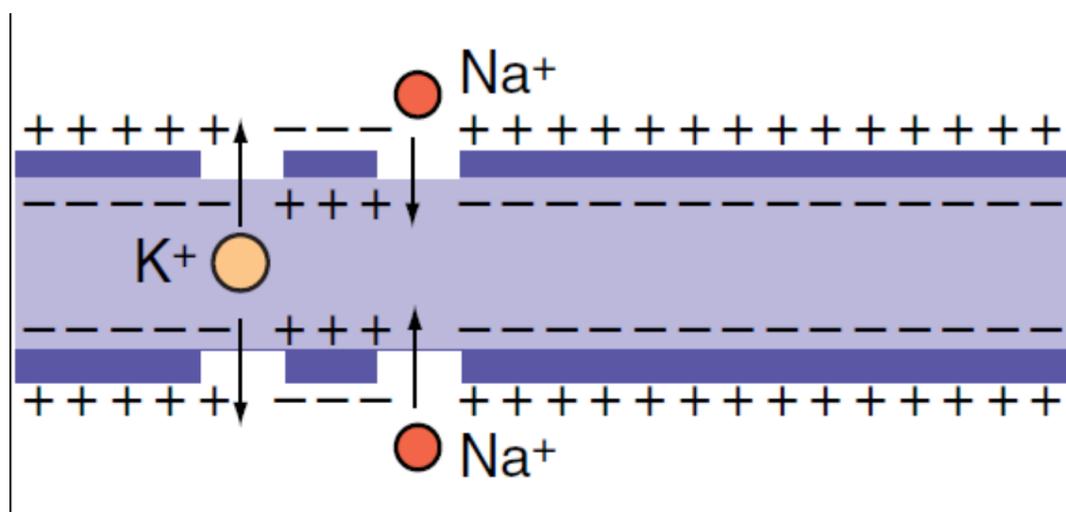


- потенциал-чувствительный канал для Na⁺

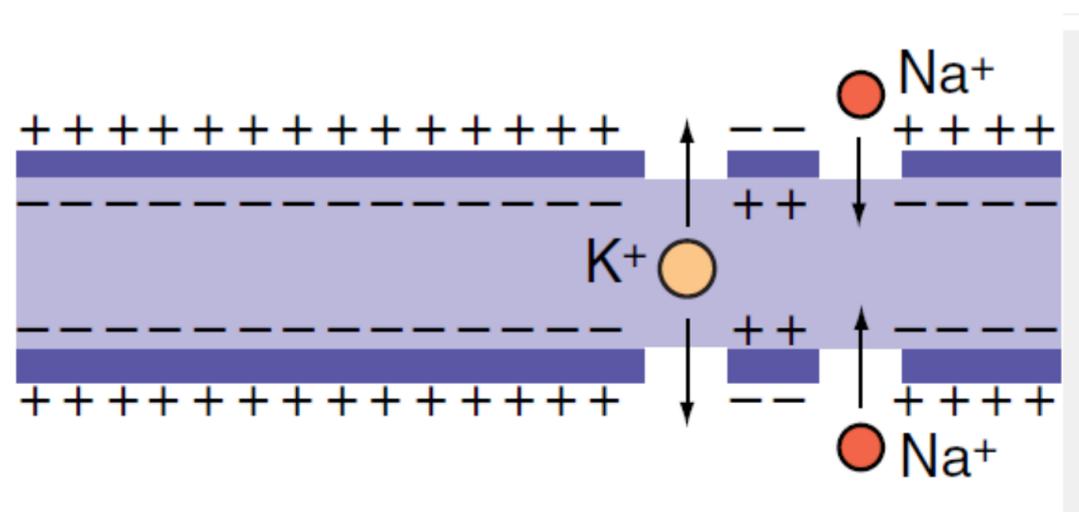


- потенциал-чувствительный канал для K⁺

Проведение импульса



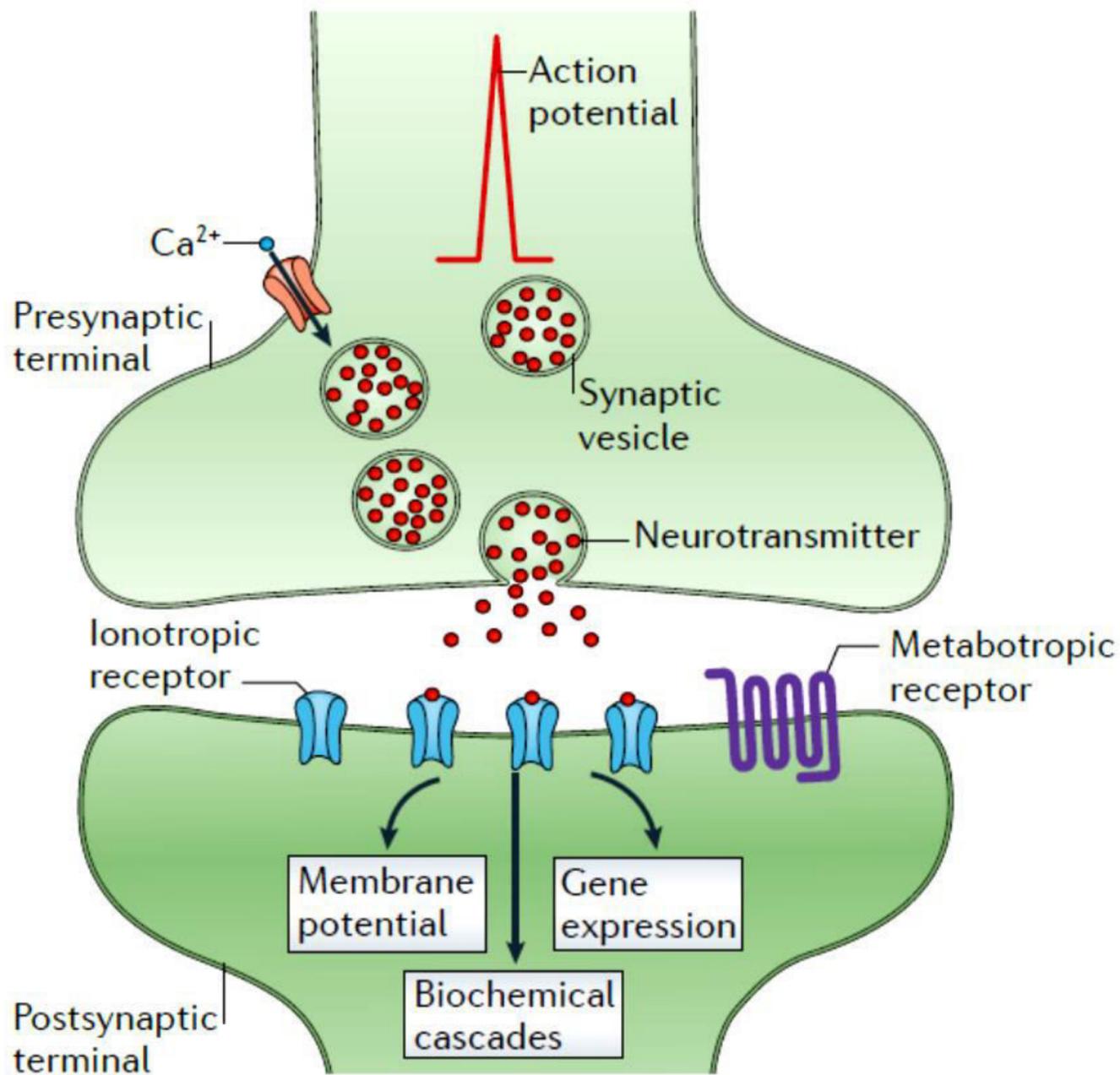
C



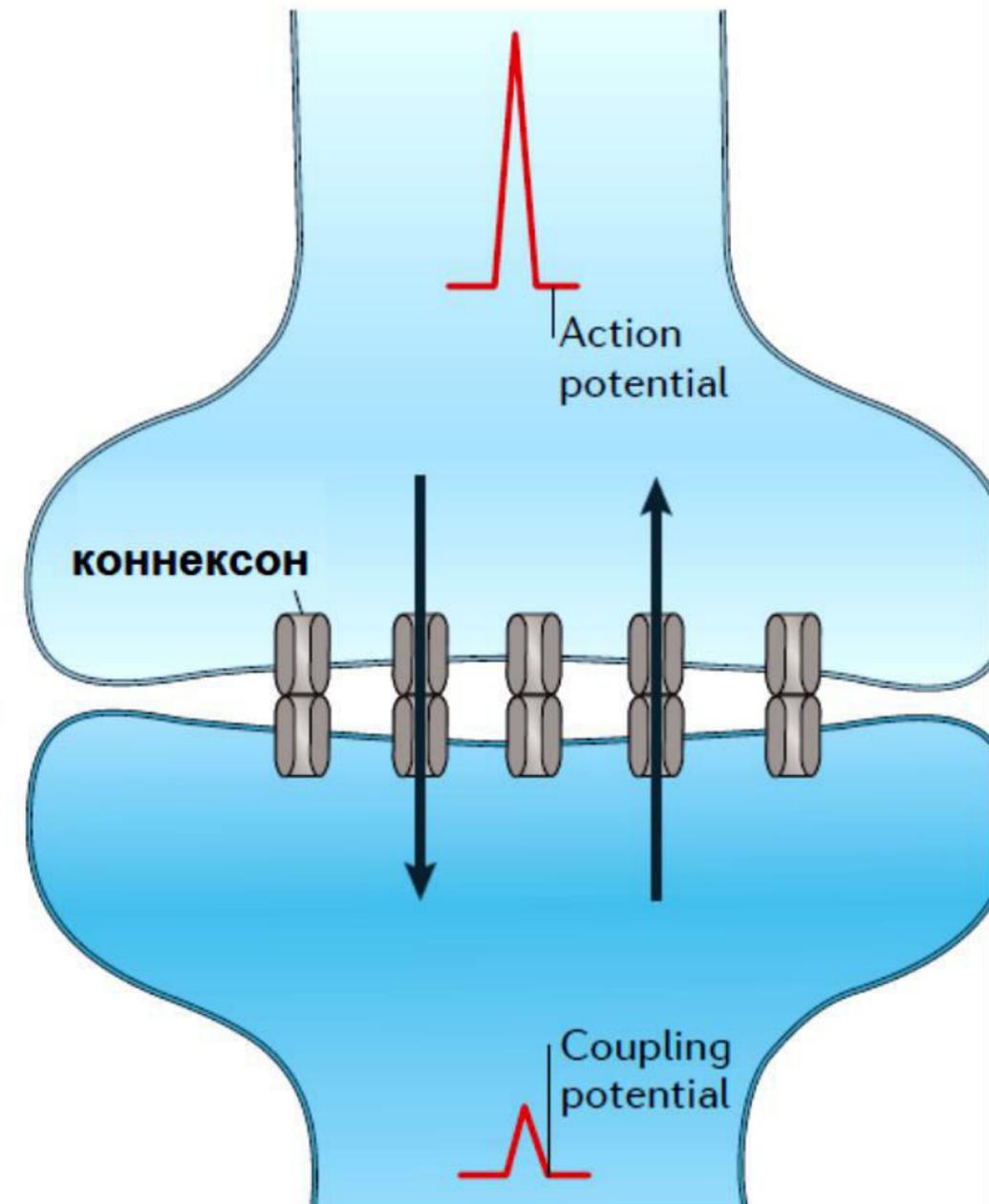
Два способа передачи сигналов в синапсах

[ref]

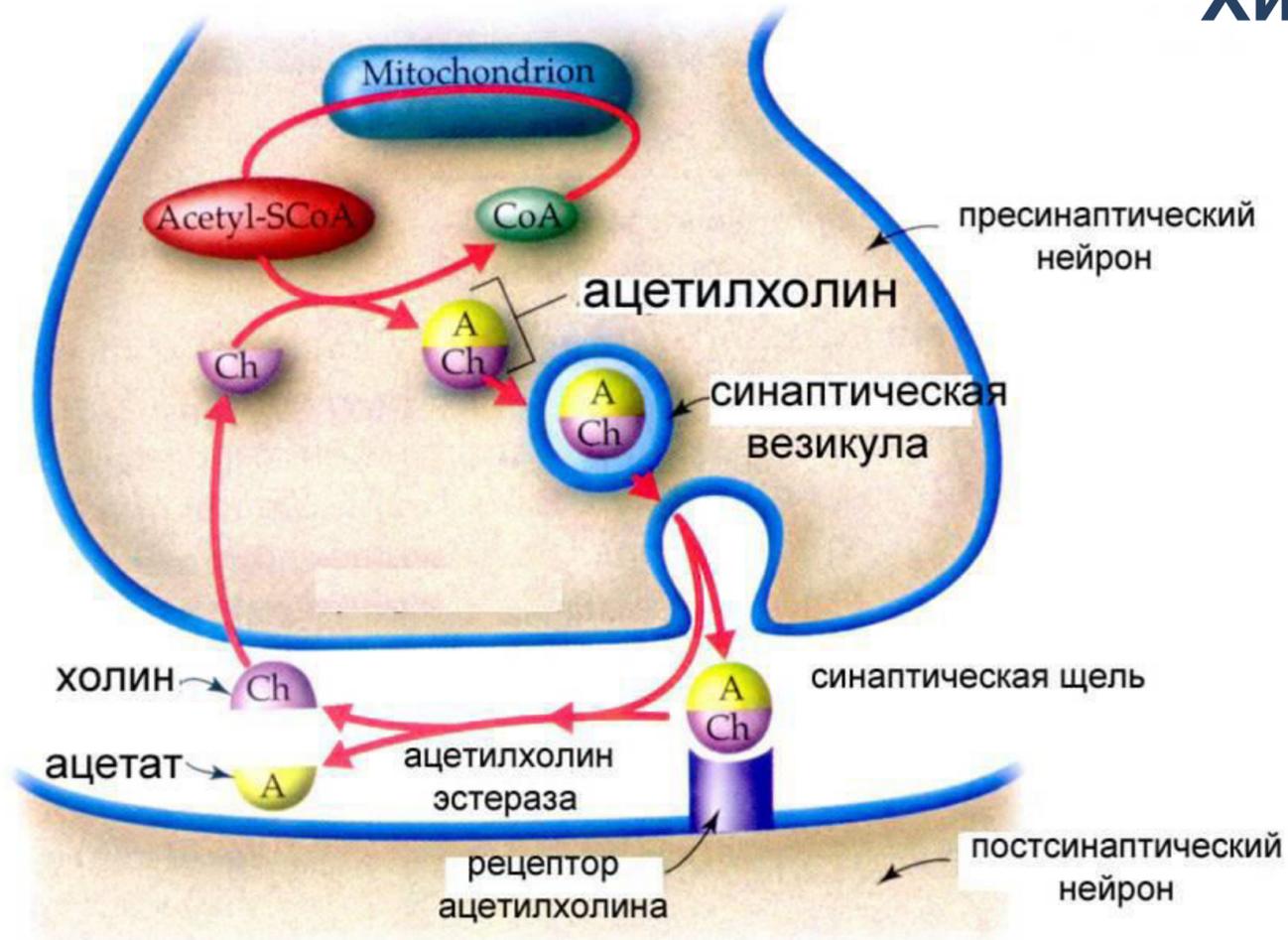
Химический синапс



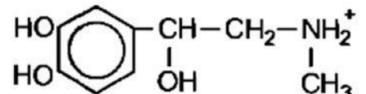
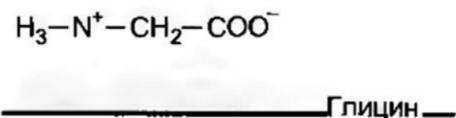
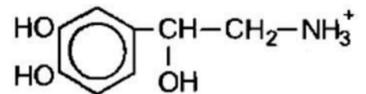
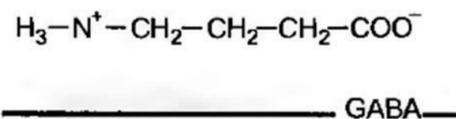
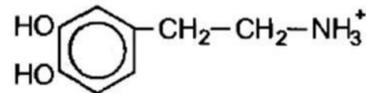
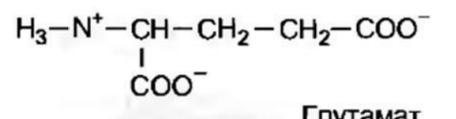
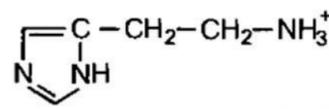
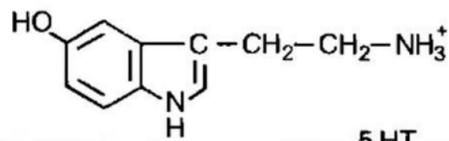
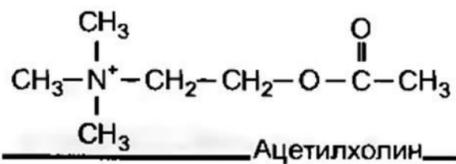
Электрический синапс



Химические синапсы



Природные нейромедиаторы



Нейротрансмиттер

Нейропептид

Leu-энкефалин
Tyr—Gly—Gly—Phe—Leu

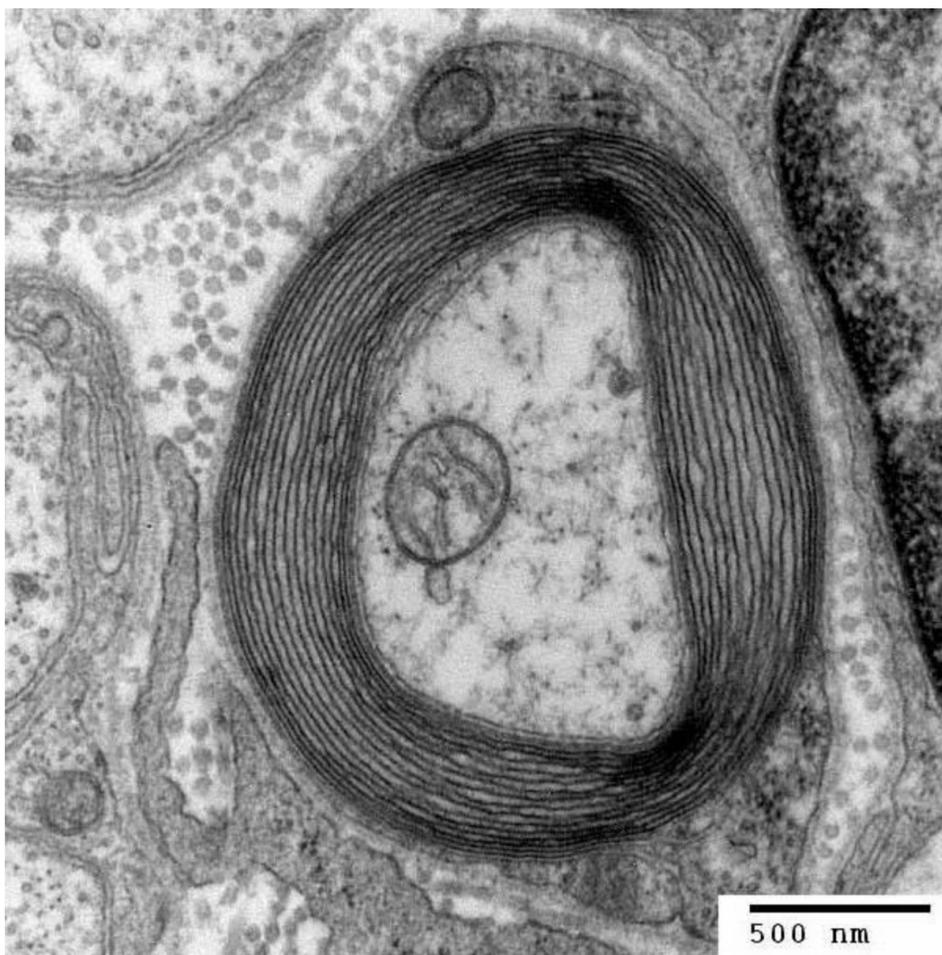
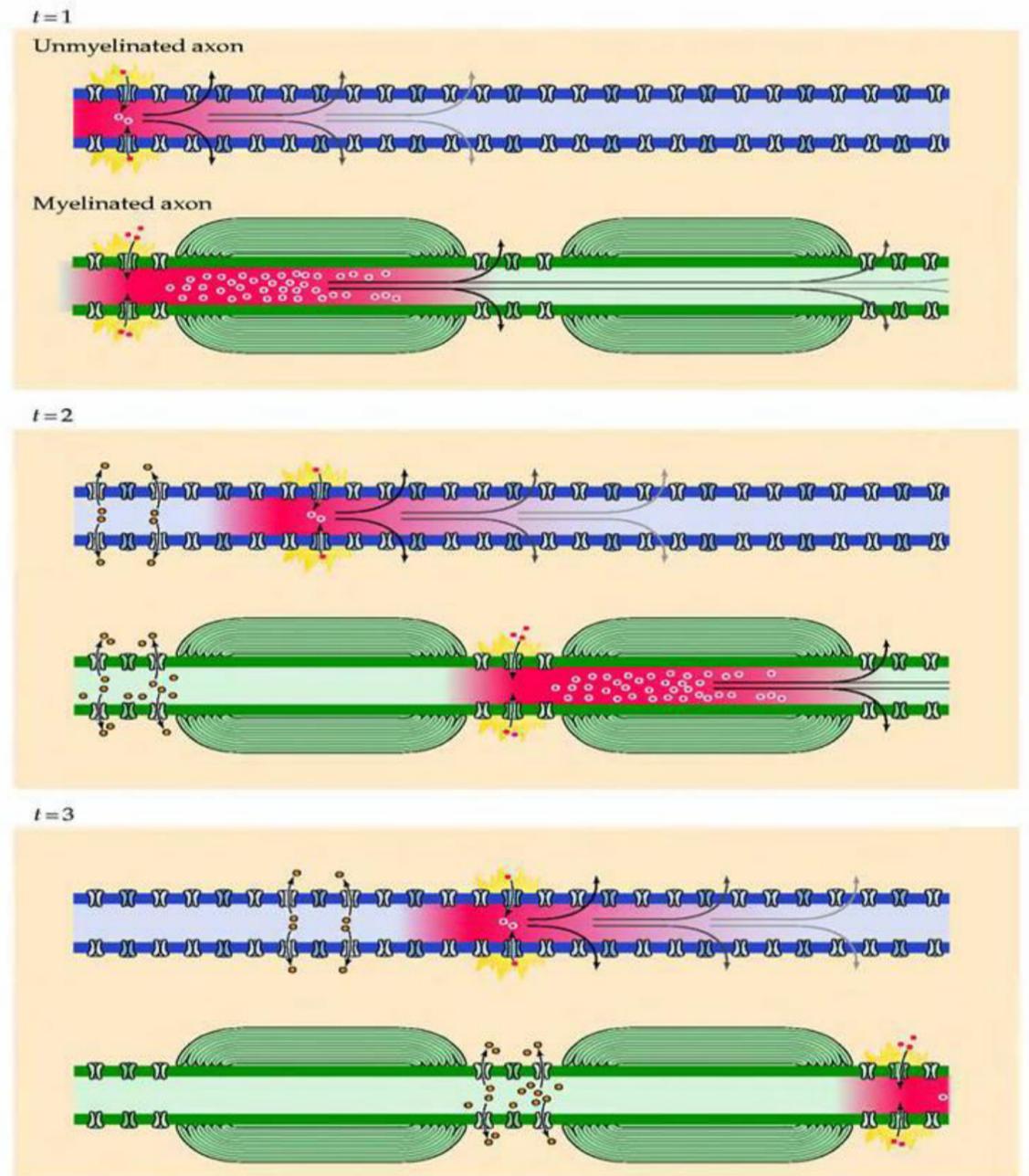
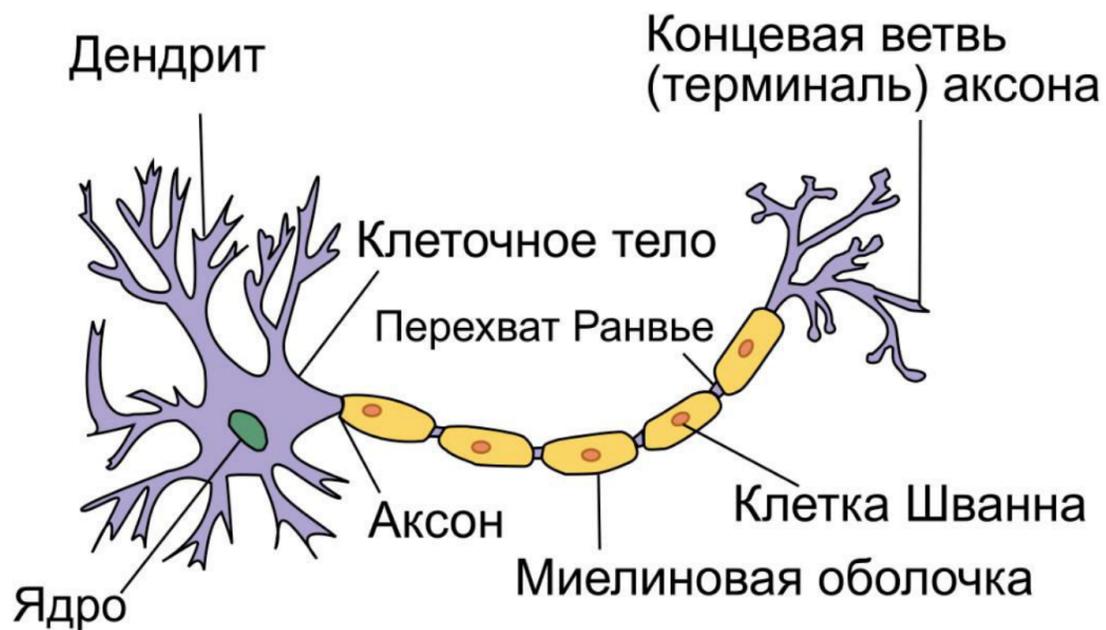
Met-энкефалин
Tyr—Gly—Gly—Phe—Met

Вещество P
Arg—Pro—Lys—Pro—Gln—Gln—Phe—Phe—Gly—Leu—Met—NH₂

Основные нейромедиаторы, их аналоги и антагонисты

Наиболее распространенные природные нейротрансмиттеры	Наиболее яркое проявление их действия	Агонисты (вещества, имитирующие действие природного нейротрансмиттера)	Антагонисты (вещества, препятствующие действию природного нейротрансмиттера)
Ацетилхолин	Нейромедиатор в нейромышечных синапсах и в синапсах вегетативной нервной системы	<u>Никотин</u> имитирует ацетилхолин в синапсах вегетативной нервной системы	<u>Кураре</u> блокирует связывание ацетилхолина с рецепторами в нейромышечных синапсах <u>Ботулин</u> блокирует освобождение ацетилхолина в синаптическую щель. <u>Яд черной мамбы</u> содержит ингибитор ацетилхолинэстеразы <u>Атропин</u> блокирует действие ацетилхолина в парасимпатических синапсах
Норадреналин, адреналин (норэпинефрин, эпинефрин)	Медиатор симпатической нервной системы, вызывает общее возбуждение, подъем настроения	Амфетамины, кокаин --- психостимуляторы Некоторые ингибируют ферменты, разрушающие норадреналин	Аминазин – нейролептик с седативным эффектом
Глутамат	Основной возбуждающий нейромедиатор в мозге		Кетамин (применяется при наркозе)
ГАМК	Основной тормозной медиатор в ЦНС	Барбитураты	
Серотонин (5-НТ)	Возбуждение, контроль настроения, циркадные ритмы	ЛСД, амфетамины, кокаин. Прозак блокирует обратное всасывание серотонина	
Дофамин	Возбуждение, контроль произвольных движений, положительные эмоции	Кофеин стимулирует дофаминовое проведение	Галоперидол (антипсихотик)
Глицин	Торможение мотонейронов спинного мозга		Стрихнин
Опиоидные пептиды (β-эндорфин, энкефалины)	Система положительного подкрепления, обезболивание	<u>Морфин</u>	Налоксон

Зачем нужна изоляция аксонов? Или чем белое вещество в ЦНС отличается от серого?



Различают два вида нервных волокон - *безмиелиновые* и *миелиновые*. Оба вида состоят из центрально лежащего аксона, окруженного оболочкой из клеток олигодендроглии (в периферической нервной системе они называются *шванновскими клетками*).

Именно миелиновые волокна составляют белое вещество в нервной системе

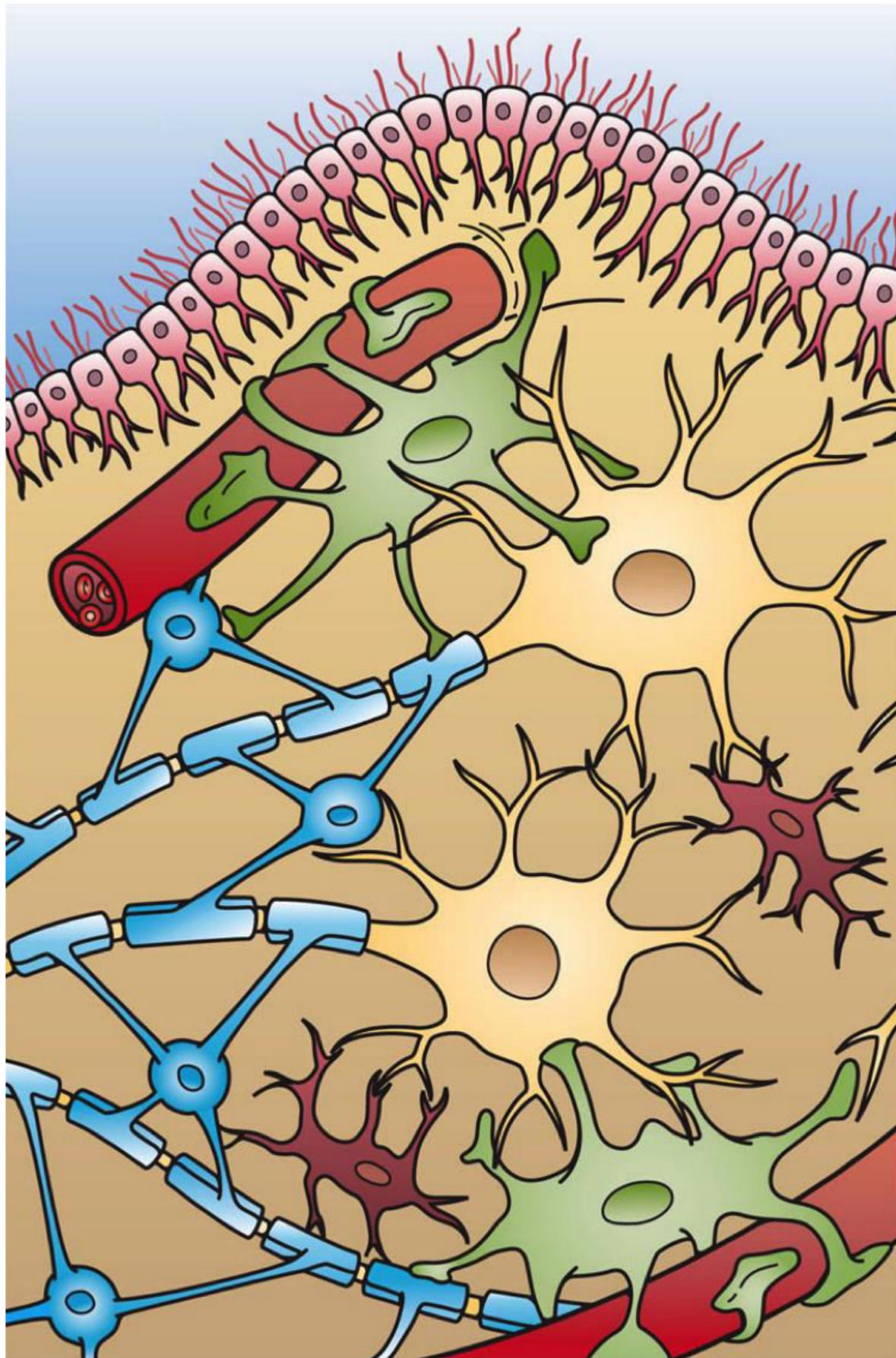
Нейроглия

Нейроглия — совокупность вспомогательных клеток нервной ткани.

Глиальные клетки создают среду, идеальную для работы нейронов

Глиальные клетки активно делятся в течение всей жизни,

Количество клеток нейроглии по крайней мере сопоставимо с количеством нейронов [\[ref\]](#).



Четыре типа глиальных клеток, находящихся в ЦНС:

- эпендимный слой (светло-розовый),
- астроциты (зелёный),
- клетки микроглии (тёмно-коричневый),
- олигодендроциты (голубой).

Эпендима выстилает полости желудочков головного мозга и центрального канала спинного мозга

Эпендима участвует в образовании спинномозговой жидкости. Движения ресничек на поверхности ее клеток перемещают спинномозговую жидкость.

Ворсинки участвуют в поглощении ликвора.

Контакты между соседними клетками регулируют обмен между спинномозговой жидкостью и нервными тканями.

Функции эпендимной глии: опорная (за счет базальных отростков); образование барьеров (нейроликворного и гематоликворного), ультрафильтрация компонентов спинномозговой жидкости.

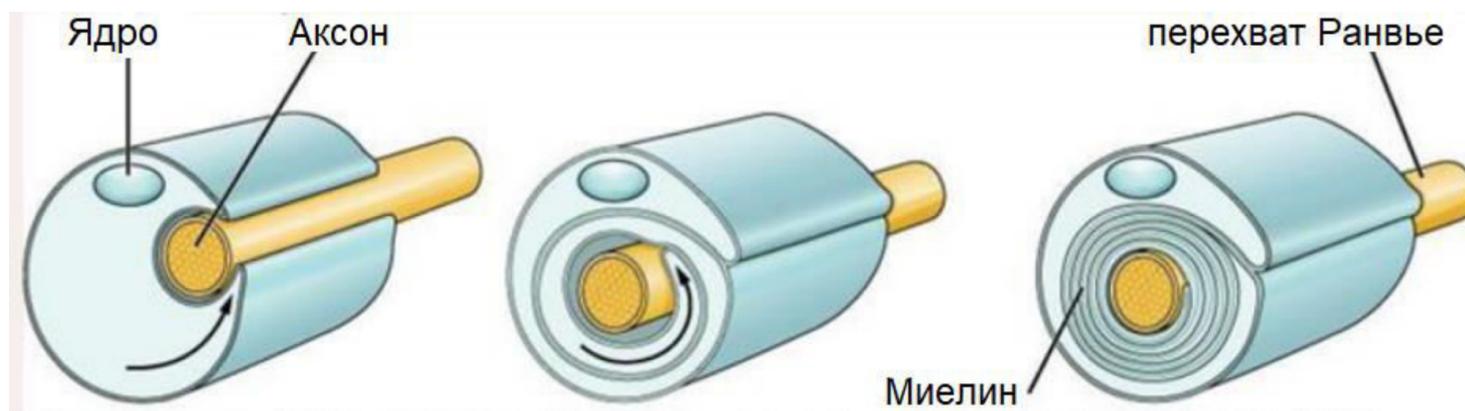
Клетки микроглии происходят от клеток-предшественников макрофагов, т.е. они дифференцируются из мезенхимы. Таким образом, их происхождение отличается от всех остальных клеток нервной ткани. Они способны к фагоцитозу чужеродных частиц, а также играют важную роль в развитии и регенерации ЦНС

Миелинизированные аксоны

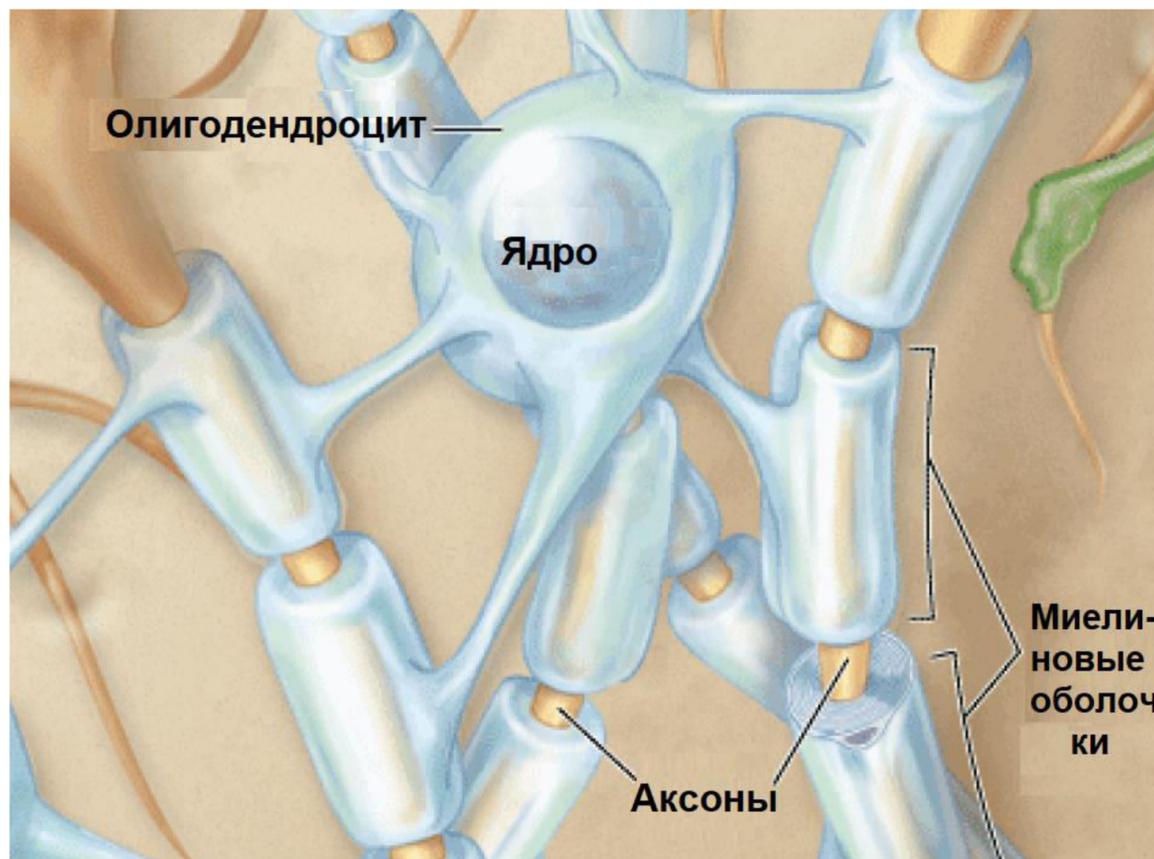
Миелиновая оболочка или просто миелин

- Электроизолирующий слой, обернутый вокруг аксонов позвоночных.
- Развивается как вырост глиальной клетки, но затем сплющивается, внутри выроста остается мало цитоплазмы
- Приблизительно на 70—75 % состоит из липидов, на 25—30 % — из белков.
- По миелинизированным волокнам импульс проводится приблизительно в 5—10 раз быстрее, чем по немиелинизированным.
- Особенно важна для аксонов большого диаметра.

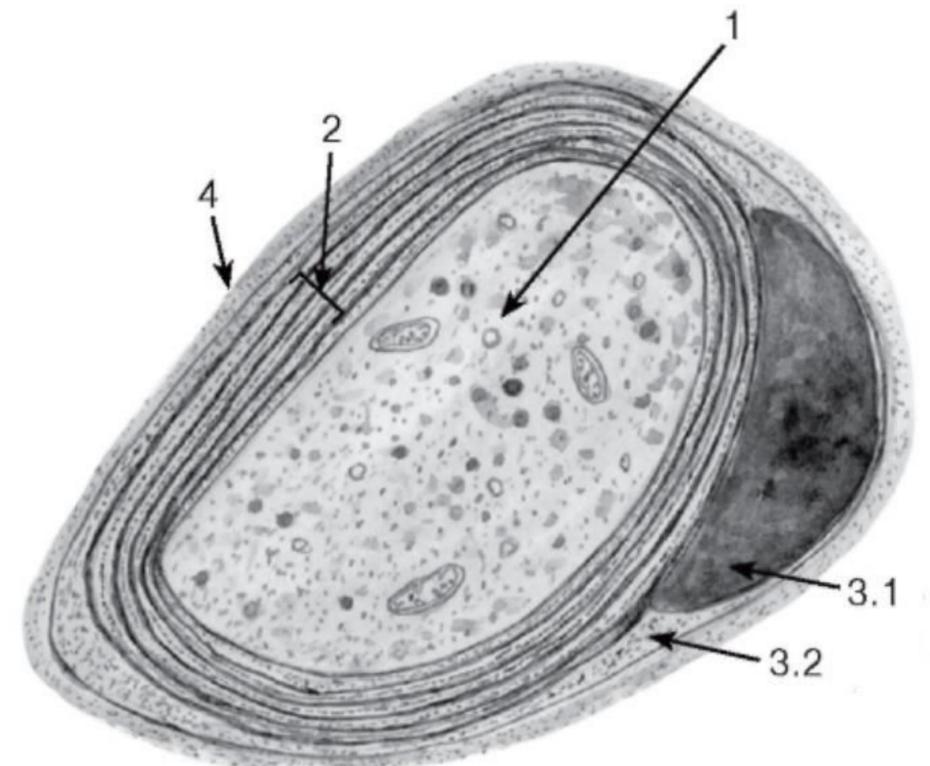
Миелиновые оболочки в периферической нервной системе формируются Шванновскими клетками



Миелиновые оболочки в центральной нервной системе формируются олигодендроцитами

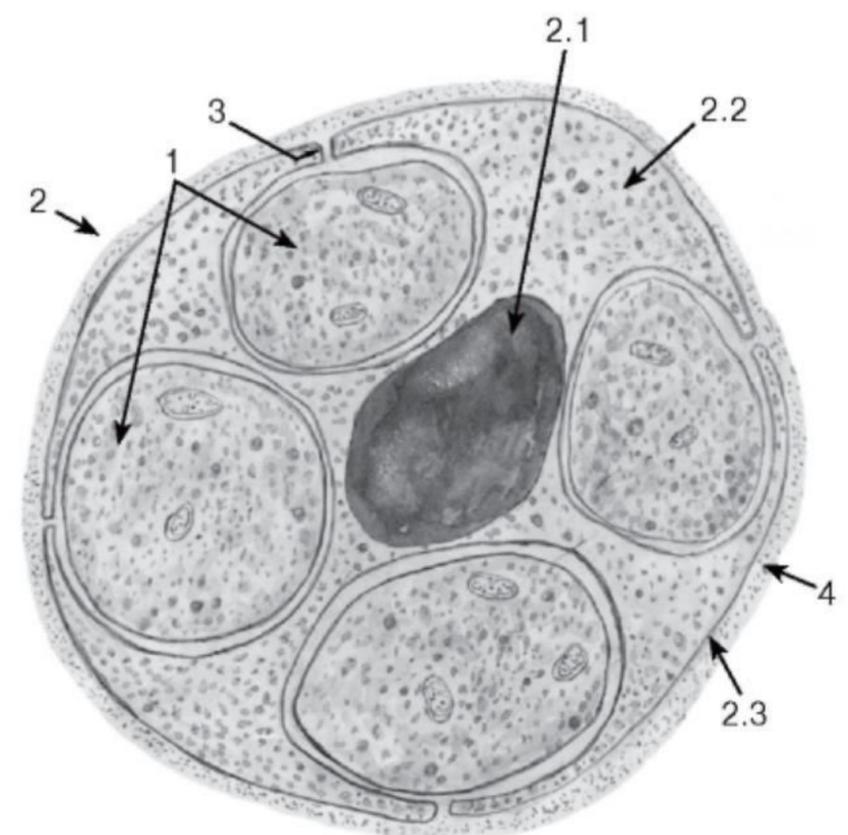
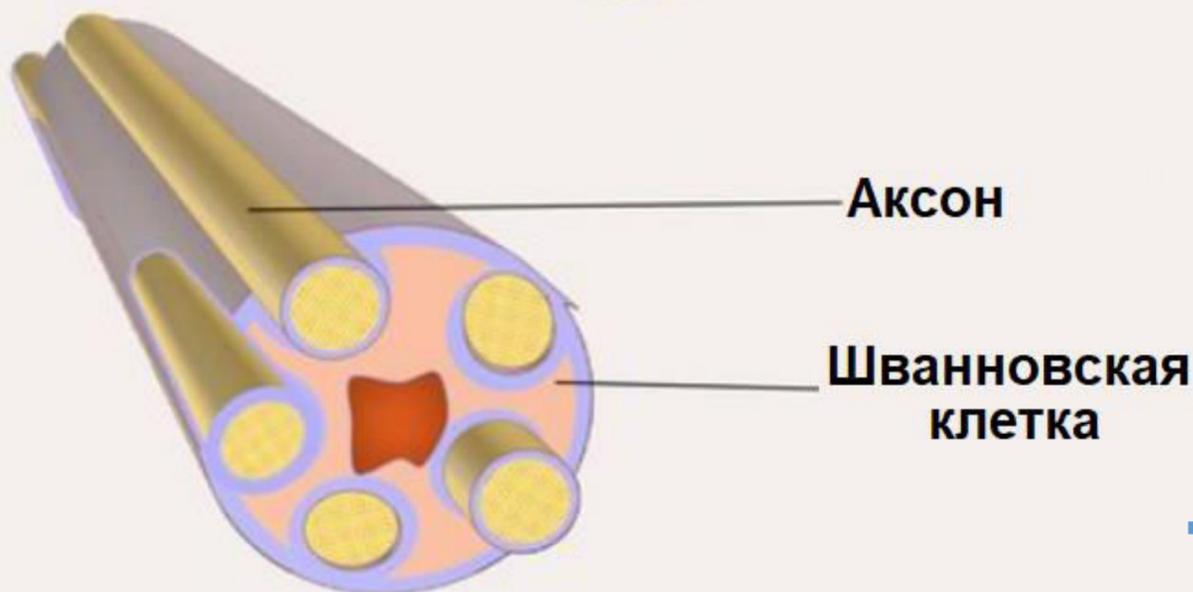


Сравнение миелиновых и безмиелиновых нервных волокон в периферической нервной системе



Ультраструктурная организация миелинового нервного волокна (поперечный срез)

1 - отросток нейрона; 2 - слой миелина; 3.1 - ядро Шванновской клетки, 3.2 - ее цитоплазма; 4 - базальная мембрана (хотя Шванновские клетки - это не эпителий, у них есть базальная мембрана)

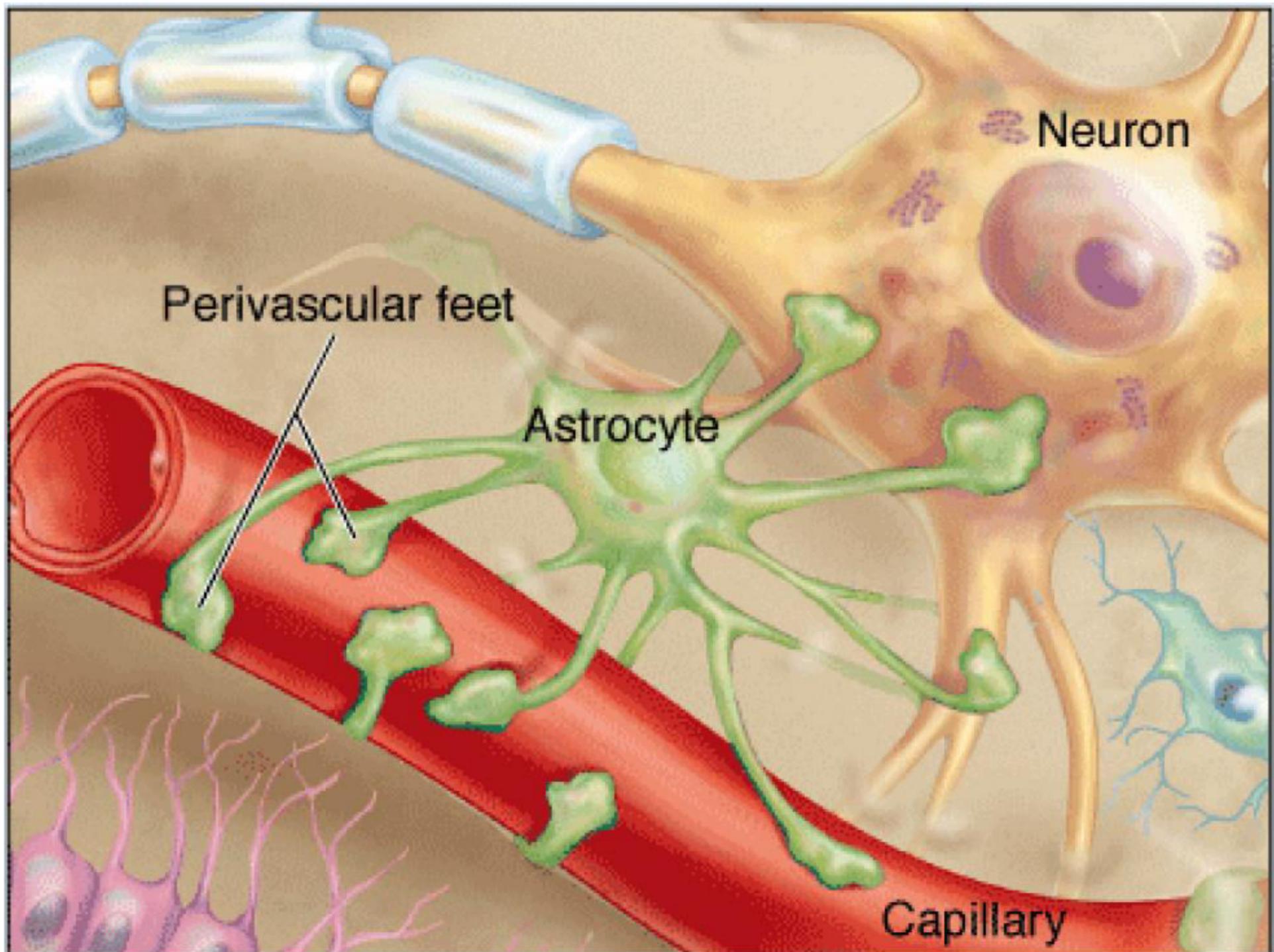


Ультраструктурная организация безмиелинового нервного волокна кабельного типа (поперечный срез)

1 - отростки нейронов; 2 - Шванновская клетка: 2.1 - ядро, 2.2 - цитоплазма, 2.3 - плазмолемма; 3 - аксон; 4 - базальная мембрана

Нервная система позвоночных не доверяет кровеносной системе

Гематоэнцефалический барьер

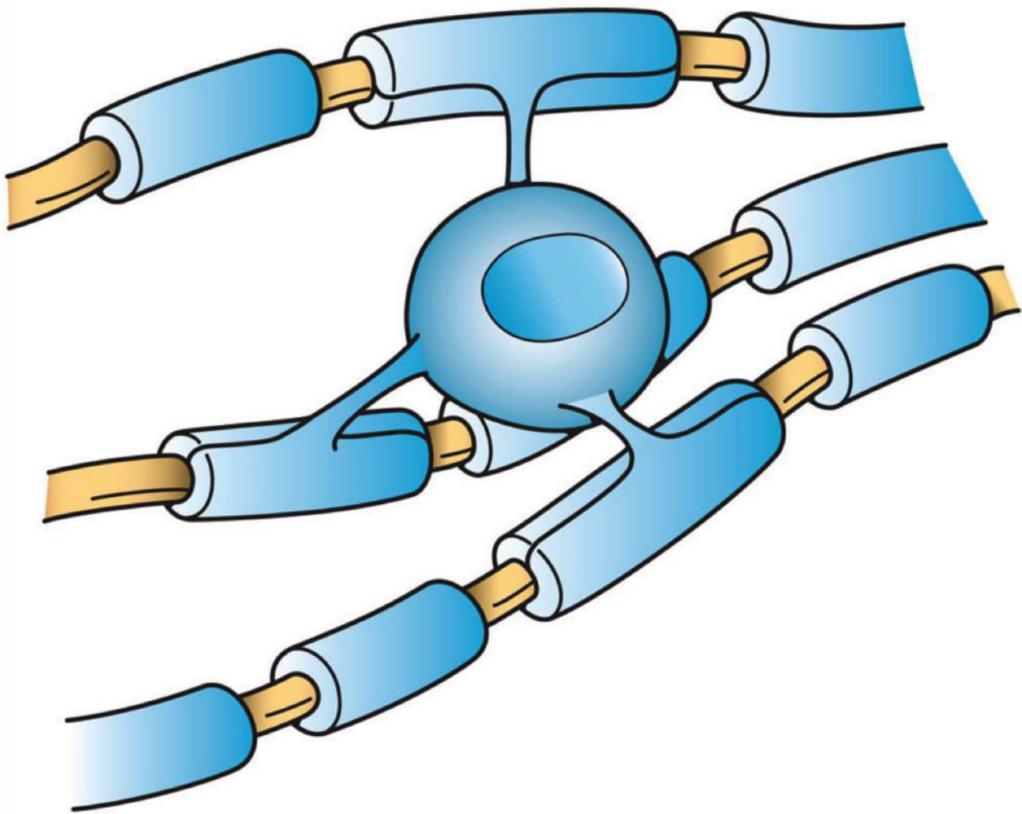


Клетки нейроглии

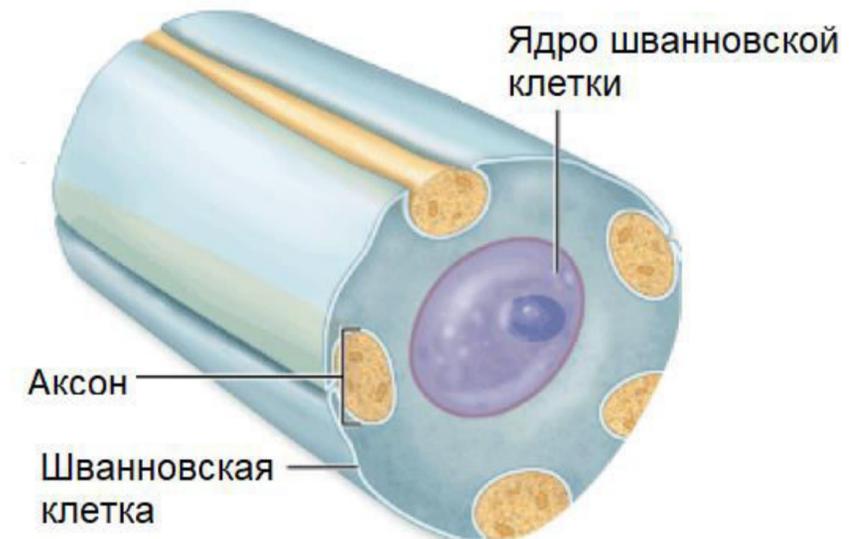
Функции:

- 1) опорная;
- 2) разграничительная;
- 3) трофическая (астроциты);
- 4) секреторная (клетки эпендимы);
- 5) защитная (макрофаги микроглии);
-

Опорная и разграничительная функция нейроглии заключается в том, что клетки нейроглии поддерживают нейроны и разделяют их своими телами на группы. Такая функция есть у астроцитов и олигодендроцитов.



Один олигодендроцит может миелинизировать несколько аксонов



Безмиелиновый нерв

Несколько тонких аксонов погружаются в тело шванновской клетки (вернее в тяж из шванновских клеток).

Аксоны не покрыты миелиновыми оболочками, такие аксоны слабо изолированы друг от друга.