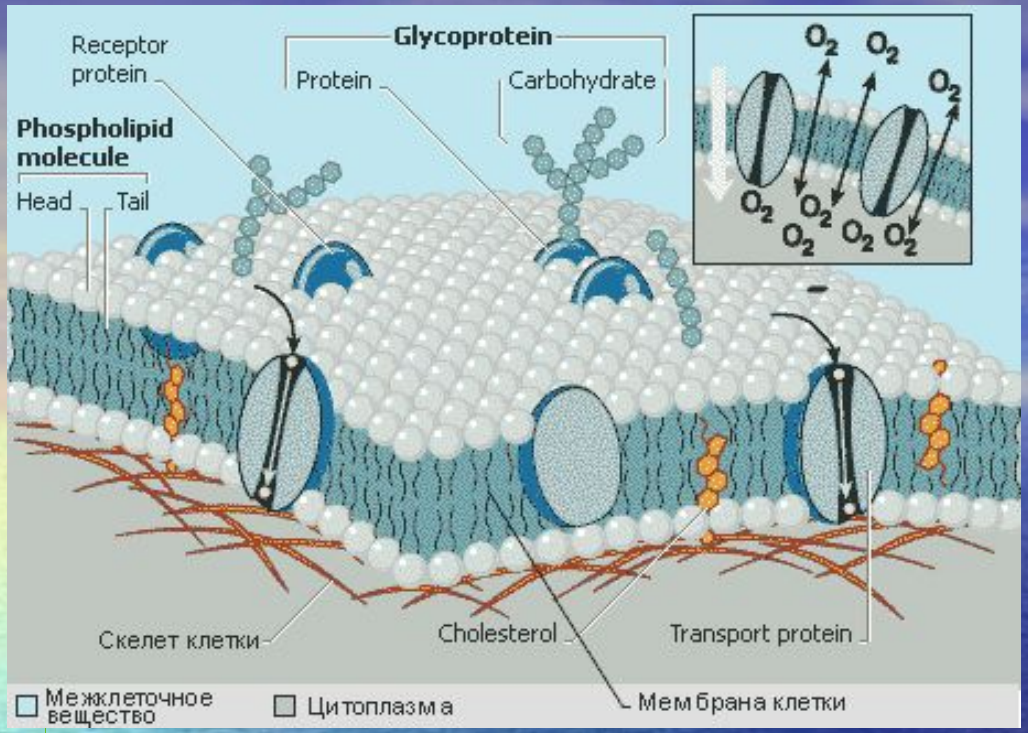
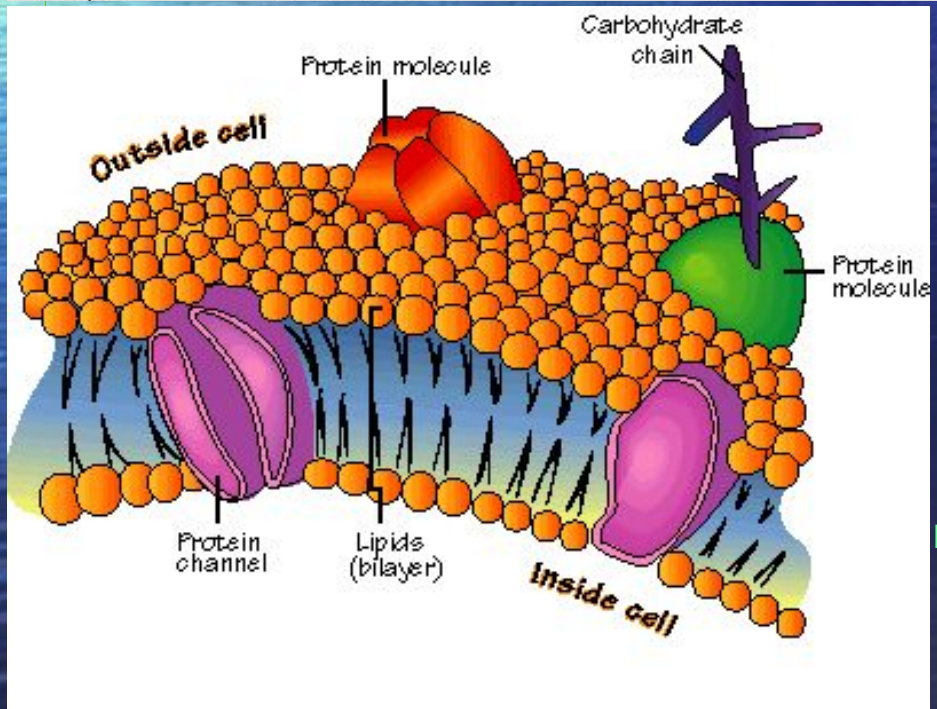


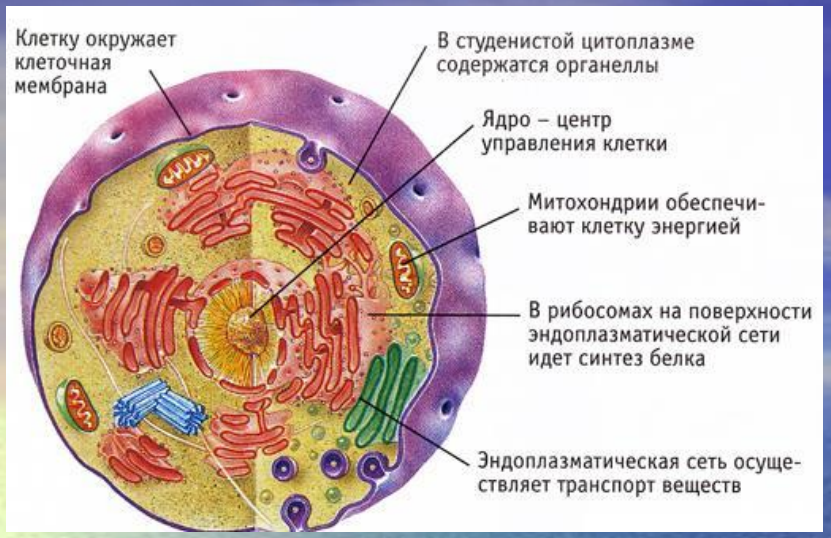


Клеточные мембраны и структуры клеточной поверхности

Составил: Агафонов Вадим

Студент Московского государственного медико-стоматологического университета

Клеточные мембраны



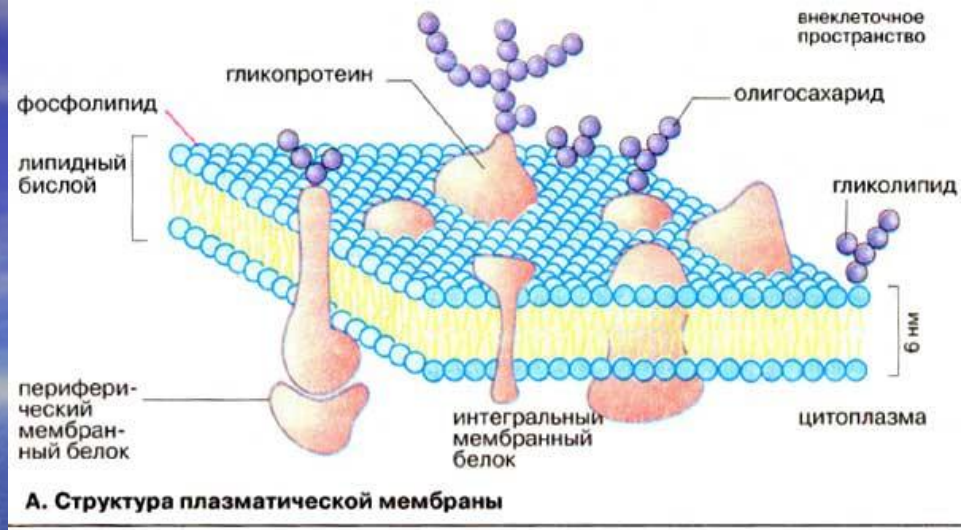
- Не только клетка в целом, но и многие внутриклеточные структуры (ядра, митохондрии, цистерны эндоплазматической сети и др.) окружены мембранами.
- В связи с этим, различают плазматическую мембрану, или плазмалемму (мембрана самой клетки), ядерную мембрану и т.д.
- Все эти мембраны построены по одному принципу, хотя и имеют те или иные особенности.

I. Компоненты мембран

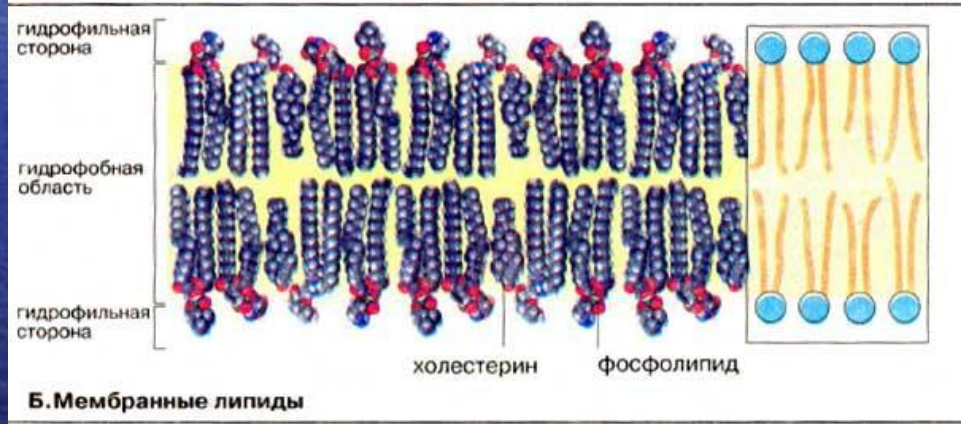
- **Липидный компонент**

В основе биологической мембраны - двойной слой амфифильных липидов. Молекулы таких липидов имеют 2 части -гидрофобную (два углеводородных "хвоста" жирных кислот) и гидрофильную (остатки спирта, азотистого основания, углевода).

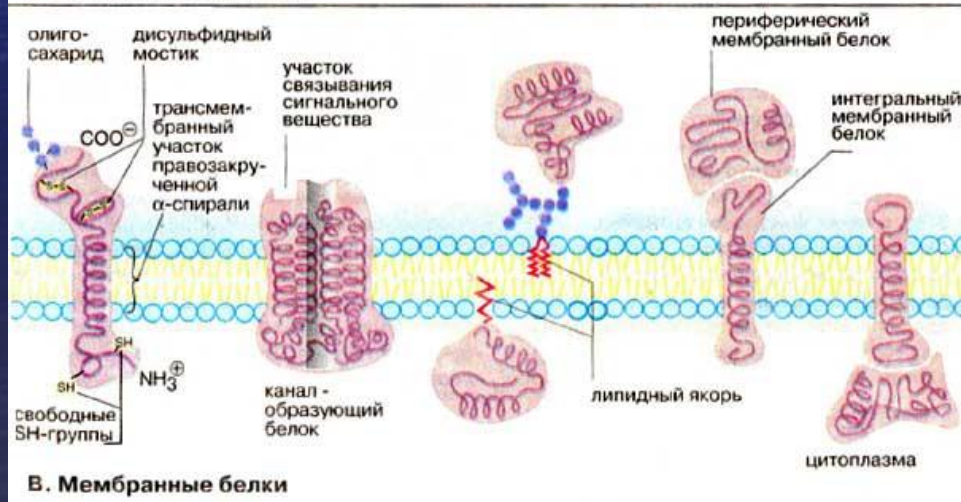
В водной среде эти молекулы самопроизвольно образуют бислой, в котором: гидрофобные части молекул обращены друг к другу, а гидрофильные - к водной фазе.



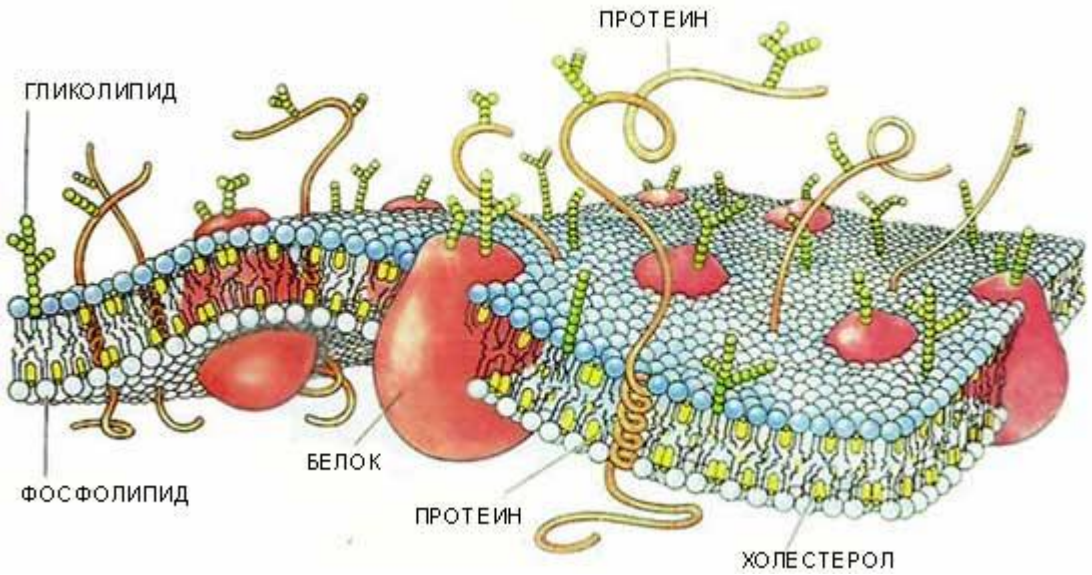
А. Структура плазматической мембраны



Б.Мембранные липиды



В. Мембранные белки



- **Белки**

Кроме того, в состав мембран входят белки. Так называемые, интегральные белки глубоко встроены в мембрану, насквозь пронизывая липидный бислой. А периферические белки связаны с одной из поверхностей мембраны.

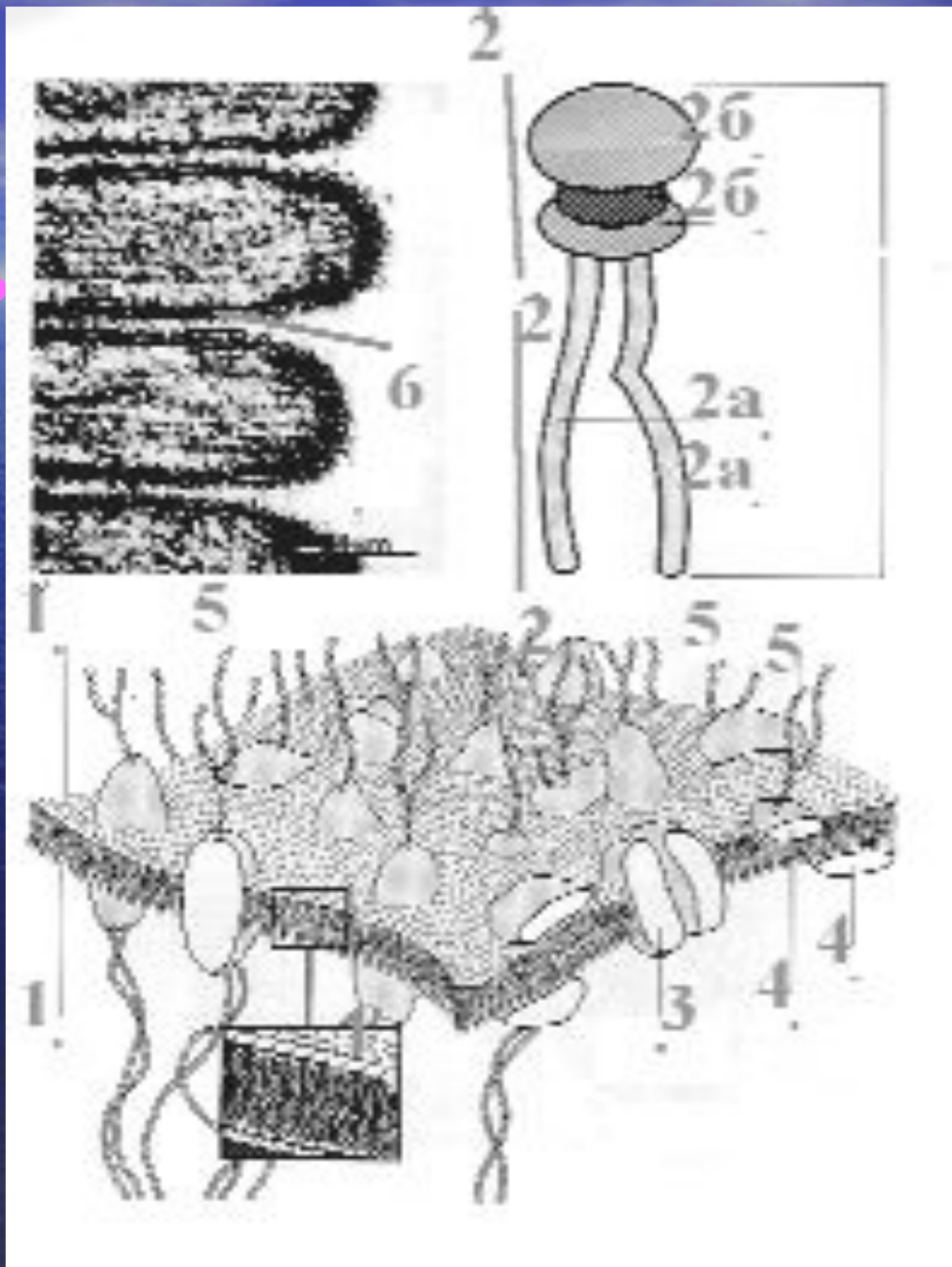
- ***Углеводный компонент***

Углеводы, как правило, самостоятельно в мембрану животных не входят; но углеводные компоненты имеются во многих мембранных липидах и белках (соответственно, гликолипидах и гликопротеидах). Причём, обычно данные компоненты расположены с наружной стороны мембраны. В итоге, оказывается, что наружная и внутренняя поверхности одной и той же мембраны различны по составу.

Вид при электронной микроскопии

а) При электронной микроскопии срединная (гидрофобная) часть липидного бислоя (6) выглядит как светлая полоса между двумя электроноплотными полосами.

б) Последние образованы гидрофильными "головками" липидов и белками.



Подвижность компонентов мембраны

- *Латеральная подвижность*

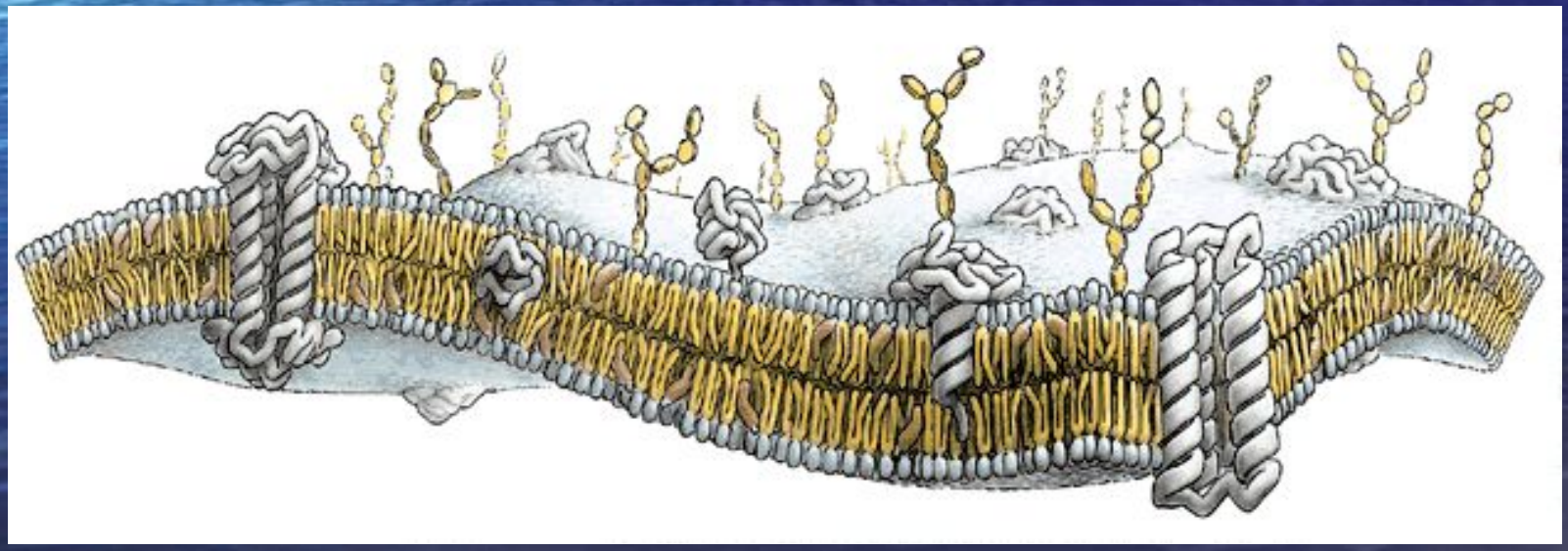
а) Компоненты мембран обладают определённой латеральной подвижностью (могут перемещаться в плоскости мембраны).

б) Поэтому данная модель организации мембраны называется жидкостно-мозаичной структурой.

- *Вращение некоторых белков*

а) Кроме того, некоторые интегральные белки способны путём вращения менять свою ориентацию относительно поверхностей мембраны.

б) Так функционируют некоторые мембранные переносчики: связав вещество с одной стороны, они поворачиваются в мембране на 180° и высвобождают вещество с другой стороны мембраны.

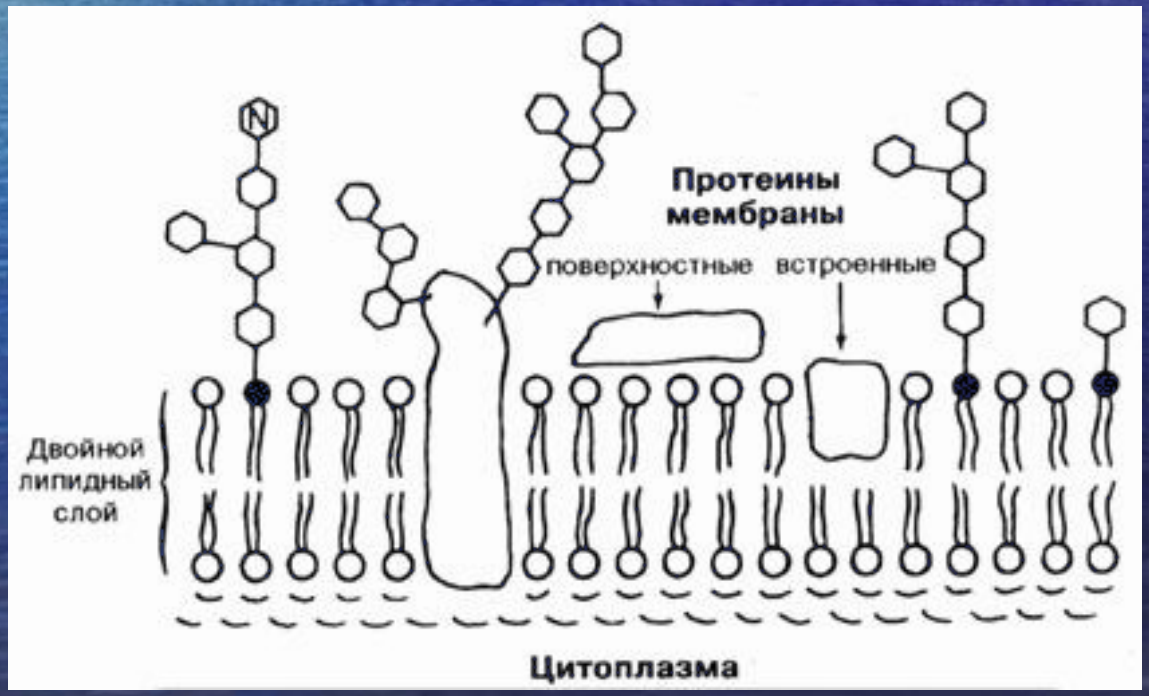


Подвижность компонентов мембраны

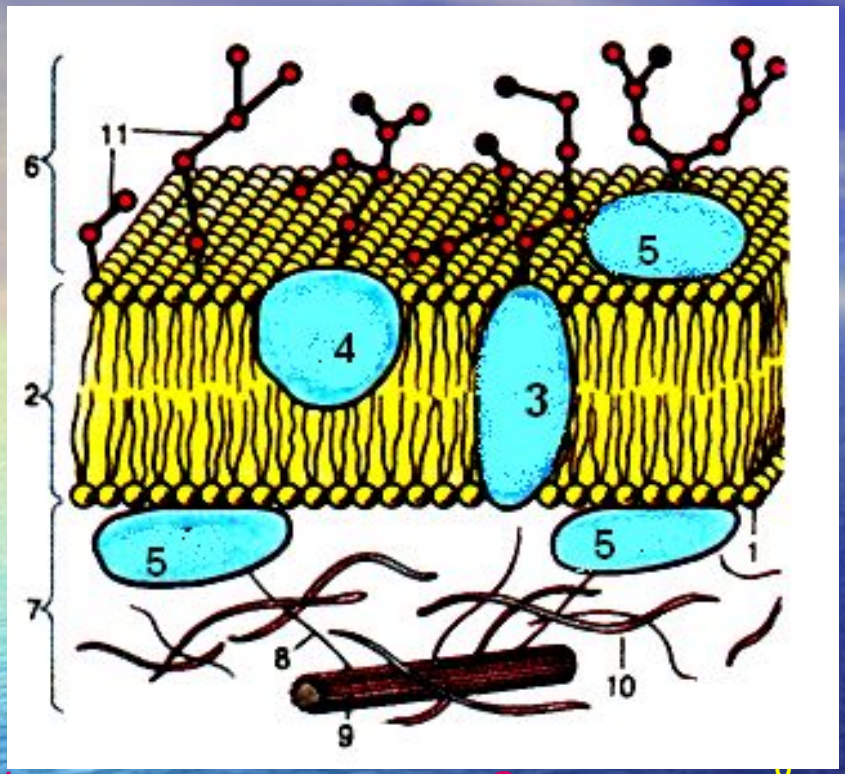
- Ориентация углеводных компонентов

К подобному вращению **неспособны** белки с углеводными компонентами -

– в силу высокой гидрофильности, последних.



Особенности плазмалеммы



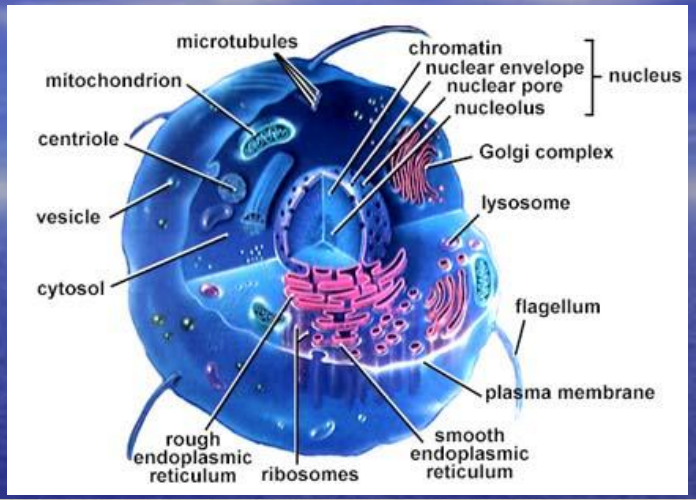
1 – молекула липида; 2 – липидный бислой; 3 – интегральные белки; 4 – полуинтегральные белки; 5 – периферические белки; 6 – гликокаликс; 7 – субмембранный слой; 8 – актиновые микрофиламенты; 9 – микротрубочки; 10 – промежуточные филаменты; 11 – углеводные части молекул гликопротеинов и гликолипидов

Структурные особенности этой мембраны таковы.

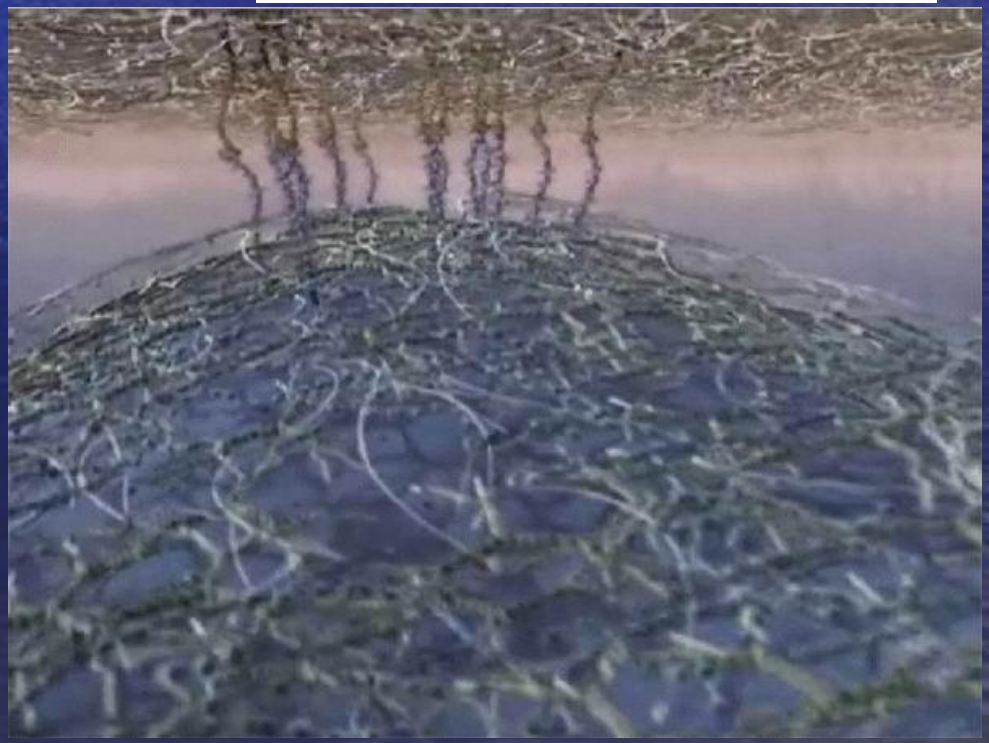
- **Толщина её (7-10 нм) обычно больше, чем у других клеточных мембран. Это обусловлено большим содержанием различных интегральных и периферических белков.**
- **Кроме того, к наружной стороне плазмолеммы почти всех клеток прилежит надмембранный слой - гликокаликс (3-4 нм). Он тоже содержит гликопротеиды, а также различные ферменты.**

Функции плазмалеммы

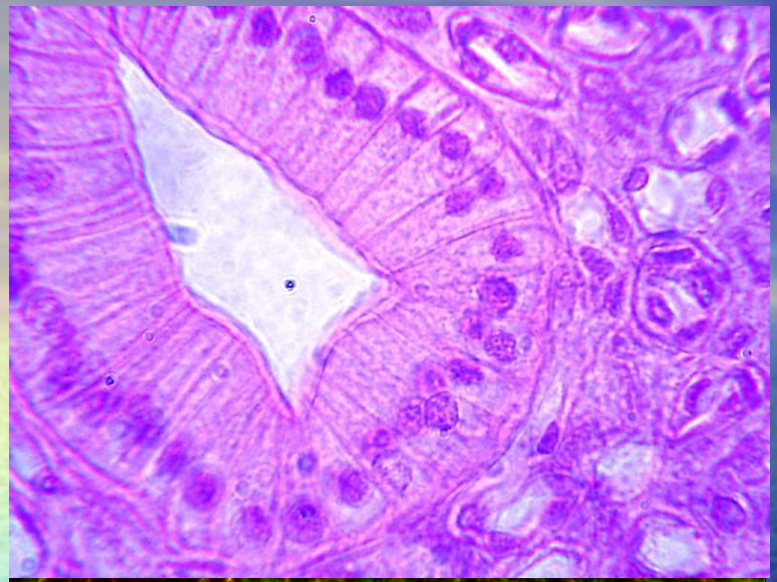
Плазмалемма выполняет многочисленные функции.

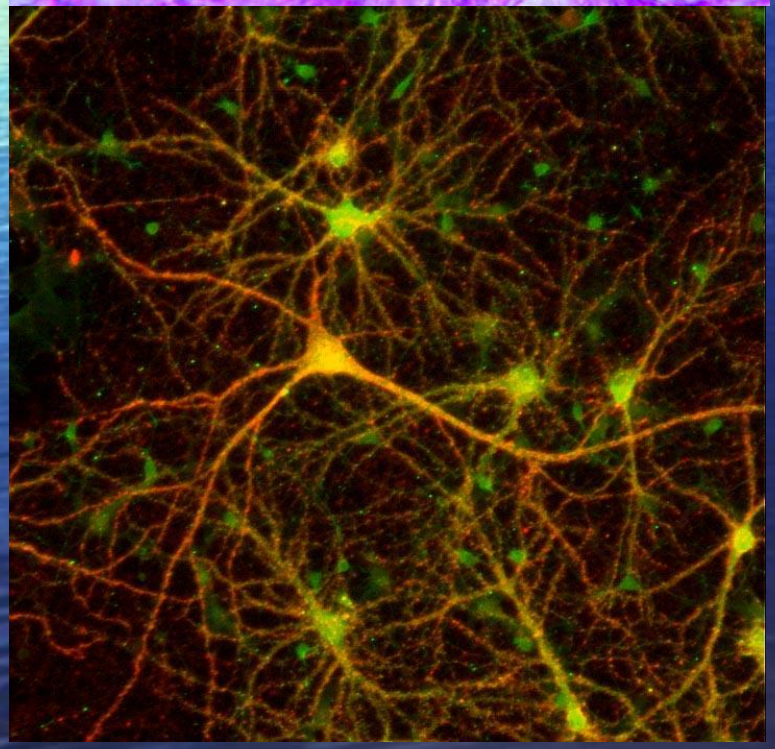


- Опорная функция - Мембрана участвует в формообразовании клетки: к ней крепятся элементы внутриклеточного скелета (микротрубочки, микрофиламенты и промежуточные филаменты).
- Рецепторная функция - С наружной стороны плазмолеммы могут находиться специфические белки-рецепторы к биологически активным веществам - гормонам, медиаторам, антигенам.



Функции плазмалеммы





- Взаимодействие с другими клетками –

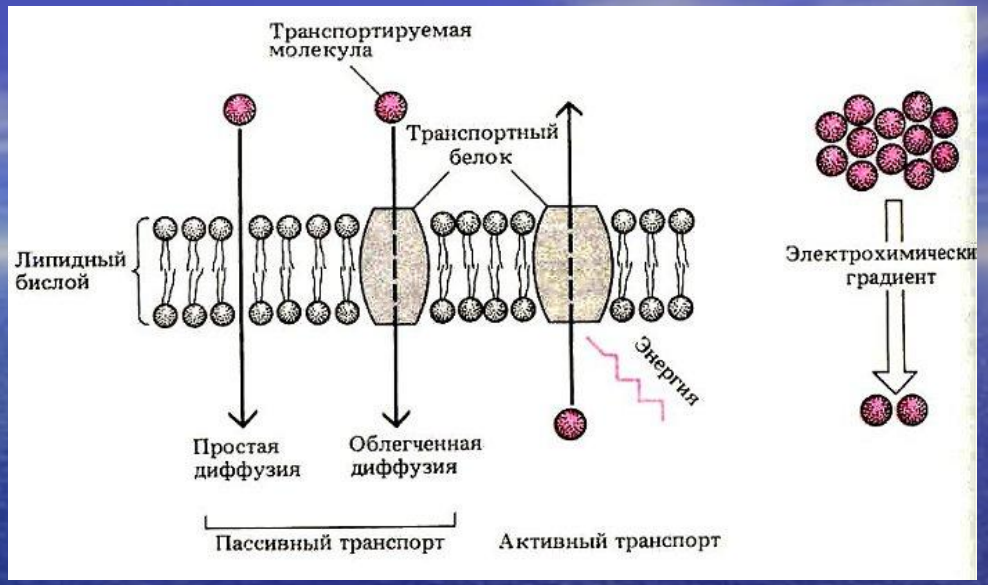
а) С помощью рецепторов клетки могут также специфически узнавать друг друга, вступая во взаимодействие путём адгезии, т.е. "слипания" своих поверхностей.

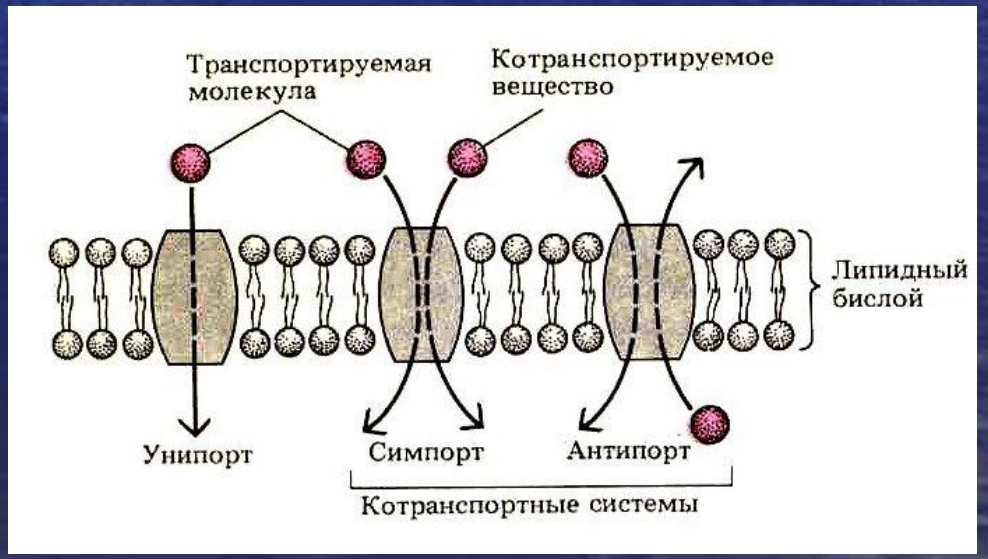
б) Часто образуются и долговременные контакты между клетками, причём, известно несколько типов таких контактов.

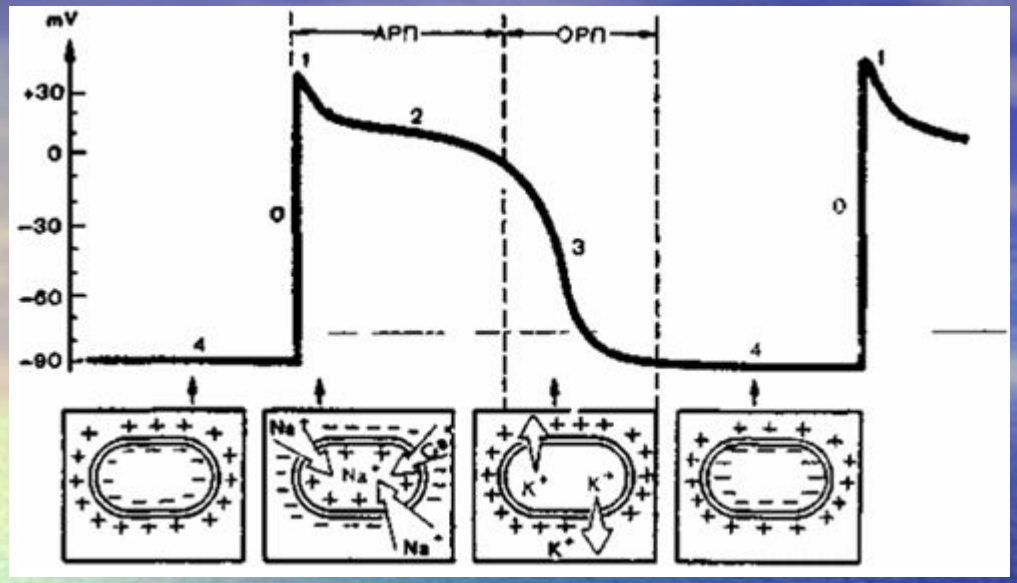
Функции плазмалеммы

- **Барьерная функция -** За счёт своего липидного бислоя, мембрана непроницаема для многих веществ (гидрофильных соединений и ионов), т.е. эффективно отграничивает цитоплазму от внеклеточной среды.

- **Транспортная функция -** Вместе с тем, плазмолемма содержит транспортные системы для переноса в клетку или из неё определённых веществ - низкомолекулярных, высокомолекулярных, а также более крупных частиц - как жидких, так и твёрдых. Благодаря этому, цитоплазма имеет тот состав, который наиболее оптимален для жизнедеятельности клеток.







Функции плазмалеммы

- **Создание трансмембранного потенциала -** Среди транспортных систем плазмолеммы - Na_+, K_+-насос и каналы для ионов K_+ .

а) Благодаря деятельности насоса, внутри клеток создаётся избыток K_+, а снаружи - Na_+.

б) А благодаря наличию K_+-каналов, небольшая часть ионов K_+ возвращается по градиенту концентрации на внешнюю сторону клеток.

Поэтому, плазмалемма всех клеток имеет снаружи положительный заряд, а между обеими сторонами мембраны существует трансмембранная разность потенциалов.

в) Плазмалемма возбудимых клеток (мышечных и нервных) содержит, кроме того, Na_+-каналы.

г) Они открываются при возбуждении мембраны, что обусловливает изменение трансмембранного потенциала.

Способы трансмембранного переноса

Перенос низкомолекулярных веществ через плазмолемму

Этот перенос (независимо от его направления - внутрь клетки или из неё) может осуществляться тремя способами.

- **Простая диффузия (пассивный транспорт)**

а) Это самостоятельное проникновение веществ через мембрану по градиенту концентрации.

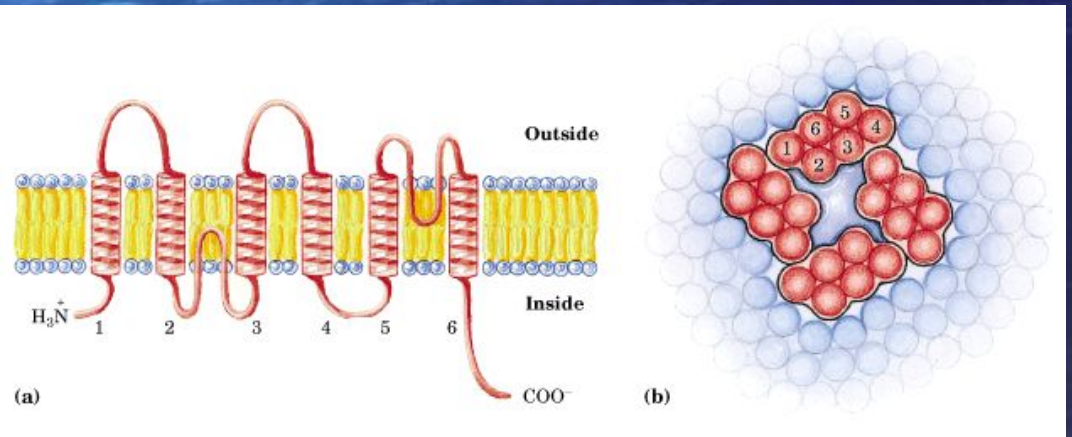
б) Так проходят небольшие нейтральные молекулы (H2O, CO2 , O2) и низкомолекулярные гидрофобные органические вещества (жирные кислоты, мочевина).

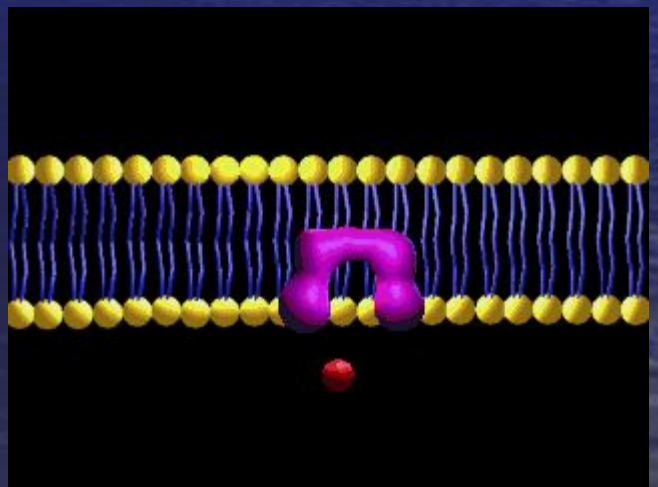
- **Облегчённая диффузия**

а) Здесь вещество проходит через мембрану опять-таки по градиенту своей концентрации, но с помощью специального белка - транслоказы.

б) Молекулы последней обычно пронизывают мембрану, образуя в ней транспортные каналы, и специфичны в отношении лишь данного вещества.

в) Примеры - К+- и Na+-каналы.





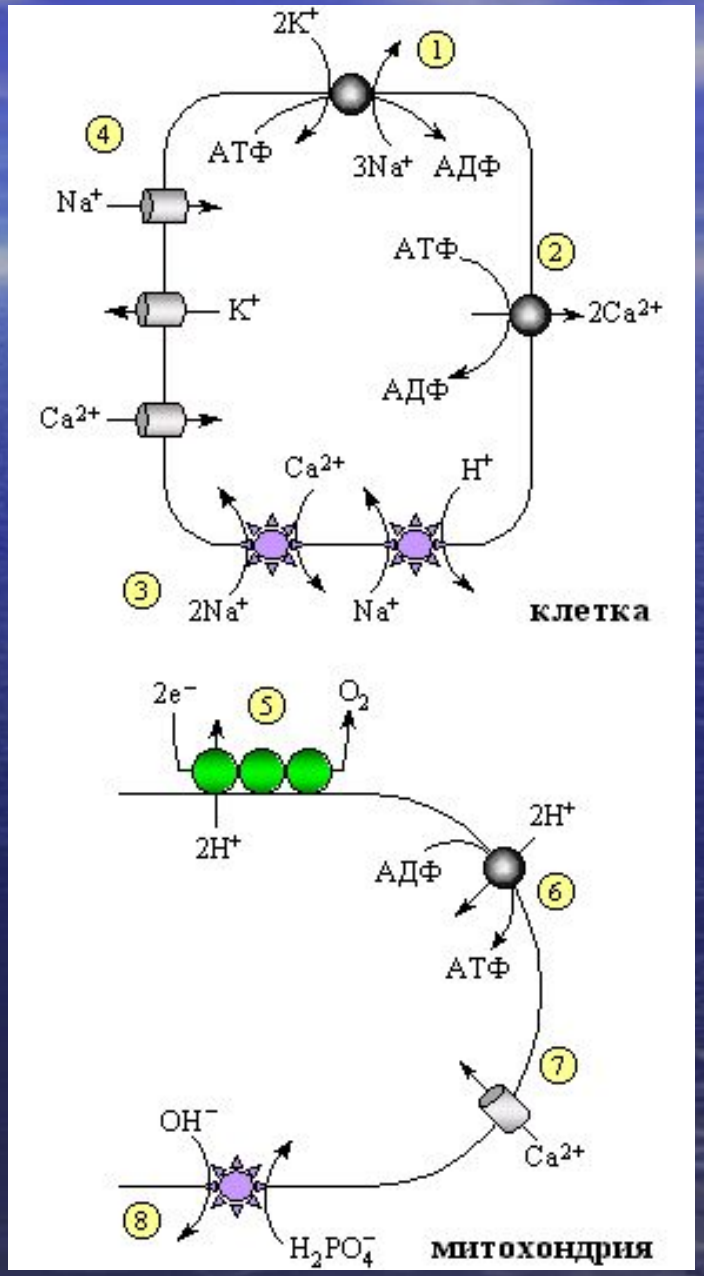
Способы трансмембранного переноса

- **Активный транспорт –**

а) Вещество переносится с помощью специальной транспортной системы (насоса) против градиента концентрации.

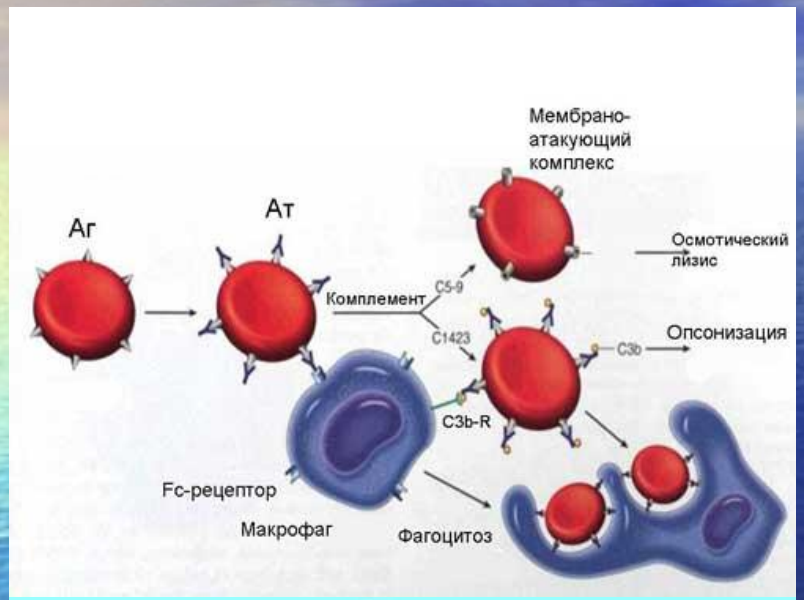
б) Для этого требуется энергия; чаще всего её источником служит распад АТФ.

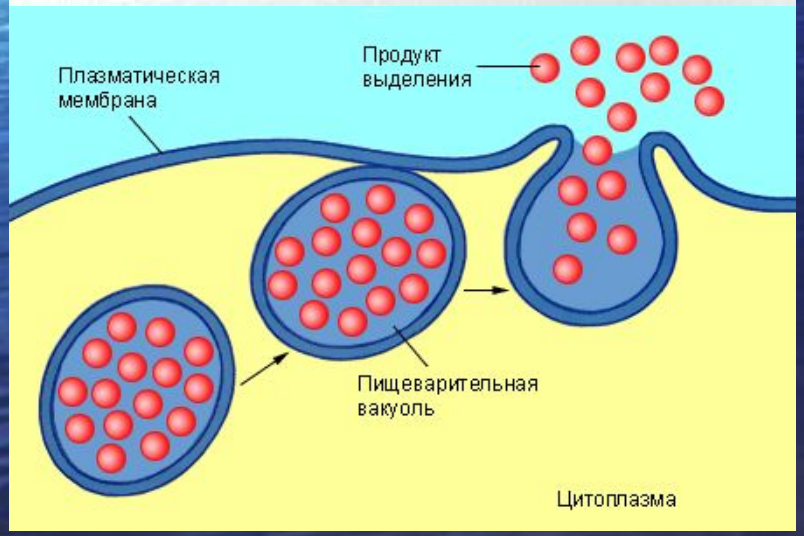
в) Пример - Na+, K+-насос (или Na+, K+-АТФаза).



Перенос в клетку крупных соединений и частиц (эндоцитоз)

Здесь тоже можно выделить 3 разновидности.





- **Пиноцитоз - это захват и поглощение клеткой растворимых макромолекулярных соединений.**
- **Фагоцитоз - то же самое, но в отношении твёрдых частиц.**
- **Эндоцитоз, опосредованный рецепторами -поглощаемый субстрат предварительно специфически связывается с поверхностными рецепторами плазмолеммы.**

Во всех случаях вначале образуется впячивание плазмолеммы в цитоплазму, которое всё углубляется и, в конце концов, превращается в пузырёк, окружённый мембраной и полностью находящийся в цитоплазме.

Перенос из клетки крупных соединений и частиц (экзоцитоз)

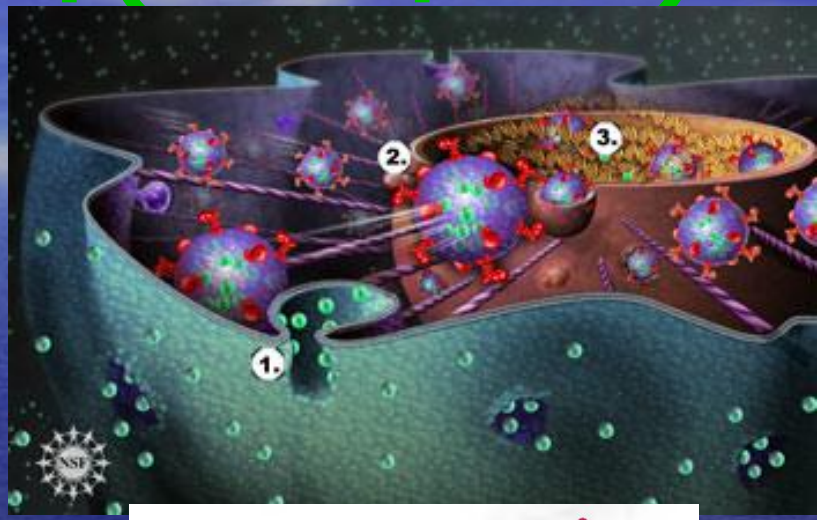
- **Секреция**

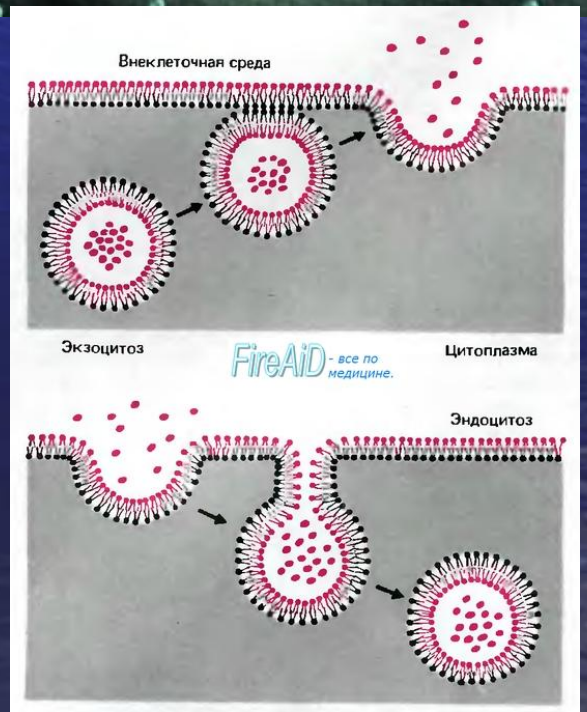
а) Это такое выведение из клетки растворимых соединений, которое является одной из функций данной клетки.

б) При этом могут выделяться вещества разного размера - высокомолекулярные (например, белковые гормоны в передней доле гипофиза) и низкомолекулярные: ионы H+ в желудке и почках, биологически активные катехоламины в соединительной ткани и т.д.

в) Выведение этих веществ одних случаях происходит в виде секреторных пузырьков, в других - по типу облегчённой диффузии или активного транспорта.

г) В понятие секреции обычно не включают выведение из клетки обычных продуктов её обмена, а также выведение из неё таких ионов (напр., Na+), которые остаются в окружающей среде.





Перенос из клетки крупных соединений и частиц (экзоцитоз)

- **Экскреция**

а) Это выброс из клетки твёрдых частиц.

б) Осуществляется путём слияния с плазмолеммой цитоплазматического пузырька, содержащего выделяемые частицы.

- **Рекреция**

перенос твёрдых частиц через клетку: включает фагоцитоз и экскрецию.

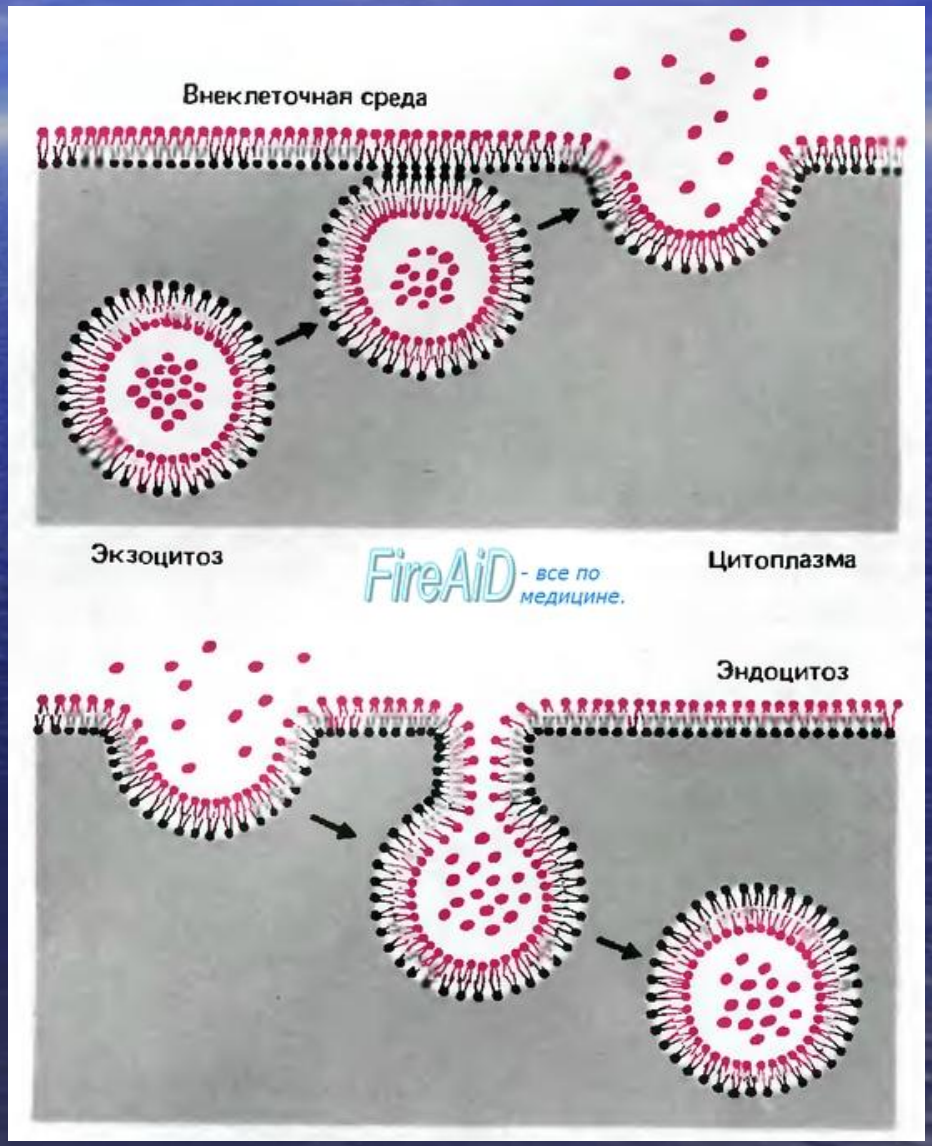
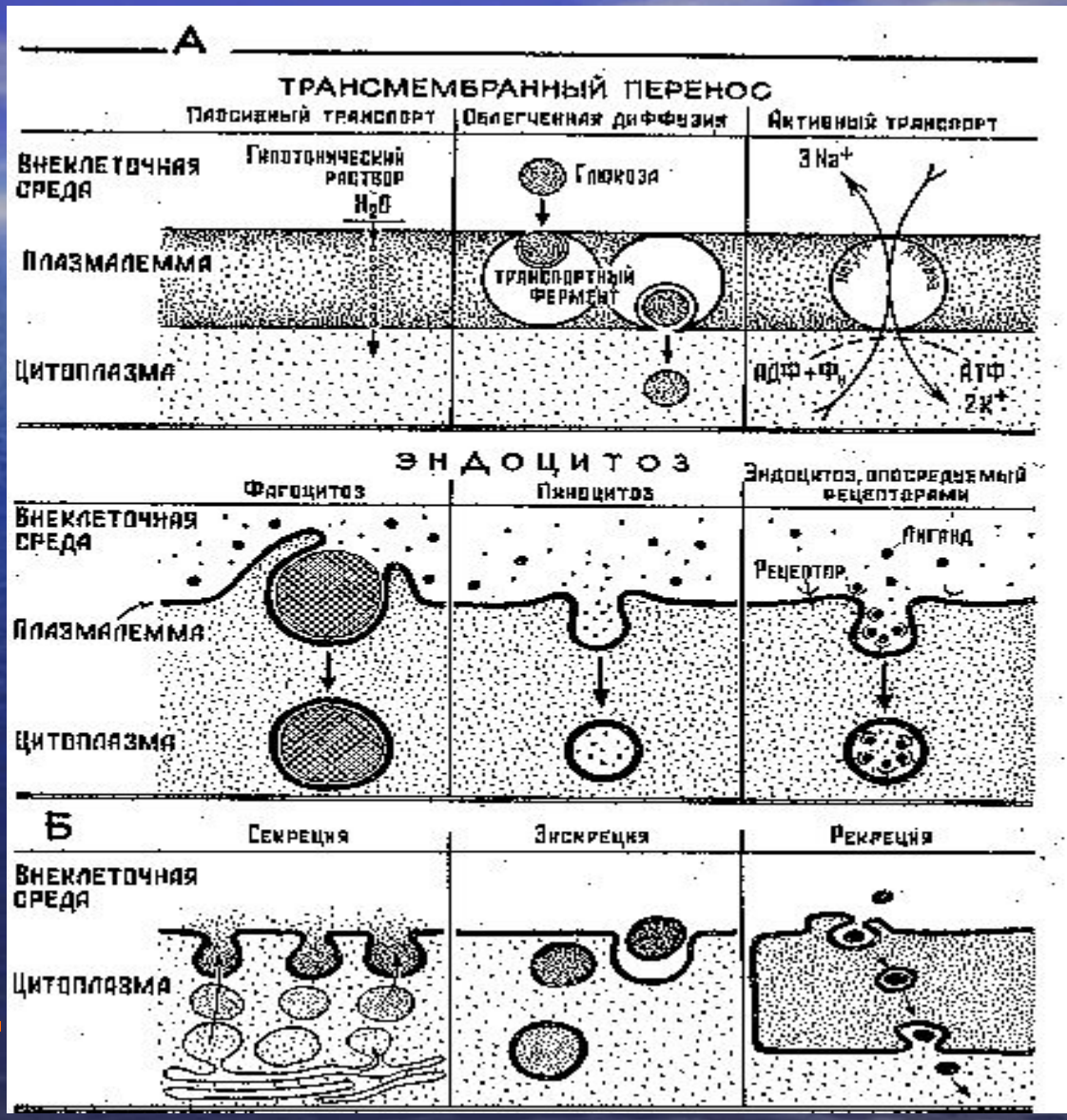


Схема трансмембранного переноса

- Схема - участие плазмалеммы в поступлении и выведении веществ.

а) На схеме показаны те 9 вариантов трансмембранного транспорта, которые были перечислены выше.

б) При этом надо иметь в виду, что секреция не всегда осуществляется путём выделения секреторных пузырьков: в ряде случаев её механизмами являются облегчённая диффузия или активный транспорт.



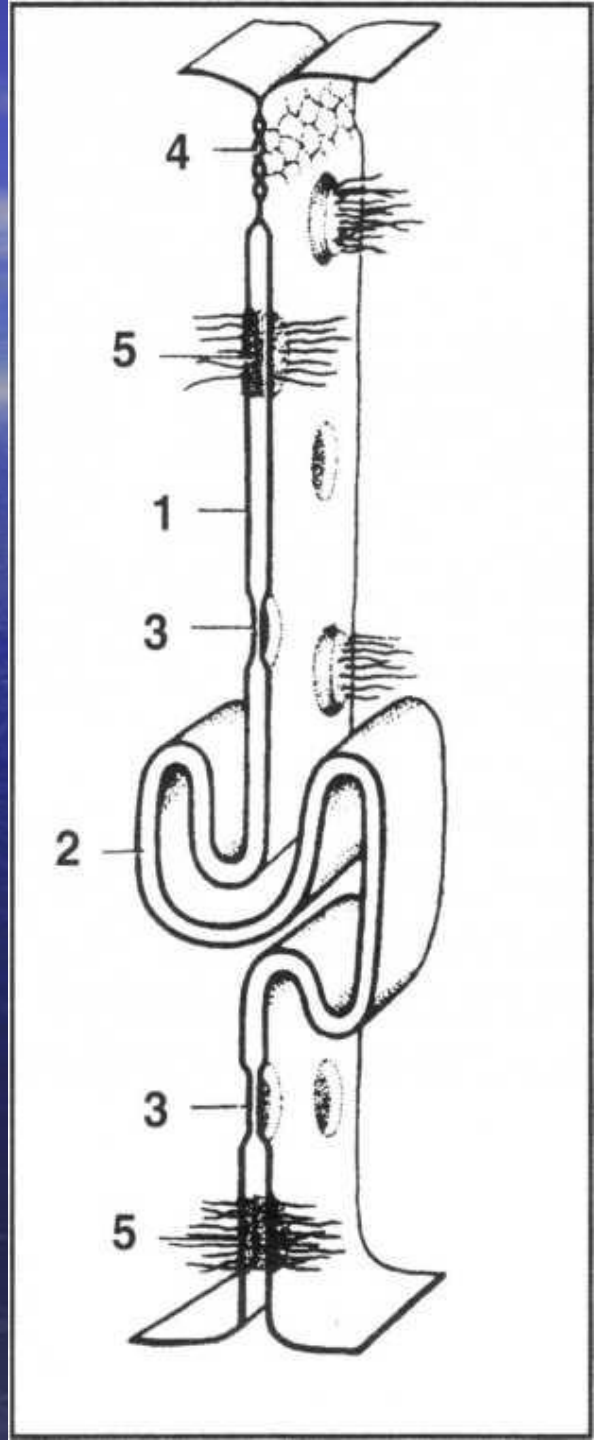
Межклеточные соединения (контакты)

В некоторых тканях клетки прилегают друг к другу - например, в канальцах почки. Тогда между клетками обычно образуются те или иные межклеточные соединения.

1. Простое межклеточное соединение

а) Это просто сближение плазмолемм соседних клеток на расстояние 15-20 нм без образования специальных структур.

б) При этом плазмолеммы взаимодействуют друг с другом с помощью специфических адгезивных гликопротеинов - кадгеринов, интегринов и др.



Межклеточные соединения (контакты)

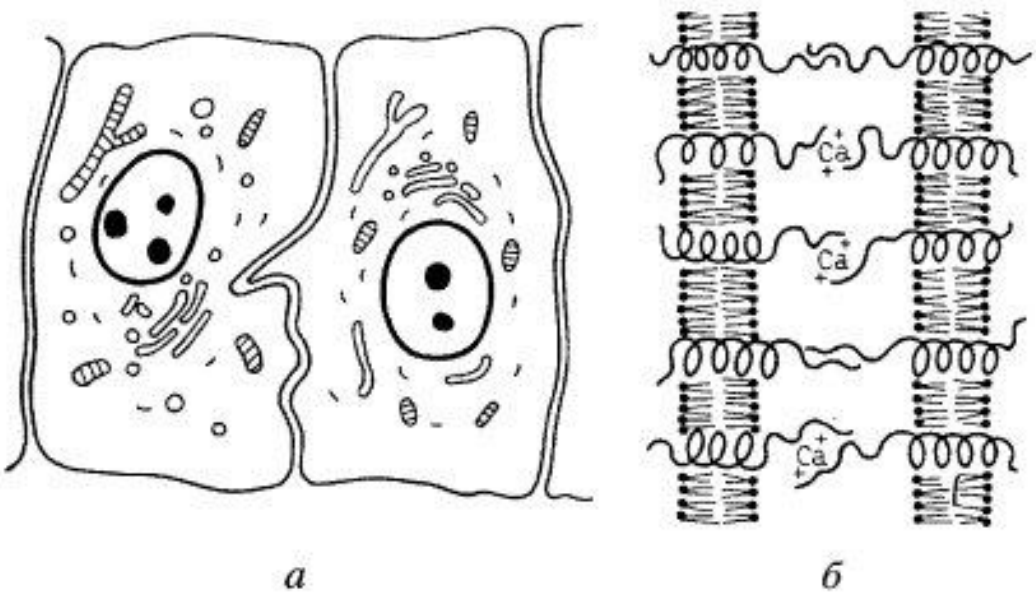
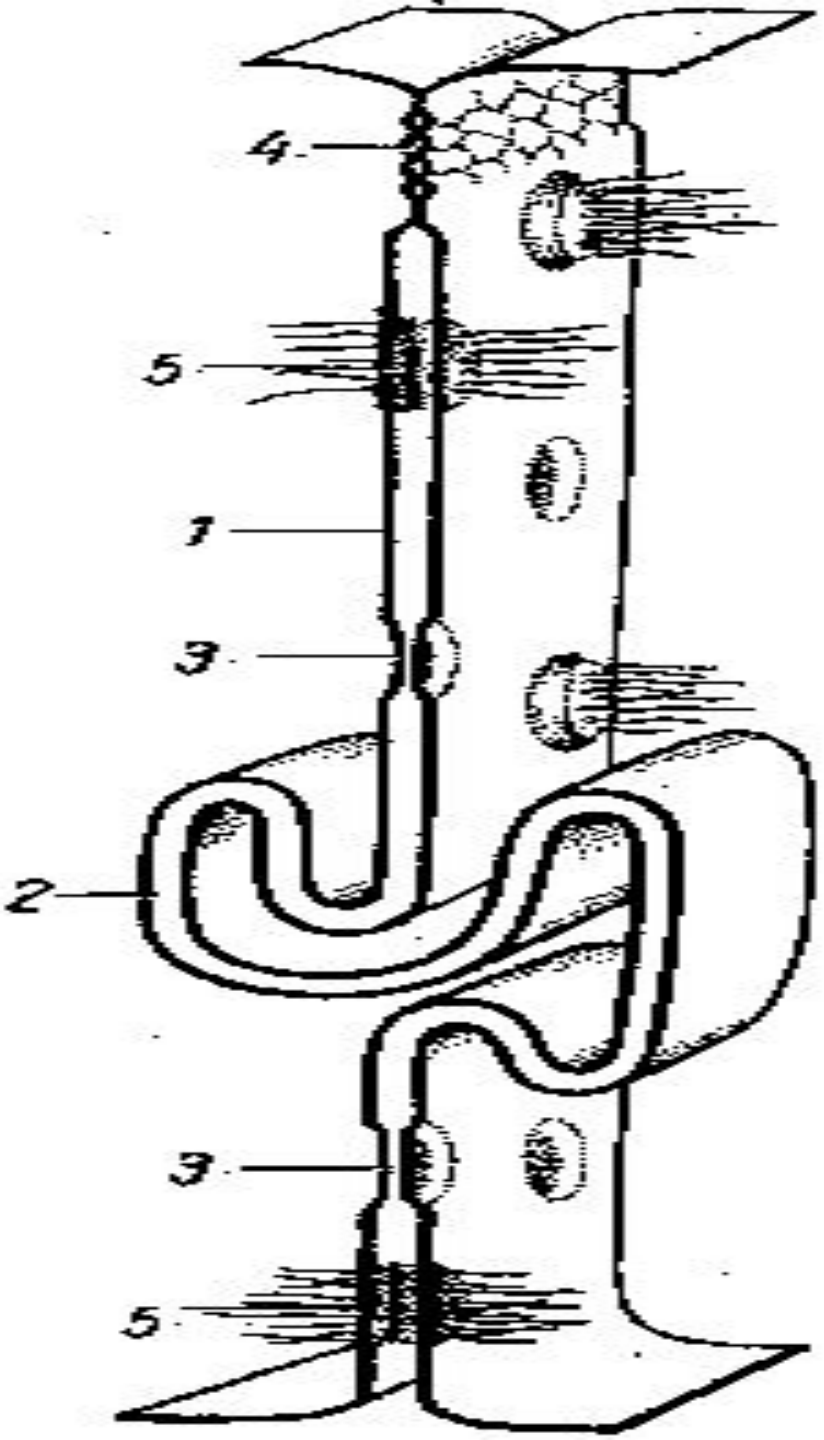


Схема простого межклеточного соединения

а — простое соединение, без участия специальных структур; *б* — трансмембранные гликопротеиды определяют связывание двух соседних клеток

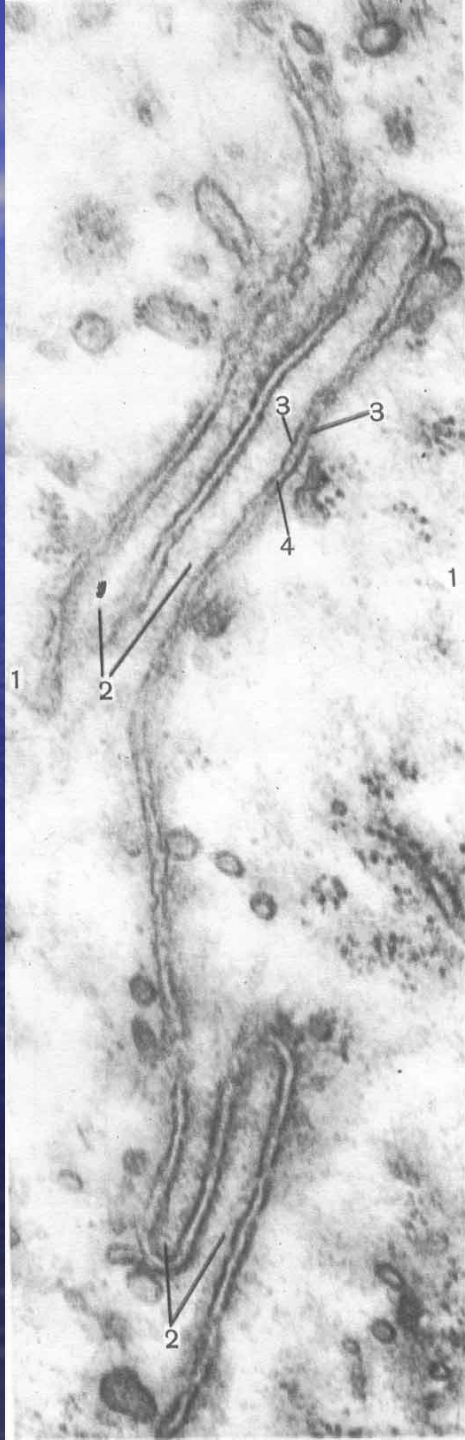


соединения (контакты)

2.Интердигитация (пальцевидное соединение)

- 1 - цитоплазма; 2 - соединение по типу "замка"; 3 - оболочки прилежащих клеток; 4 - межклеточные пространства.

- На данной электронограмме представлен контакт между двумя клетками. Такой вид контакта называется *интердигитация* - т.е. взаимные пальцевидные впячивания двух мембран соседних клеток. Другое его название контакт по типу "замка" - т.к. мембрана одной из клеток "вдавливается" в цитоплазму другой клетки как ключ в замок.
- *Интердигитация.* Это вид контакта построен достаточно просто. Цитолеммы контактирующих клеток (цифра 3) прослеживаются на всем протяжении контакта, т.е. они нигде не сливаются и между ними хорошо различимо



- Интердигитации типичны для эпителиальных и некоторых видов мышечных тканей.
- *Их функции:*

  1. Увеличивают площади контактов между клетками (например, проксимальные канальцы нефрона, вставочные диски между кардиомиоцитами) - иногда в складках размещаются десмосомы и нексусы.

  2. Она более прочны чем простые контакты, но связывают клетки намного "мягче", чем десмосомы. Так, например, они очень типичны для переходного эпителия мочевыводящих путей, так как, обладая достаточной прочностью, для того чтобы эпителий не разорвался, они позволяют эпителиоцитами скользить друг по другу.

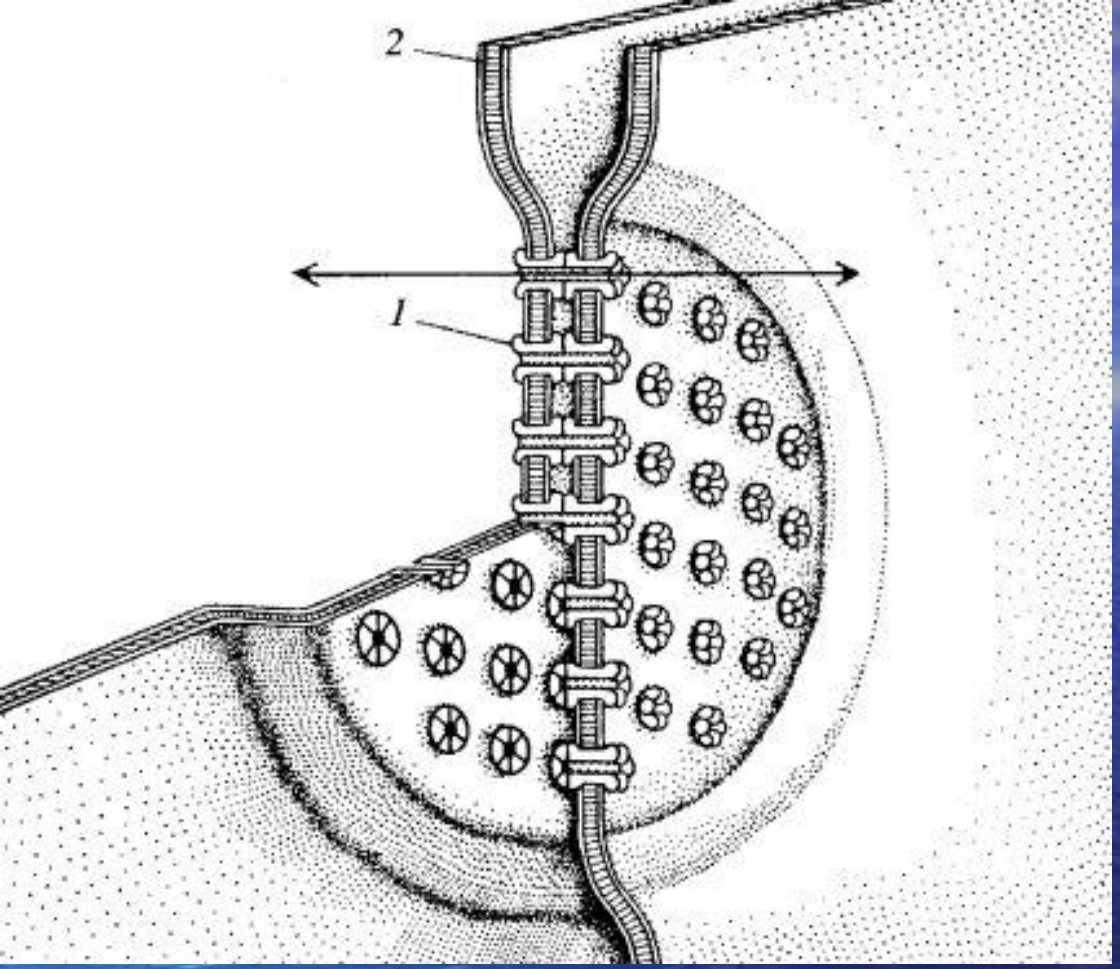


Схема щелевого соединения
1 — коннексон; *2* — плазматическая мембрана. Стрелка обозначает канал, образованный двумя коннексонами

3. Щелевидное соединение (нексус, или gapjunction)

а) В области нексуса (длиной 0,5 – 3 мкм) плазмалеммы сближаются на расстояние 2 нм и пронизываются многочисленными белковыми каналами (коннексонами), связывающими содержимое соседних клеток.

б) Через эти каналы (диаметром 2 нм) могут диффундировать ионы и небольшие молекулы.

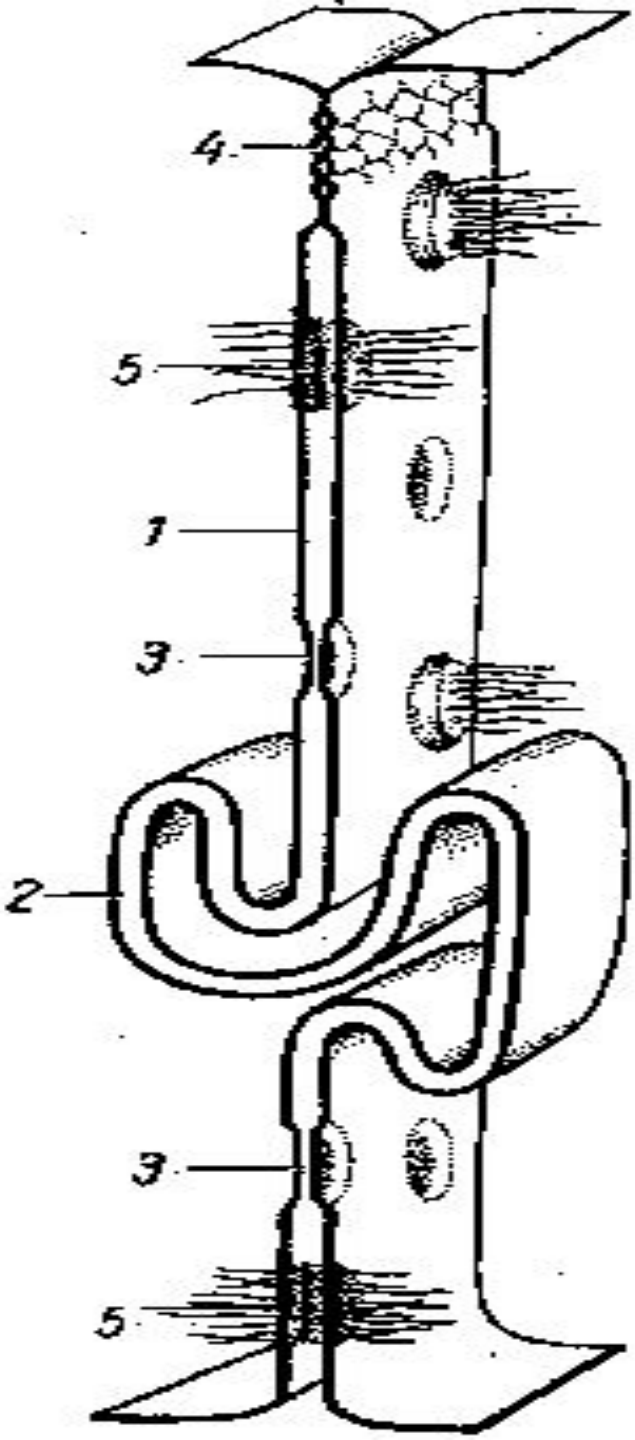
соединения (контакты)

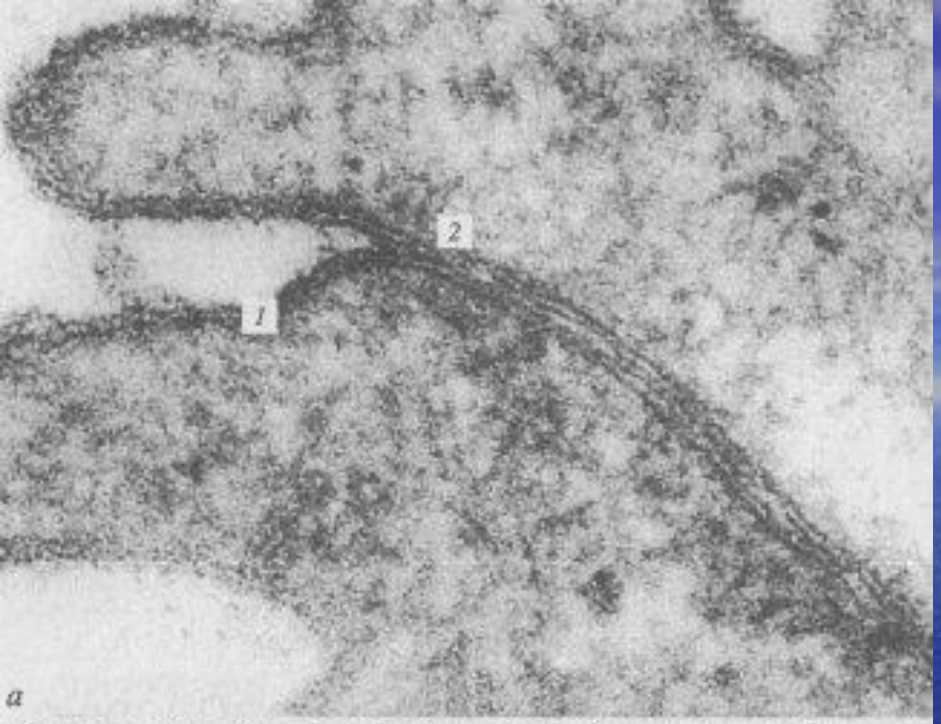
4. Плотное соединение (запирающая зона, или zona occludens)

а) Здесь плазмалеммы вплотную прилегают друг к другу - с помощью специальных белков.

б) Места такого плотного прилегания образуют на контактирующих поверхностях подобие ячеистой сети.

в) Они обеспечивают надёжное отграничение двух сред, находящихся по разные стороны от пласта клеток.





- **Запирающее, или плотное, соединение** характерно для однослойных эпителиев. Это зона, где внешние слои двух плазматических мембран максимально сближены.
- Часто видна трехслойность мембраны в этом контакте: два внешних осмофильных слоя обеих мембран как бы сливаются в один общий слой толщиной 2-3 нм. Слияние мембран происходит не по всей площади плотного контакта, а представляет собой ряд точечных сближений мембран

Межклеточные специальные соединения (контакты)

а — плотный запирающий контакт (tight junction): *1* — плазматическая мембрана одной из соединяющихся клеток, *2* — сближение мембран в зоне контакта; *б* — нексус — щелевой контакт (*1*) между двумя (*2* и *3*) кардиомиоцитами

- Точки соприкосновения мембран представляют собой ряды глобул. Это белки окклудин и клаудин — специальные интегральные белки плазматической мембраны, встроенные рядами.
- Такие ряды глобул, или полоски, могут пересекаться так, что образуют как бы решетку, или сеть. Очень характерна эта структура для эпителиев, особенно железистых и кишечных.
- Оказалось, что роль замыкающего плотного контакта заключается не только в механическом соединении клеток друг с другом.
- Эта область контакта плохо проницаема для макромолекул и ионов, и тем самым она запирает, перегораживает межклеточные полости, изолируя их (и вместе с ними собственно внутреннюю среду организма) от внешней среды.

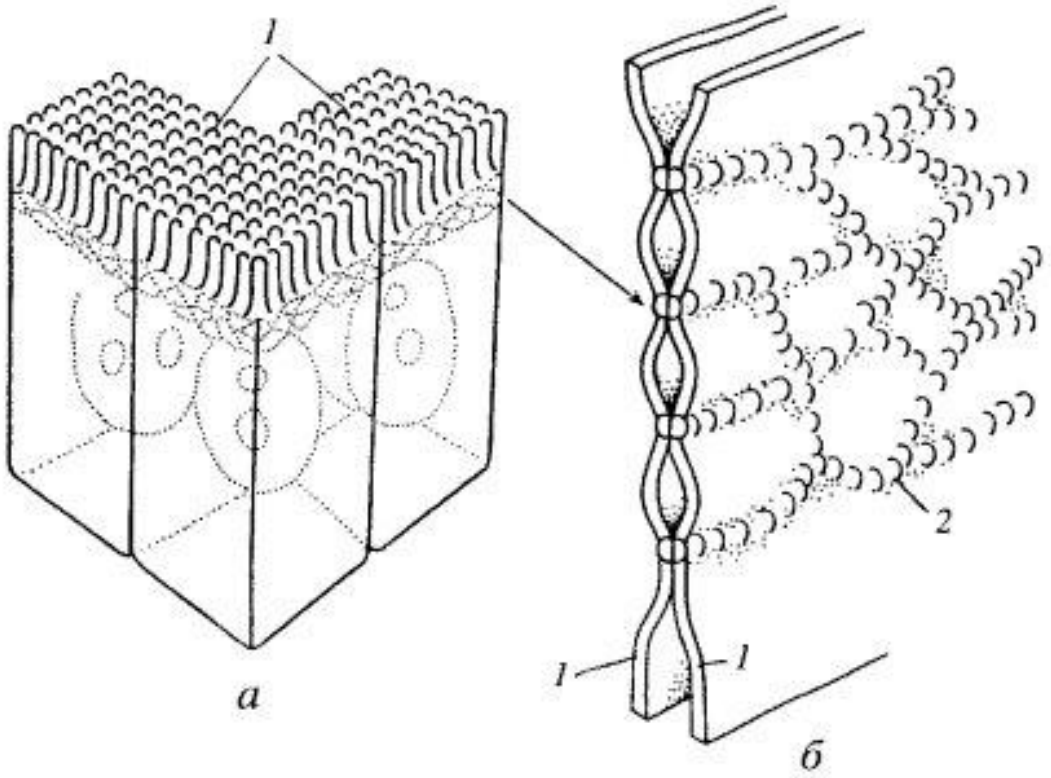


Схема плотного соединения

а — расположение плотного соединения (вставочная пластинка) на клетках (*1*) кишечного эпителия; *б* — трехмерная схема участка плотного соединения: *1* — плазматические мембраны соседних клеток, *2* — глобулы белка окклюдина

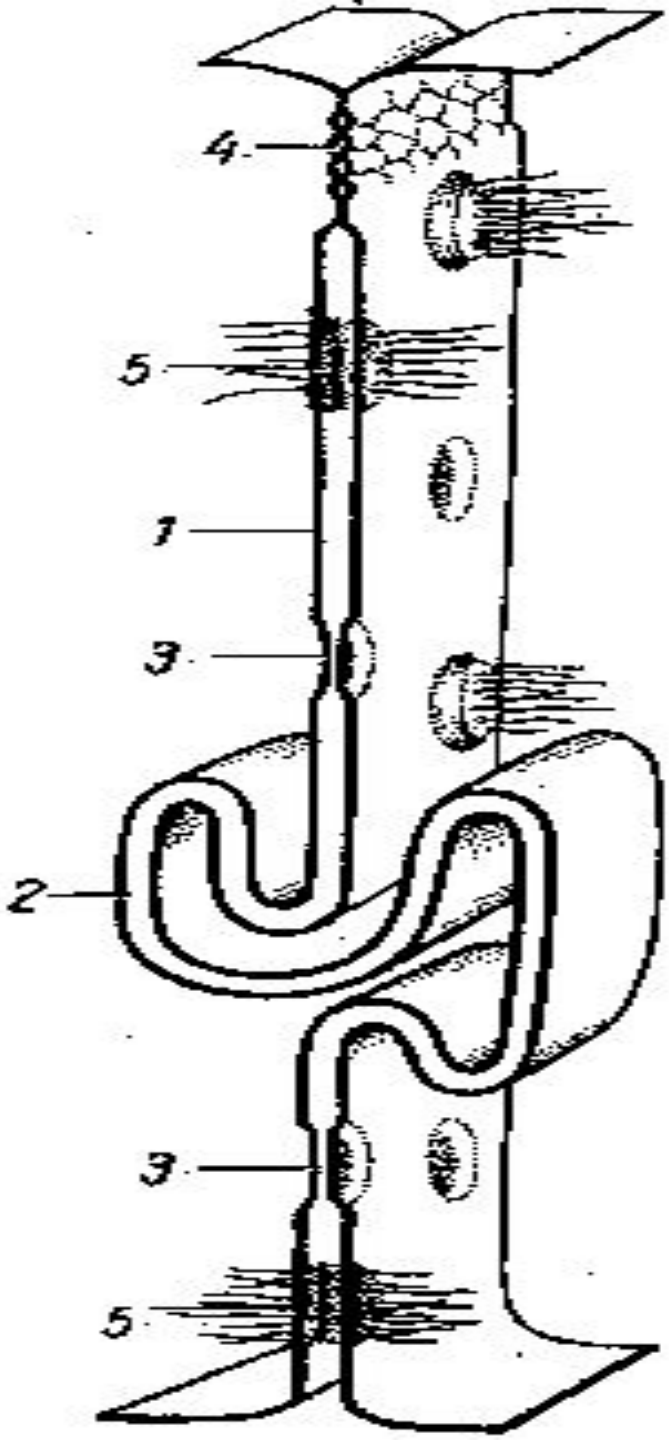
Межклеточные соединения (контакты)

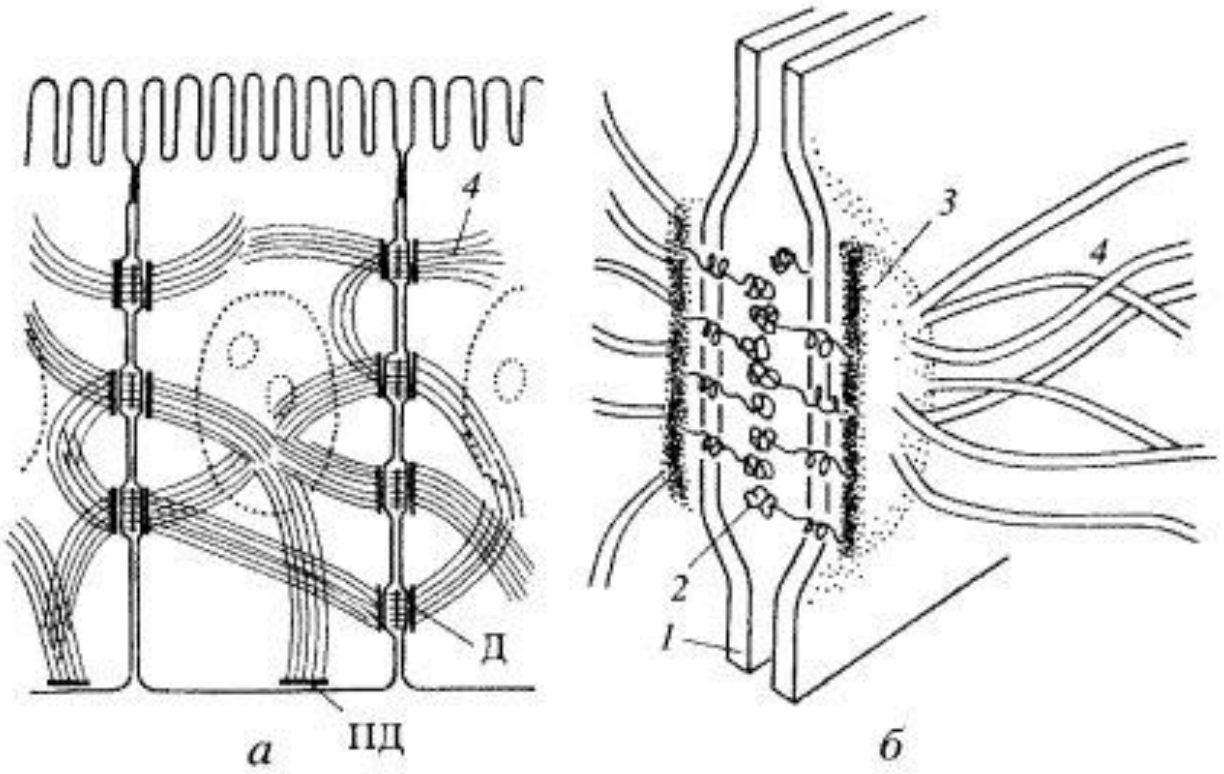
5. Десмосомы

а) В области десмосомы плазмалеммы утолщены с внутренней (цитоплазматической) стороны - за счёт белков десмоплакинов.

б) Отсюда в цитоплазму отходят в виде пучка тонкие нити (промежуточные филаменты цитоскелета). В эпителии они образованы белком кератином.

в) Пространство между плазмалеммами заполнено утолщённым гликокаликсом, который пронизан сцепляющими белками -десмоглеинами, образующими фибриллоподобные структуры и дисковидное утолщение посередине.



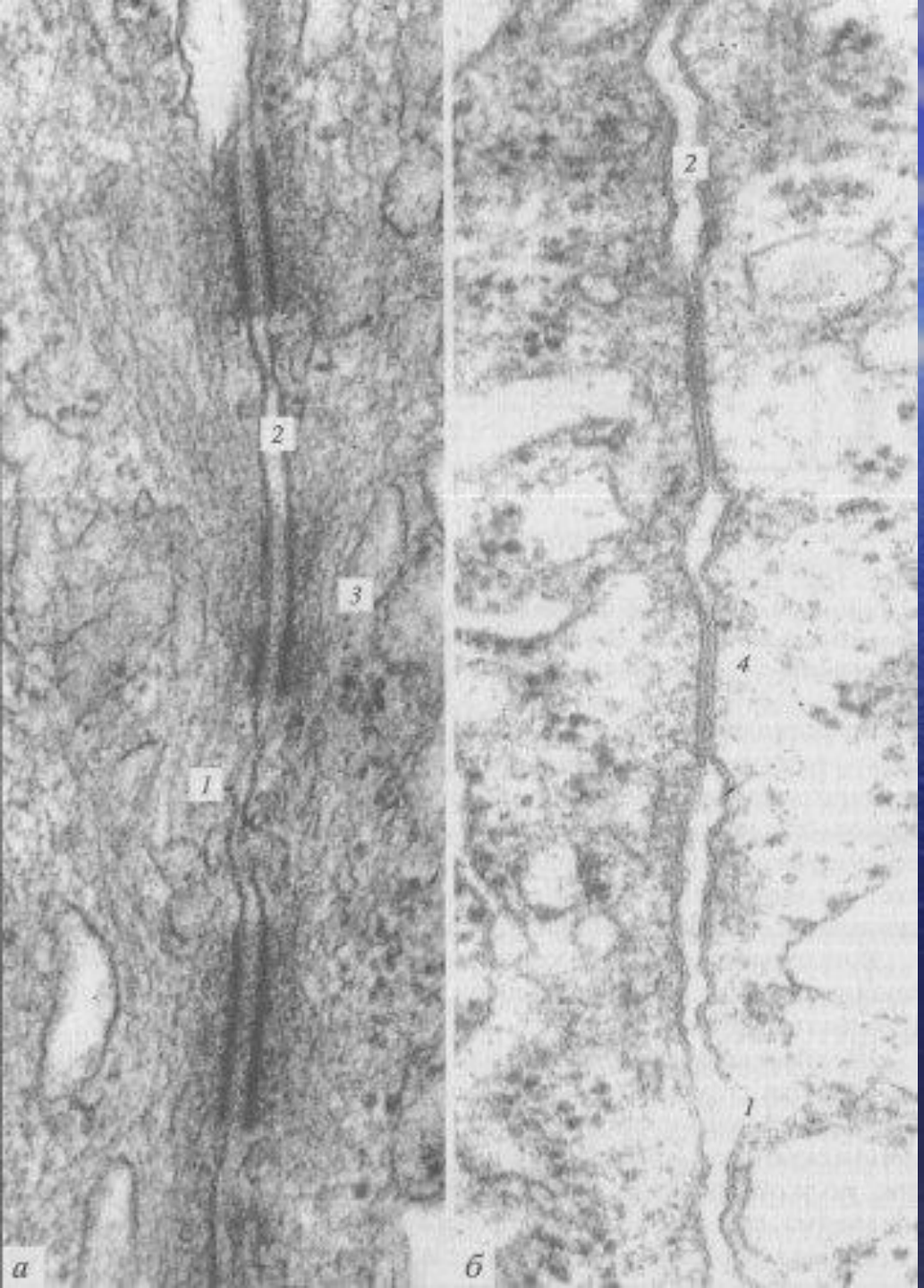


Десмосома

а — расположение в клетке; *б* — молекулярная схема.

1 — плазматическая мембрана; *2* — десмоглеиновый слой; *3* — слой десмоплакина; *4* — промежуточные филаменты. Д — десмосома; ПД — полудесмосома

- **Десмосомы** — структуры в виде бляшек. В межклеточном пространстве здесь также виден плотный слой, представленный взаимодействующими интегральными мембранными кадгеринами — десмоглеинами, которые сцепляют клетки друг с другом.
- С цитоплазматической стороны к плазмалемме прилежит слой белка-десмоплакина, с которым связаны промежуточные филаменты цитоскелета. Десмосомы встречаются чаще всего в эпителиях, в этом случае промежуточные филаменты содержат кератины.
- Клетки сердечной мышцы — кардиомиоциты, содержат десминовые фибриллы в составе десмосом. В эндотелии сосудов в состав десмосом входят виментиновые промежуточные филаменты.



- **Микрофотография межклеточных соединений (контактов) в клетках печени, полученная с помощью электронного микроскопа**
- *а* — десмосомы; *б* — щелевые соединения.
- *1* — плазматическая мембрана; *2* — межклеточное пространство; *3* — десмосома; *4* — щелевой контакт

Межклеточные соединения (контакты)

6. Адгезивный поясок

По структуре данный контакт похож на десмосомный, но имеет форму ленты, опоясывающей клетку, утолщения со стороны цитоплазмы образованы белком винкулином (а не десмоплакинами), отходящие в цитоплазму нити - тонкие (а не промежуточные) филаменты из белка актина, иные по природе и сцепляющие белки.

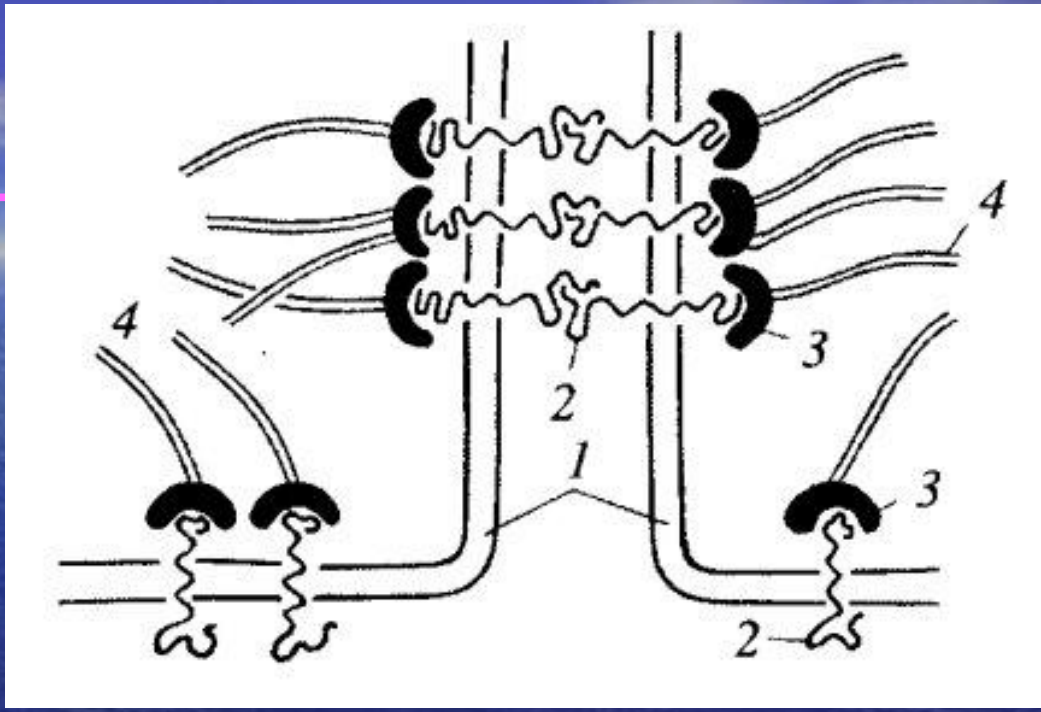
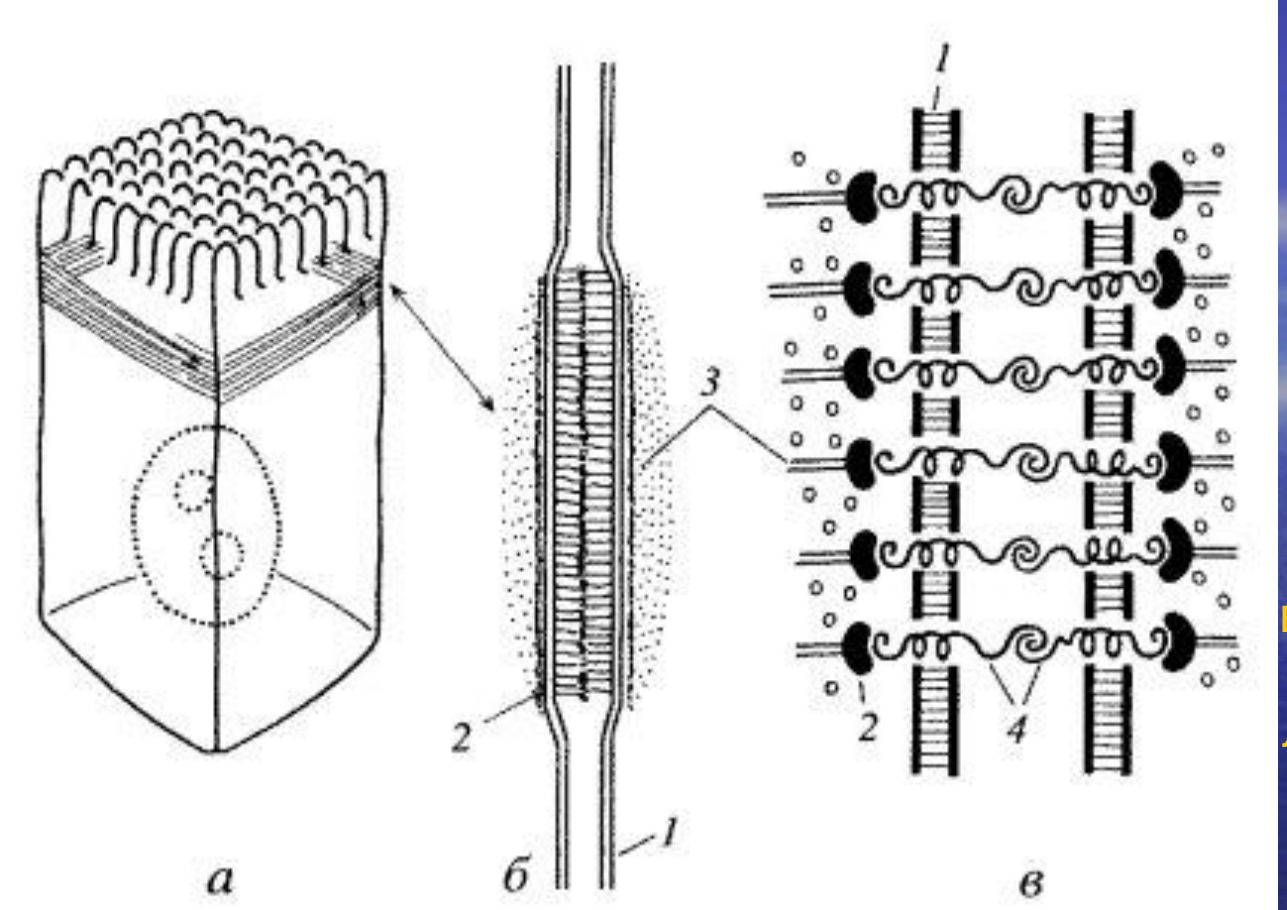


Схема строения заякоривающих адгезивных соединений

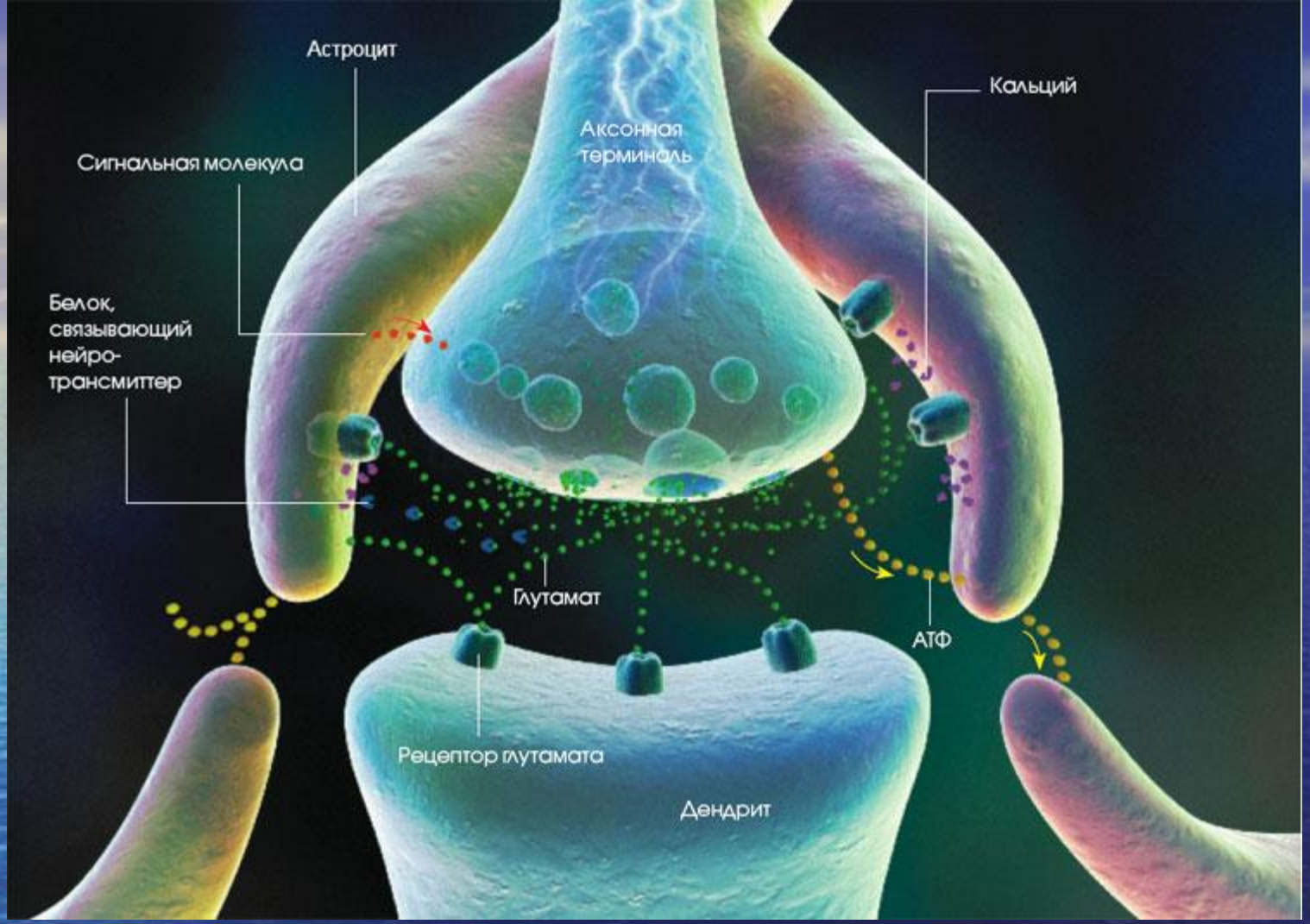
1 — плазматическая мембрана; *2* — трансмембранные линкерные гликопротеиды; *3* — внутриклеточные белки сцепления; *4* — элементы цитоскелета



Адгезивный (сцепляющий) поясок (лента)

а — расположение его в клетке; *б* — вид на ультратонком срезе; *в* — схематическое изображение.
1 — плазматическая мембрана; *2* — слой винкулина; *3* — актиновые микрофиламенты; *4* — линкерные гликопротеиды

- Для этого рода соединений характерны 2 типа белков.
- Первый тип представлен трансмембранными линкерными (связующими) белками, которые участвуют или в собственно межклеточном соединении или в соединении плазмалеммы с компонентами внеклеточного матрикса (базальная мембрана эпителиев, внеклеточные структурные белки соединительной ткани).
- Ко второму типу относятся внутриклеточные белки, соединяющие, или заякоривающие, мембранные элементы такого контакта с цитоплазматическими фибриллами цитоскелета.



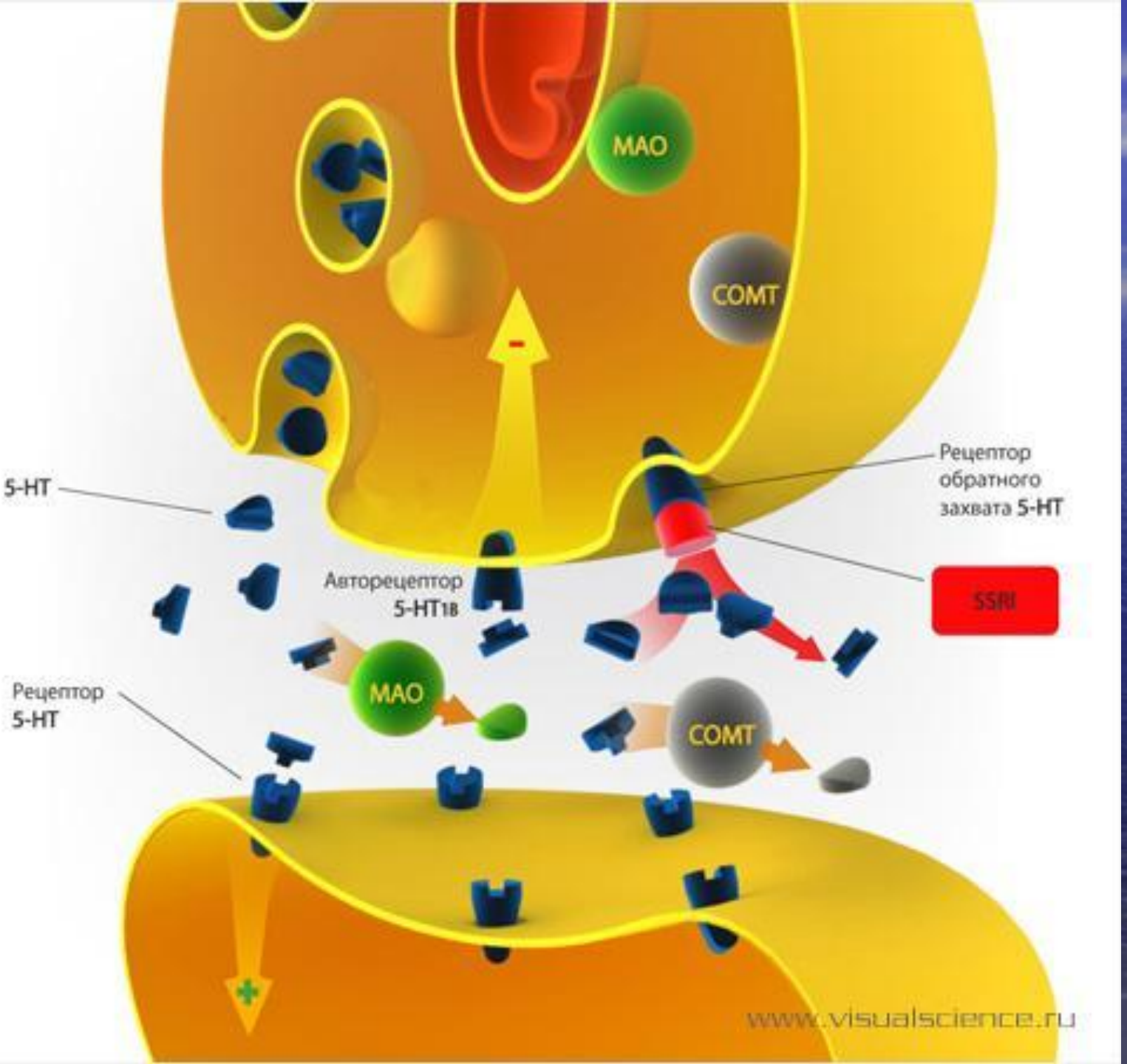
7. Синапсы

а) Это области передачи сигнала от одной возбудимой клетки другой.

б) В синапсе различают пресинаптическую мембрану (принадлежащую одной клетке), синаптическую щель и постсинаптическую мембрану (ПоМ) (часть плазмалеммы другой клетки).

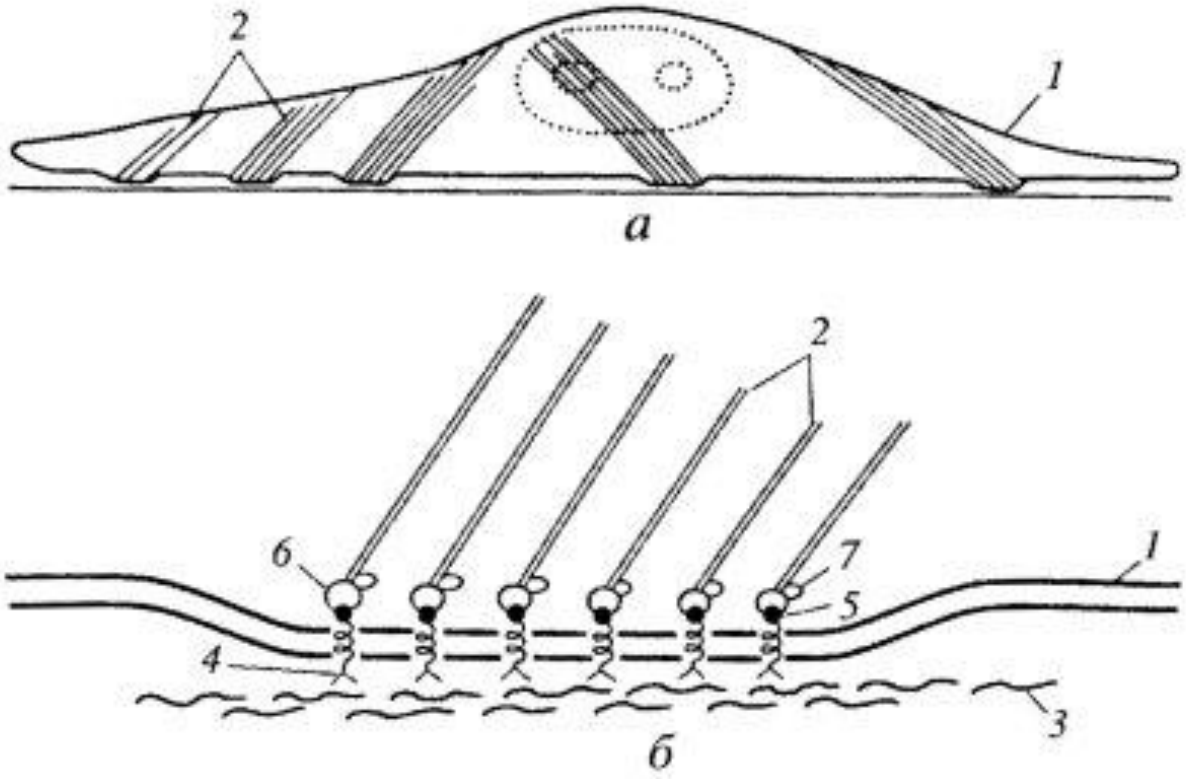
в) Обычно сигнал передаётся химическим веществом - медиатором, воздействующим на специфические рецепторы

- Синапсы образуются на отростках нервных клеток — это терминальные участки дендритов и аксонов. Межнейронные синапсы обычно имеют вид грушевидных расширений - бляшек на конце отростка нервной клетки. Такое терминальное расширение отростка одной из нервных клеток может контактировать и образовывать синаптическую связь как с телом другой нервной клетки, так и с ее отростками.
- Периферические отростки нервных клеток (аксоны) образуют специфические контакты с клетками-эффекторами или клетками-рецепторами.
- Следовательно, синапс — это структура, образующаяся между участками двух клеток (так же как и десмосома). Мембраны этих клеток разделены межклеточным пространством - синаптической щелью шириной около 20-30 нм. Часто в просвете этой щели виден тонковолокнистый, перпендикулярно расположенный по отношению к мембранам материал. Мембрана в области синаптического контакта одной клетки называется пресинаптической, мембрана другой клетки, воспринимающей импульс, - постсинаптической.
- В электронном микроскопе обе мембраны выглядят плотными, толстыми. Около пресинаптической мембраны выявляется огромное количество мелких вакуолей - синаптических пузырьков, заполненных медиаторами. Синаптические пузырьки в момент прохождения нервного импульса выбрасывают свое содержимое в синаптическую щель.
- Постсинаптическая мембрана часто выглядит толще обычных мембран из-за скопления около нее со стороны цитоплазмы множества тонких фибрилл.


MAO
COMT
5-HT
Рецептор обратного захвата 5-HT
Авторецептор 5-HT1B
SSRI
MAO
COMT
Рецептор 5-HT
www.visualscience.ru

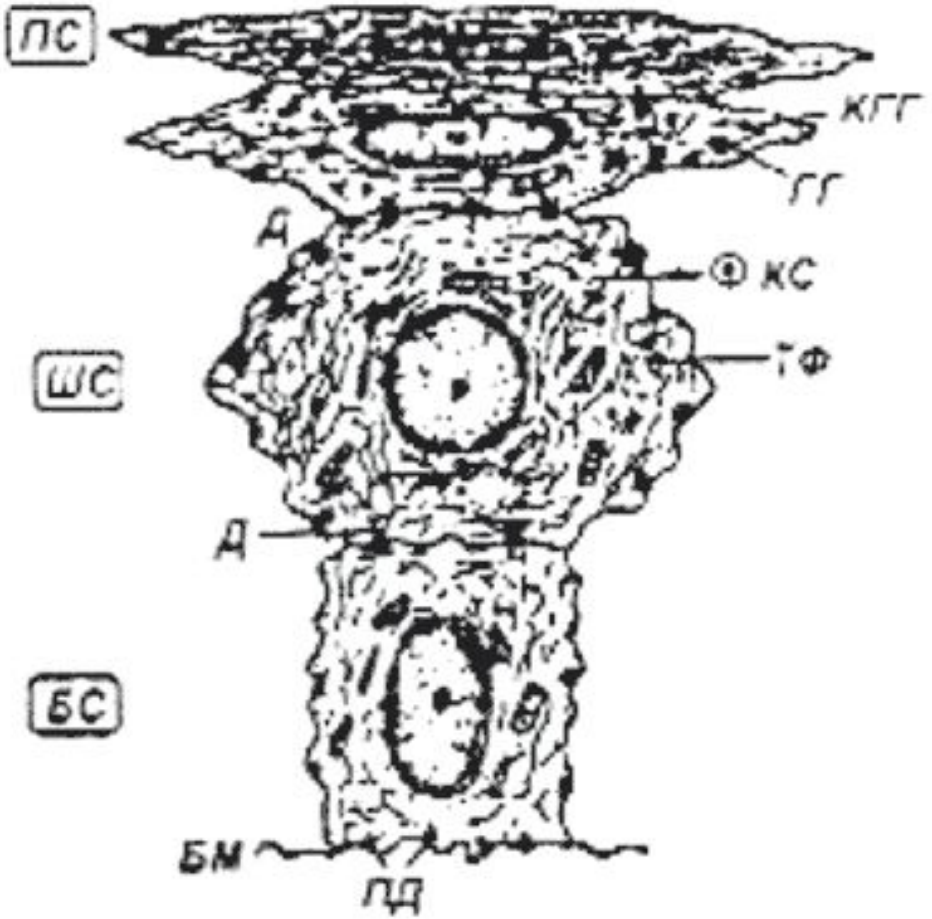
Фокальный контакт

а — расположение в фибробласте; *б* — молекулярная схема. *1* — плазматическая мембрана; *2* — микрофиламенты; *3* — фибронектин; *4* — рецептор фибронектина; *5* — талин; *6* — винкулин; *7* — α-актинин



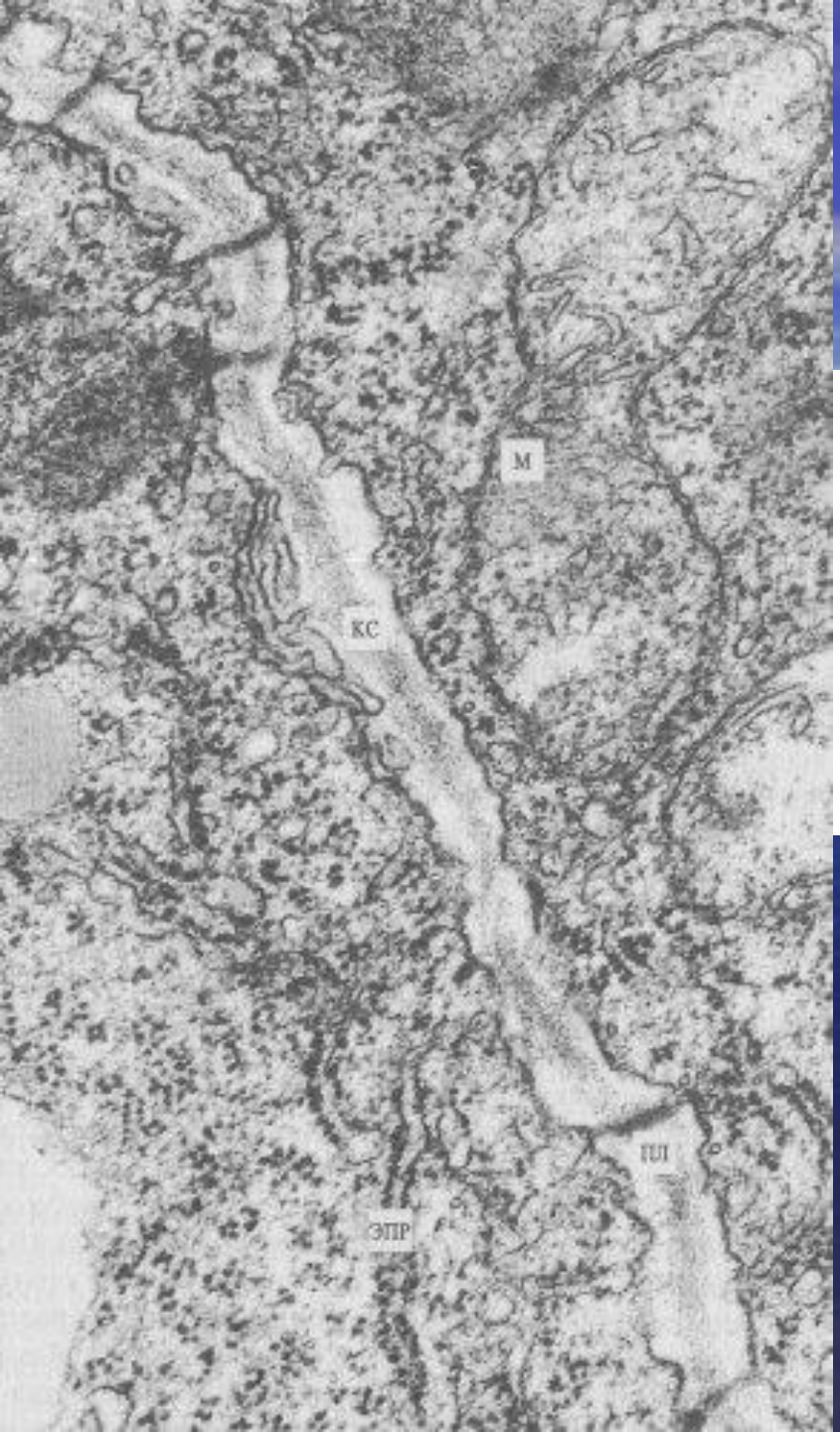
- 8. **Фокальные контакты,** или **бляшки сцепления,** встречаются у многих клеток и особенно хорошо изучены у фибробластов.
- Они построены по общему плану со сцепляющими лентами, но выражены в виде не больших участков — бляшек — на плазмалемме. В этом случае трансмембранные линкерные белки-интегрины специфически связываются с белками внеклеточного матрикса (например, с фибронектином).
- Со стороны цитоплазмы эти же гликопротеиды связаны с примембранными белками, куда входит и винкулин, который в свою очередь связан с пучком актиновых филаментов.
- Функциональное значение фокальных контактов заключается как в закреплении клетки на внеклеточных структурах, так и в создании механизма, позволяющего клеткам перемещаться.

- **9. Полудесмосомы** в принципе сходны по строению с десмосомой, но представляют собой соединение клеток с межклеточными структурами. Так, в эпителиях линкерные гликопротеиды (интегрины) десмосомы взаимодействуют с белками так называемой базальной мембраны, куда входят коллаген, ламинин, протеогликаны и др.
- Функциональная роль полудесмосом сугубо механическая — они сцепляют клетки друг с другом и с подлежащим внеклеточным матриксом прочно, что позволяет эпителиальным пластам выдерживать большие механические нагрузки.



БМ — базальная мембрана; БС — базальный слой; ШС — шиповатый слой; ПС — поверхностный слой; ТФ — тонофиламенты; КС — кератиносомы; КГГ — кератогиалиновые гранулы; ПД — полудесмосомы; Д — десмосомы; ГГ — гранулы гликогена

- **10. Плазмодесмы.** Этот тип межклеточных связей встречается у растений.
- Плазмодесмы представляют собой тонкие трубчатые цитоплазматические каналы, соединяющие две соседние клетки. Диаметр этих каналов обычно составляет 20—40 нм. Ограничивающая эти каналы мембрана непосредственно переходит в плазматические мембраны соседствующих клеток.
- Плазмодесмы проходят сквозь клеточную стенку, разделяющую клетки.
- Таким образом, у некоторых растительных клеток плазмодесмы соединяют гиалоплазму соседних клеток, поэтому формально здесь нет полного разграничения, отделения тела одной клетки от другой, это скорее представляет собой синцитий: объединение многих клеточных территорий с помощью цитоплазматических мостиков.
- Внутрь плазмодесм могут проникать мембранные трубчатые элементы, соединяющие цистерны эндоплазматического ретикулума соседних клеток. Образуются плазмодесмы во время деления клетки, когда строится первичная клеточная оболочка.
- У только что разделившихся клеток число плазмодесм может быть очень велико (до 1000 на клетку), при старении клеток их число падает за счет разрывов при увеличении толщины клеточной стенки.



Плазмодесмы — межклеточные соединения между двумя клетками корневой меристемы лука

КС — клеточная стенка; ПЛ — плазмодесмы; ЭПР — эндоплазматический ретикулум; М — митохондрия

Схема строения плазмодесмы

1 — плазматическая мембрана; *2* — мембрана десмотубулы; *3* — клеточная стенка

Функциональная роль плазмодесм очень велика: с их помощью обеспечивается межклеточная циркуляция растворов, содержащих питательные вещества, ионы и другие соединения. По плазмодесмам могут перемещаться липидные капли.

Межклеточные соединения (контакты)

Функциональная классификация

Перечисленные контакты можно сгруппировать следующим образом.

I. Контакты **простого** типа

а) Простые межклеточные соединения

б) Интердигитации

II. Контакты **сцепляющего** типа

а) Десмосомы

б) Адгезивный поясок

III. Контакты **запирающего** типа

Плотные соединения

IV. Контакты **коммуникационного** типа

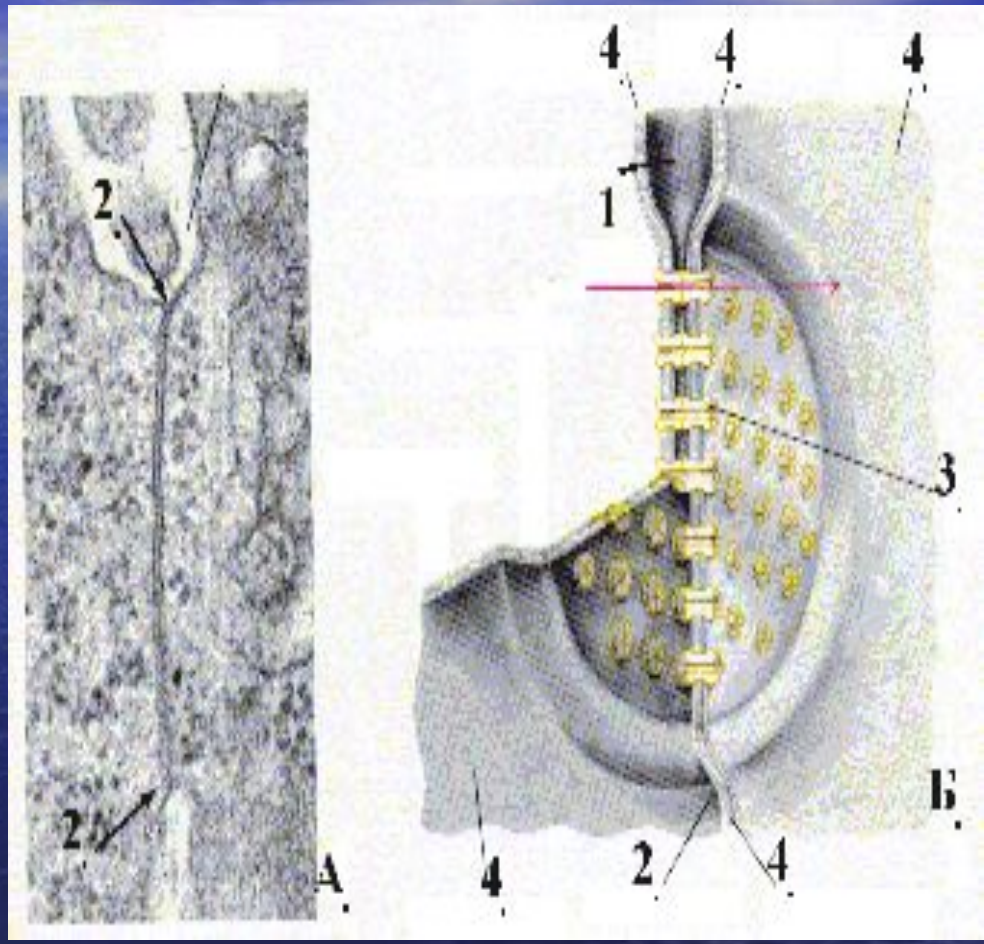
а) Нексусы

б) Синапсы

Иллюстрации

- **Электронная микрофотография и схема - нексус.**

1. На микрофотографии (А) мы видим, что межклеточное пространство, широкое (1) вне нексуса, в области нексуса (2) резко суживается до щели в 2 нм.
2. На схеме (Б) показаны коннексоны (3) - цилиндрические белковые каналы, идущие через две плазмалеммы (4) из одной клетки в другую.

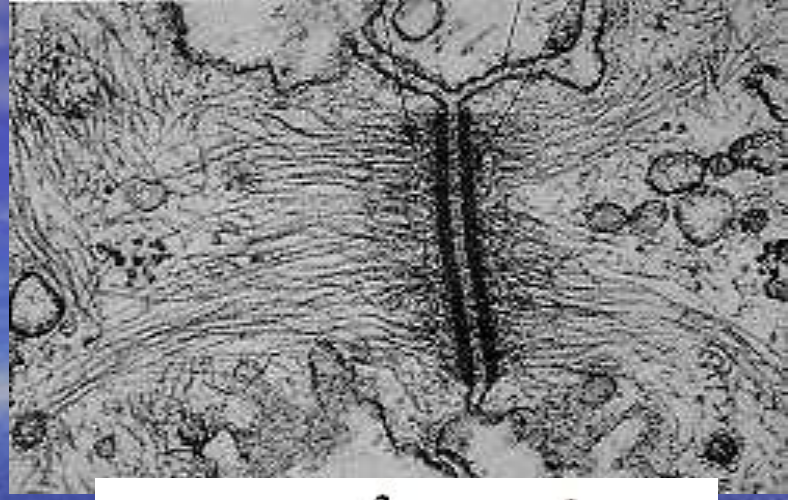


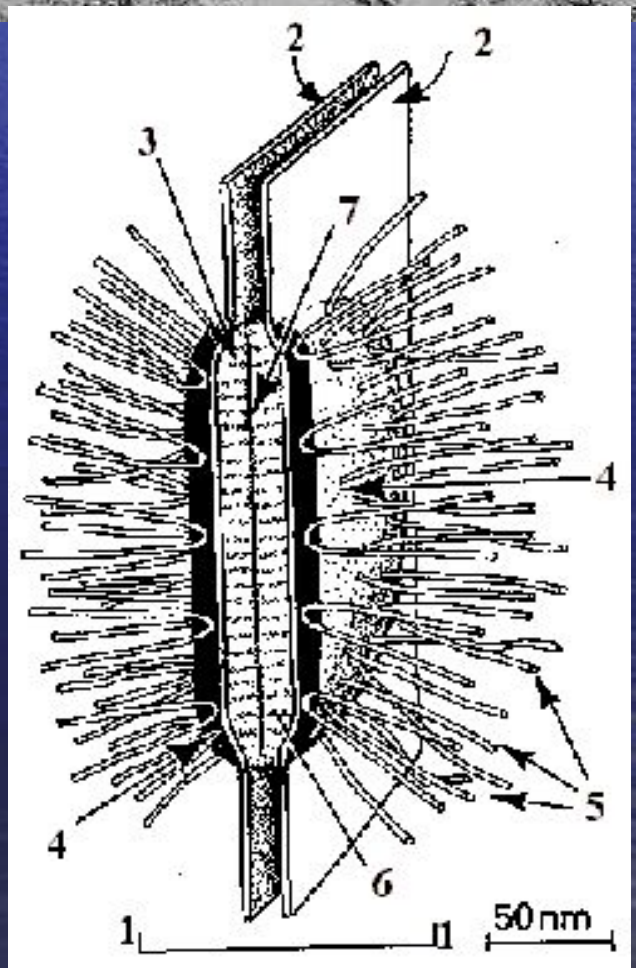
- **Электронная микрофотография и схема - десмосома.**

1. а) Вне десмосомы (1) плазматические мембраны имеют обычную структуру (2).

   б) В области же десмосомы появляются дополнительные слои (3), а в цитоплазму клетки от прикрепительной пластинки (4) отходят тонкие фибриллы (5).

2. Между плазмолеммами на схеме показаны: поперечные межмембранные филаменты (6) и центральная перегородка (7), образованная слиянием наружных краёв гликокаликса соседних клеток.





- **Микроворсинки (1)**

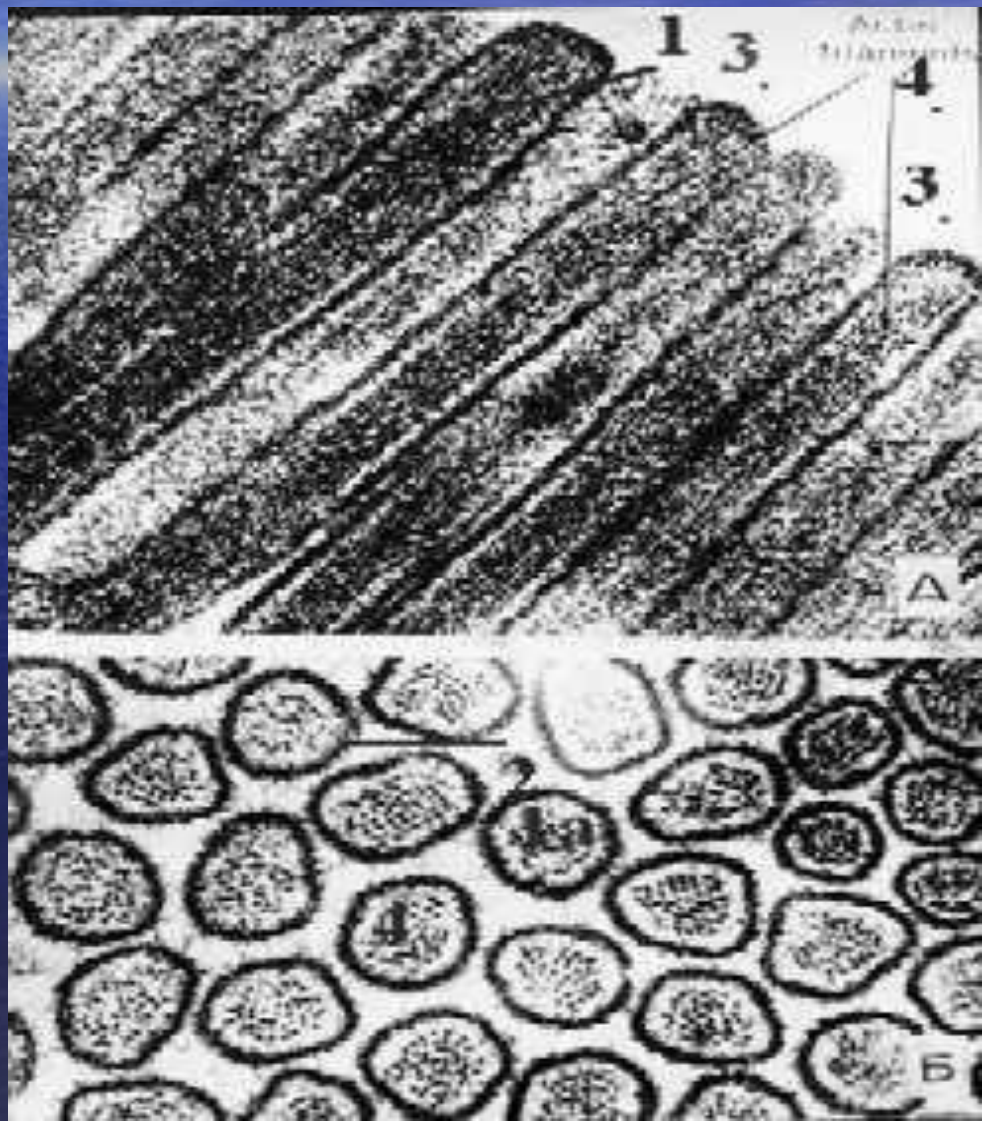
1. Имеют вид цилиндрических пальцеобразных выростов цитоплазмы, покрытых плазмолеммой (2).

2. Они обращены в просвет (3) тонкой кишки и значительно увеличивают всасывающую поверхность эпителия.

3. а) Форма и вертикальное положение микроворсинок поддерживаются благодаря наличию в них, как и в других областях цитоплазмы, цитоскелета.

б) Здесь он представлен микрофиламентами (4) - нитями из белка актина, которые расположены вдоль оси микроворсинки.

- **Электронная микрофотография - микроворсинки на апикальной поверхности клеток тонкой кишки.**



- **Вид при световой микроскопии**

1. а) При световой микроскопии микроворсинки воспринимаются как узкая оксифильная каёмка (3) на апикальной поверхности клетки.

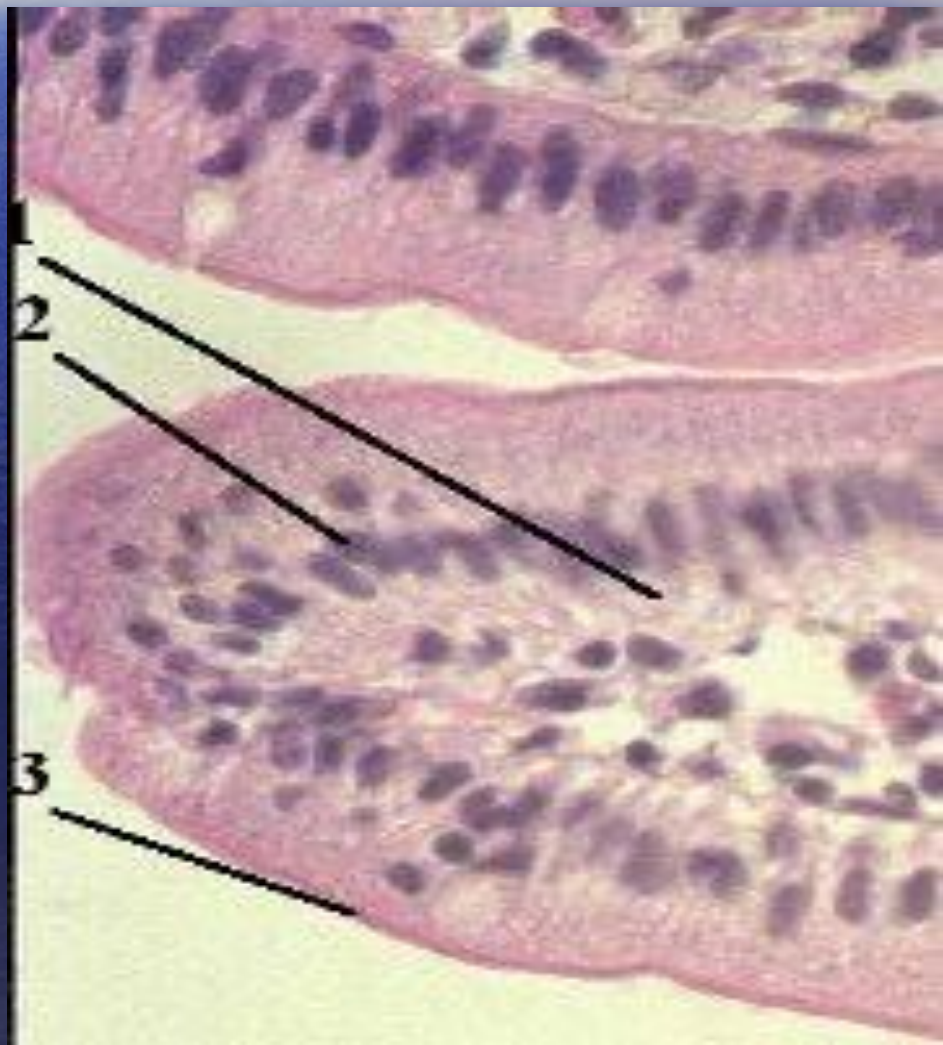
б) Эта каёмка называется щёточной или всасывающей.

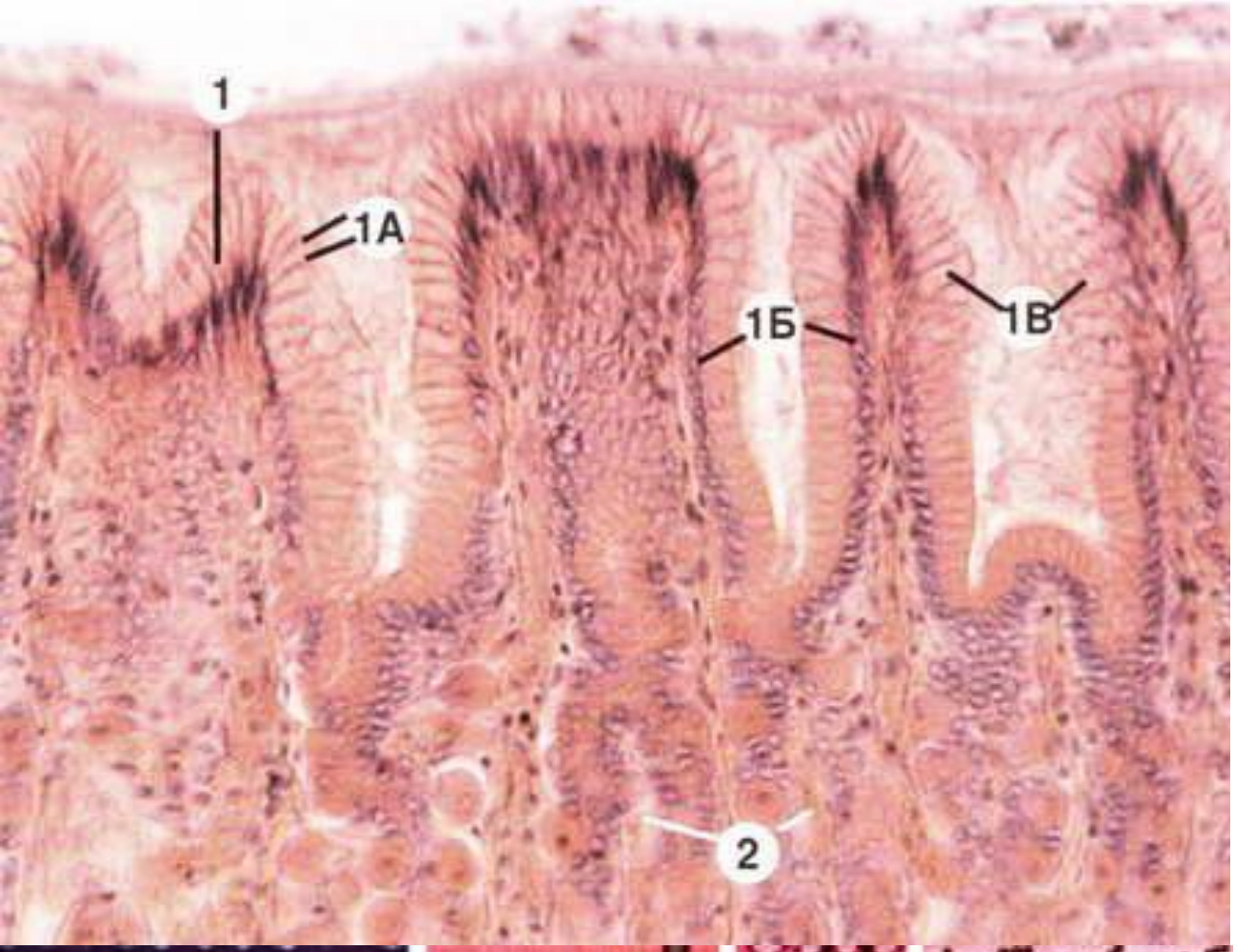
2. Сами же клетки (2) имеют цилиндрическую форму и выстилают поверхность ворсинок (1), образуемых слизистой оболочкой тонкой кишки.

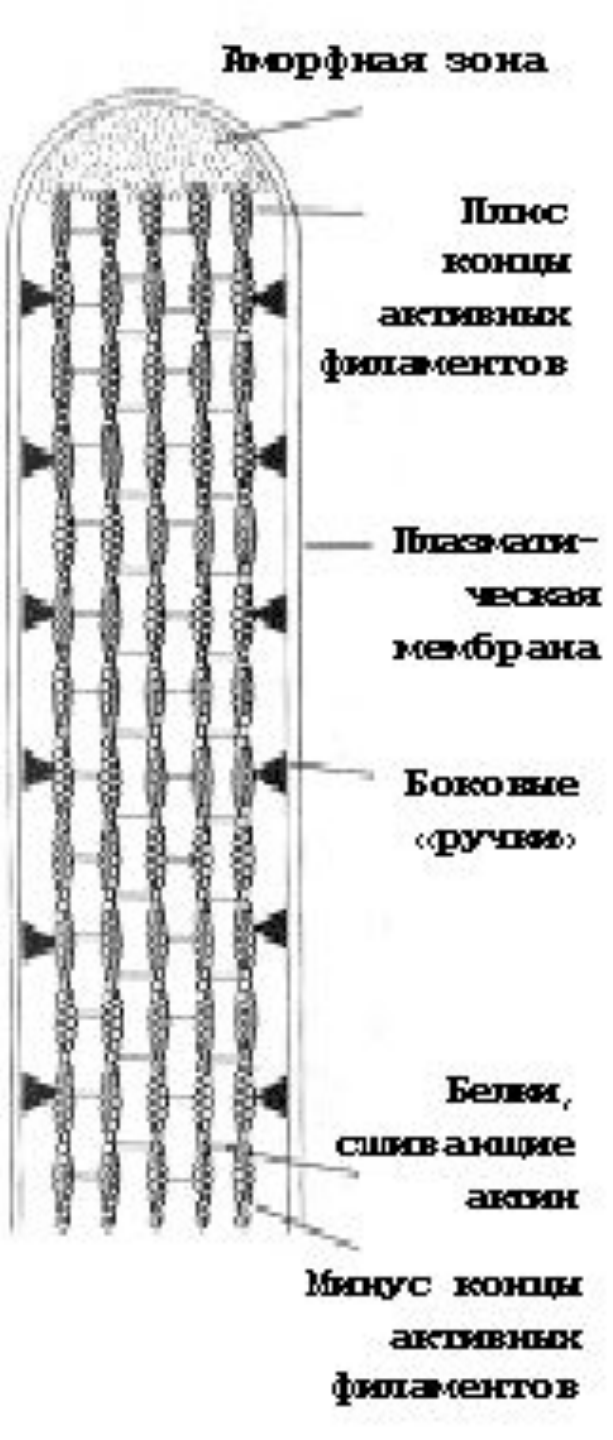
3. а) Таким образом, ворсинки - это выпячивания слизистой оболочки, а микроворсинки - выпячивания цитоплазмы отдельных клеток.

б) Наличие тех и других резко увеличивает всасывающую способность кишечника.

- Препарат - щёточная каёмка клеток (тонкая кишка). Окраска гематоксилин-эозином.




1
1А
1Б
1В
2

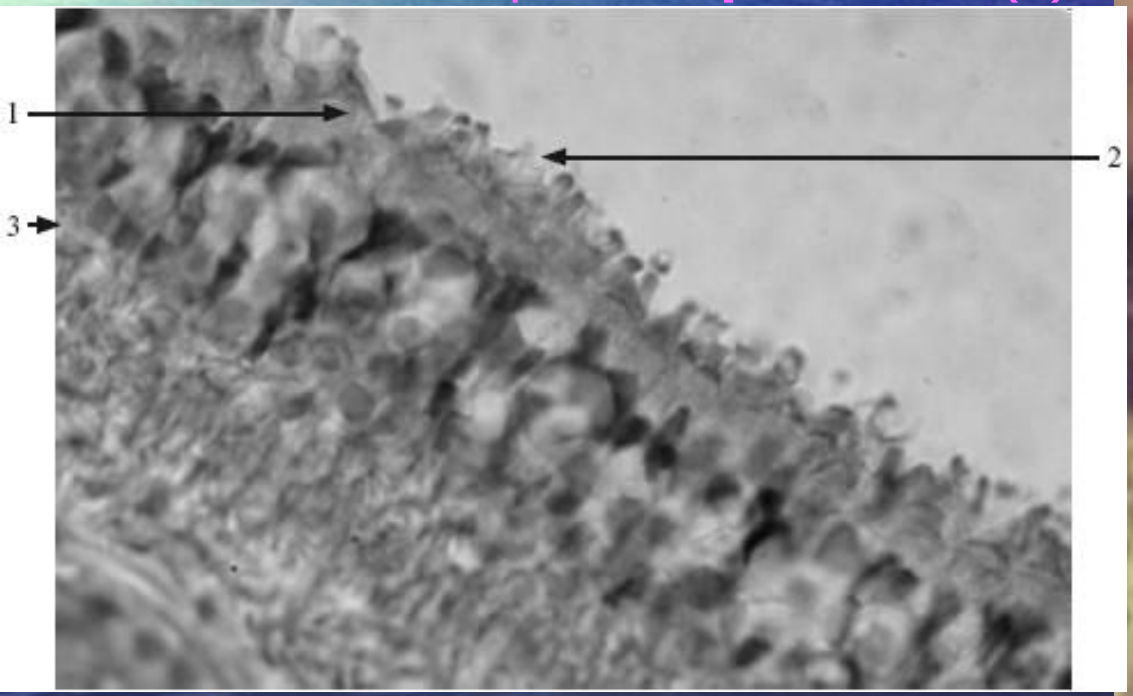

Аморфная зона
Плюс концы активных филаментов
Плазматическая мембрана
Боковые «ручки»
Белки, сшивающие актин
Минус концы активных филаментов

Реснички

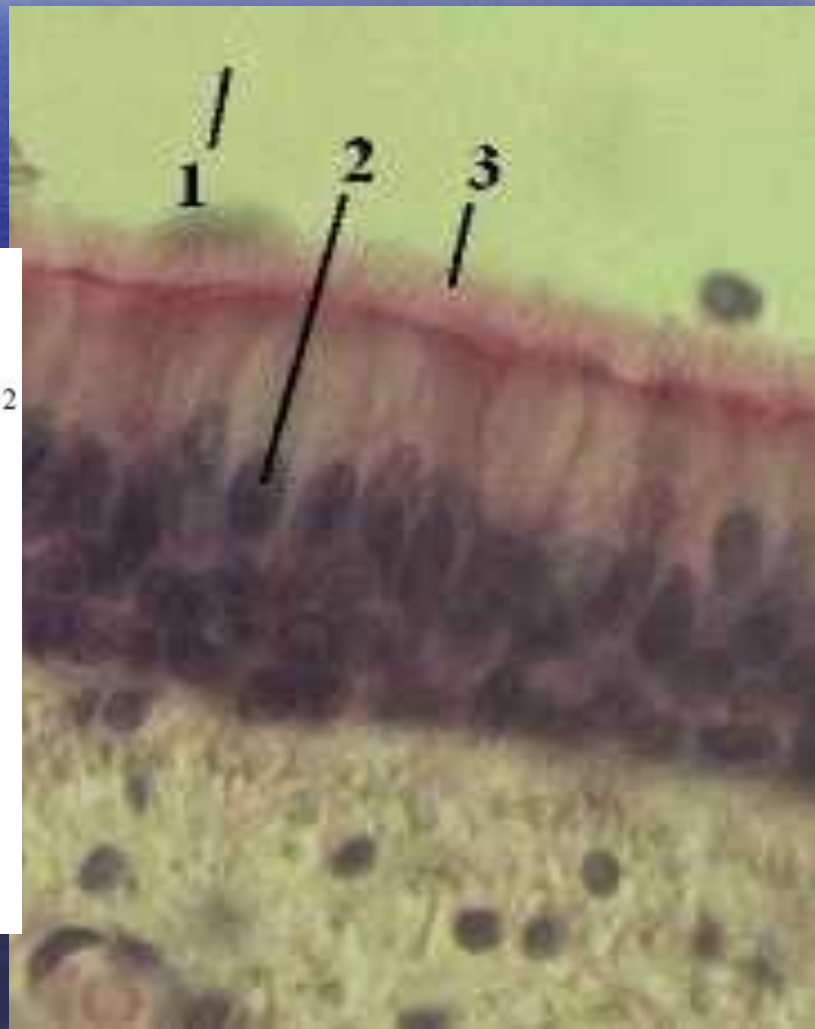
Реснички (200 нм в диаметре) примерно в 2 раза толще микроворсинок (100 нм) и могут быть различимы под световым микроскопом (при большом увеличении).

- **Световой уровень**

1. Клетки, выстилающие **просвет трахеи** (1), имеют разную форму и размер; поэтому их ядра лежат на разных уровнях.
2. Клетки, чьи ядра образуют самый **наружный ряд (2)**, содержат на апикальной поверхности **реснички** (3).



- **Препарат - реснички эпителиальных клеток (стенка трахеи). Окраска гематоксилин-эозином.**

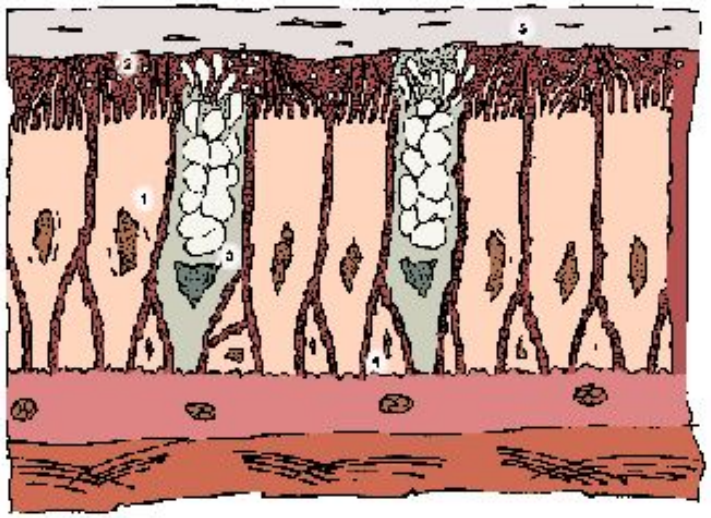


Реснички

- **Ультраструктурное строение**

а) Реснички - это тоже выросты цитоплазмы, покрытые **плазмолеммой (2)**.

б) Но их "скелет" образован сложной структурой - **аксонемой (1)**, состоящей, в основном, из микротрубочек.



Электронная микрофотография - реснички эпителиальных клеток из стенки трахеи.

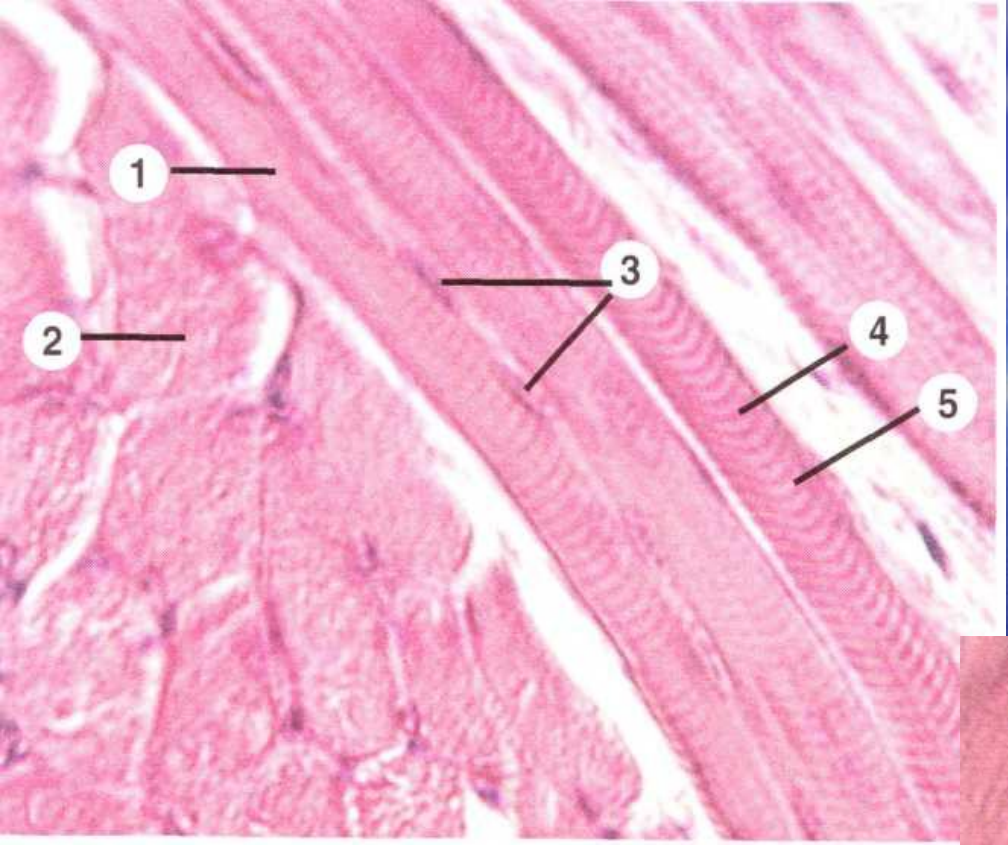
Неклеточные структуры

Под термином "неклеточные структуры" понимают,

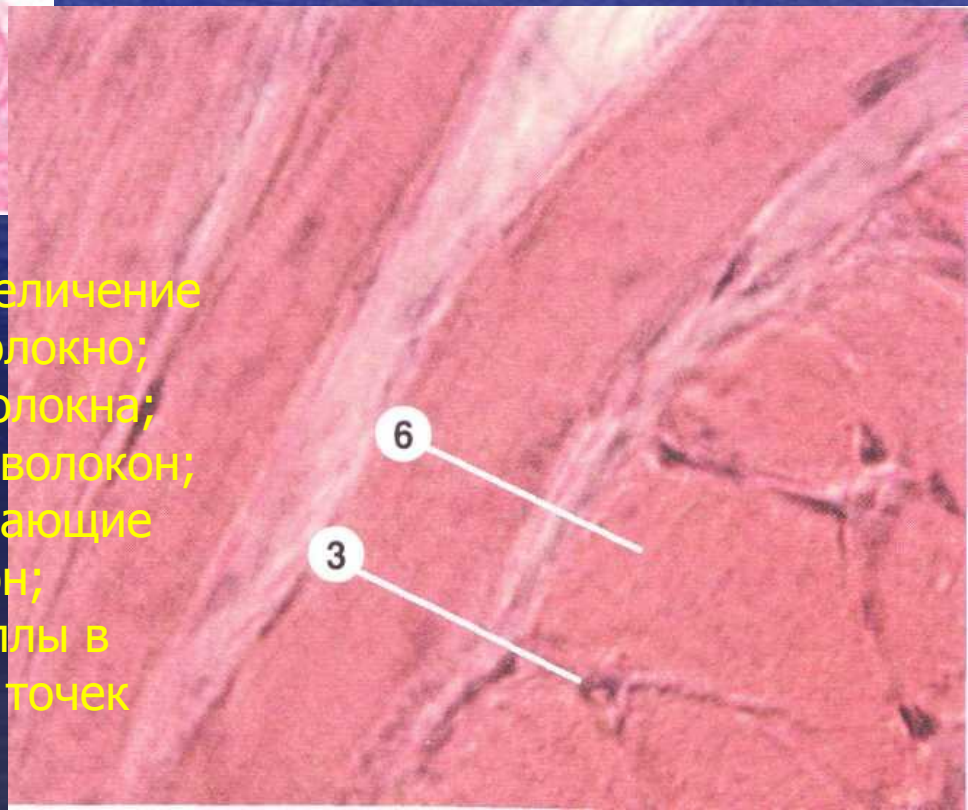
- во-первых, ядросодержащие образования, не имеющие классической клеточной организации, т.е. симпласты и синцитии;
- во-вторых, компоненты межклеточного вещества – волокна и основное аморфное вещество.

Симпласт (мышечные волокна языка)

Окраска гематоксилином и эозином

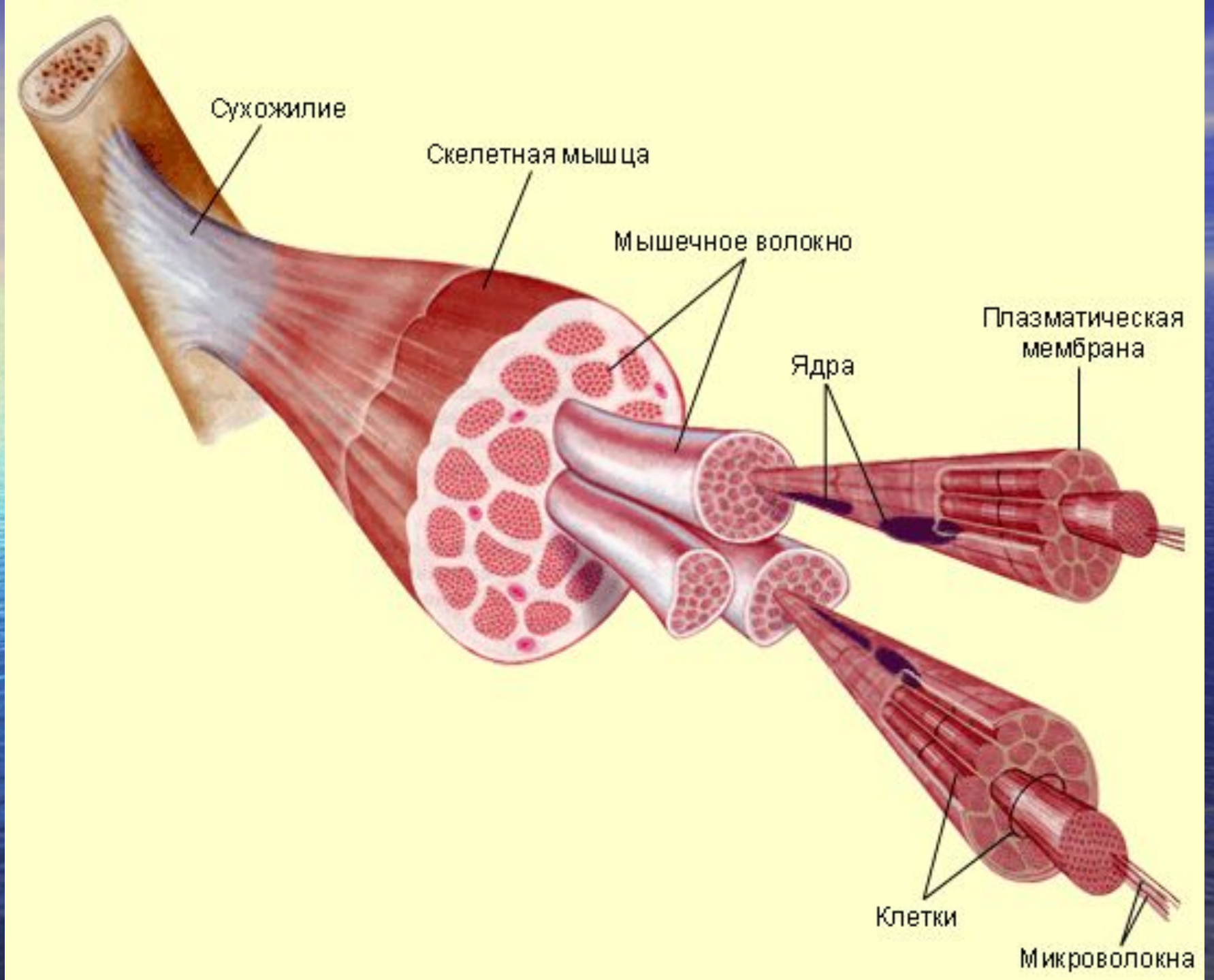


Малое увеличение

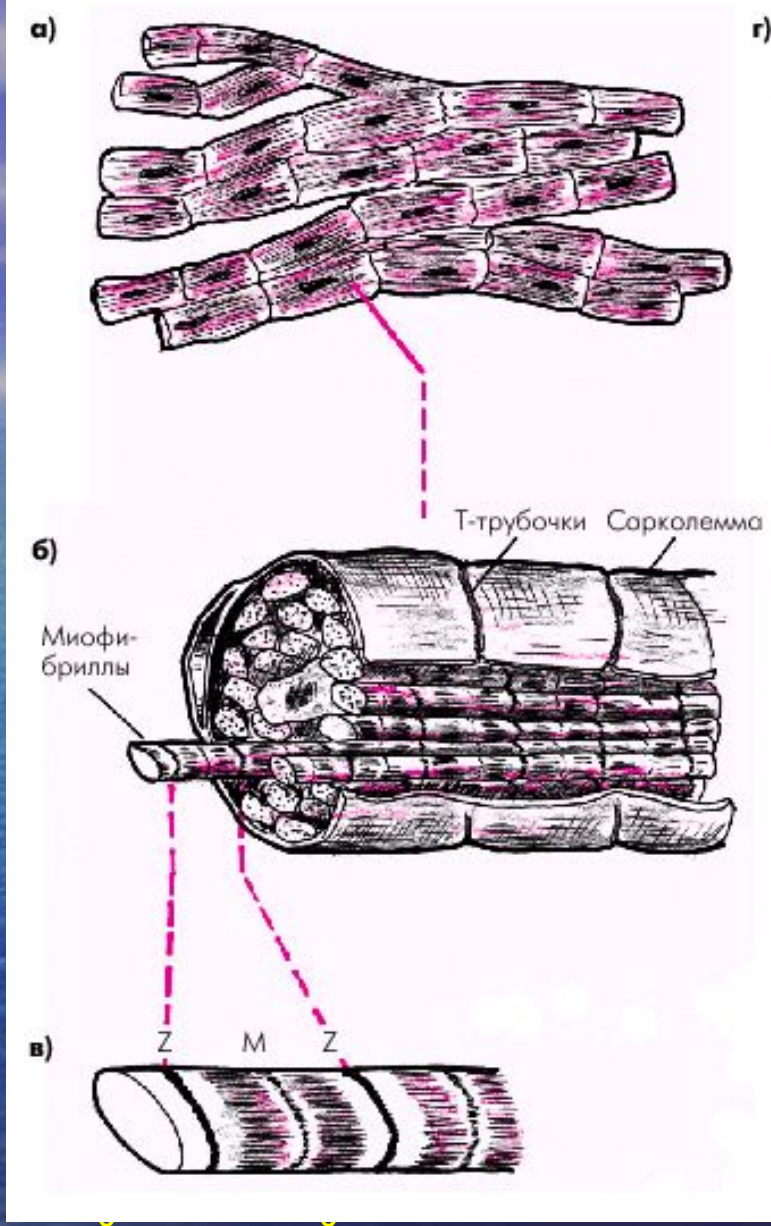


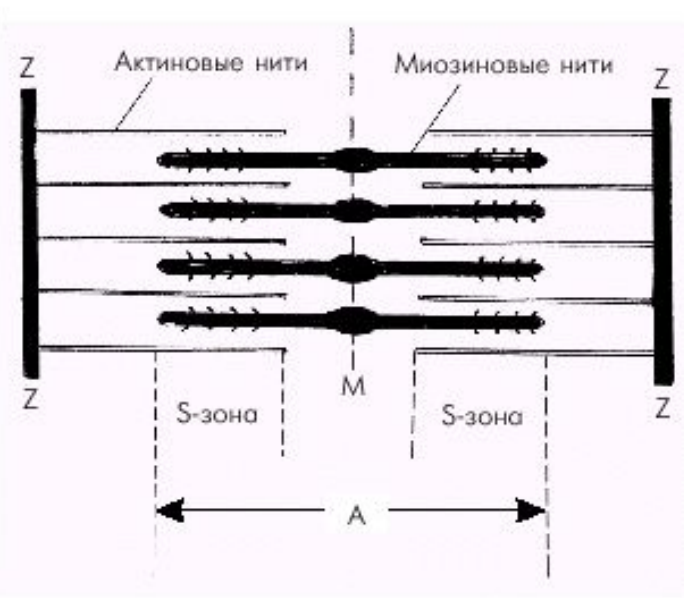
Большое увеличение

1 — продольно срезанное мышечное волокно;
2 — поперечно срезанные мышечные волокна;
3 — ядра, расположенные по периферии волокон;
4 и 5 — темные и светлые полосы, создающие поперечную исчерченность волокон;
6 — поперечно срезанные миофибриллы в волокнах; имеют вид многочисленных точек красноватого цвета.


Сухожилие
Скелетная мышца
Мышечное волокно
Плазматическая мембрана
Ядра
Клетки
Микроволокна

Строение кардиомиоцита





а — функциональный синцитий;
б — кардиомиоцит, состоящий из миофибрилл;
в — саркомер;
г — структура саркомера (схема).

соединительной ткани

Препарат - волокна соединительной ткани (дерма кожи).

Окраска гематоксилин-эозином.

1. Под пластом поверхностных (эпителиальных) **клеток** (1) расположена подлежащая часть кожи (**дерма**) (2).
2. В дерме видны:

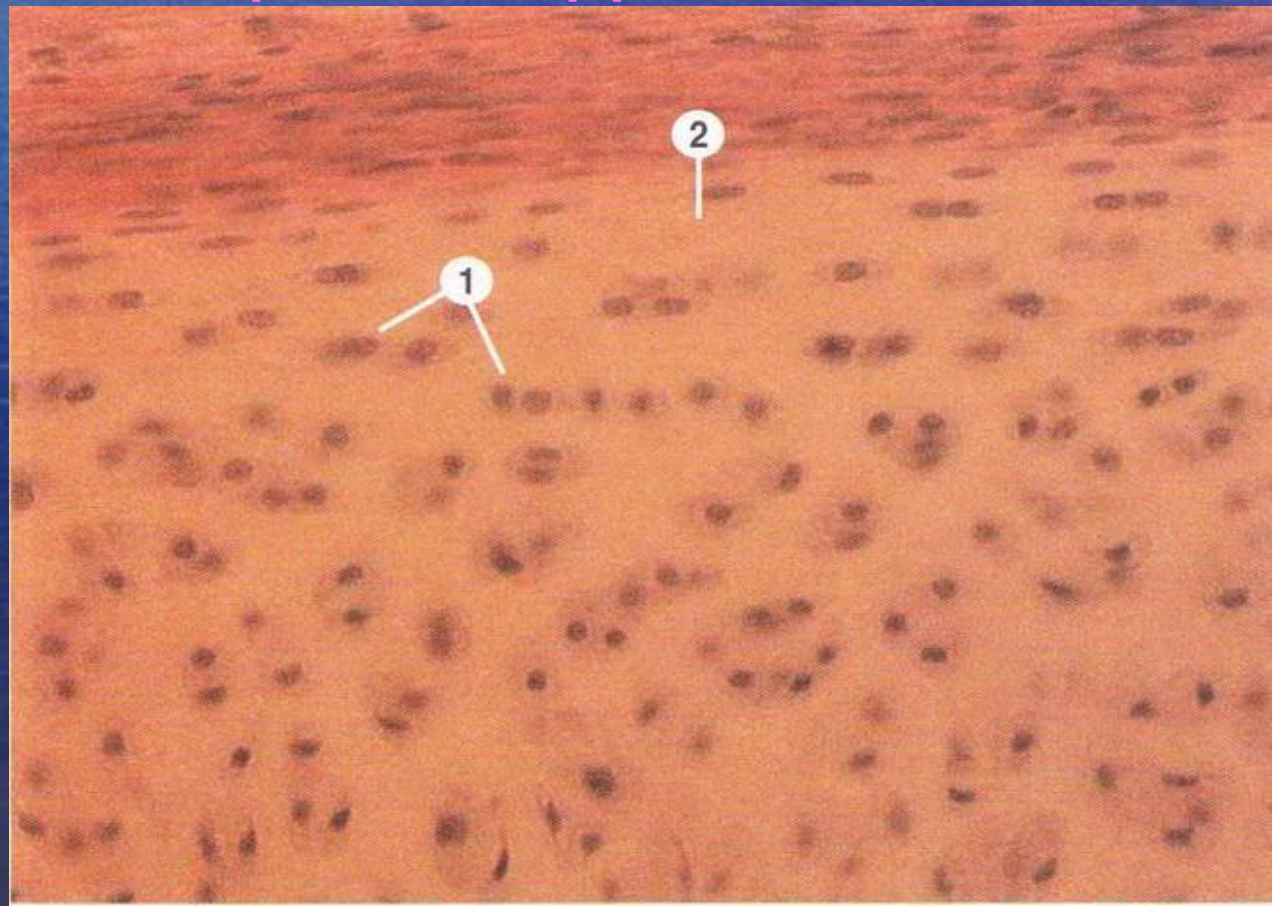
а) ядра **клеток**, окрашенные гематоксилином **в фиолетовый цвет**,

б) а также - многочисленные **волокна (3)**, идущие в разных направлениях и окрашенные эозином **в розовый цвет**.

1. а) Клетки занимают небольшую часть объёма ткани.
б) Причём, они находятся группами в специальных полостях – лакунах (1).
2. Основную часть объёма ткани составляет межклеточное вещество (2).
а) В нём тоже содержатся волокна, но они - тонкие и не видны.
б) Окраска межклеточного вещества определяется, главным образом, основным аморфным веществом.
3. а) Волокон больше вокруг клеток, и поэтому данные участки оксифильны.
б) Вокруг лакун преобладает базофильное аморфное вещество.

Препарат - межклеточное вещество гиалинового хряща. Окраска гематоксилин-эозином.

Аморфное вещество хряща



Спасибо за внимание!