

Структурно – функциональная организация клетки.
Транспорт веществ через плазмалемму.



Смирнова С.Н.

<https://vk.com/biokafedra>



<https://kfu-online.ru/pages-102/>



Медицина XXI века основана на современных достижениях биологии.

Биология, как учебная дисциплина, включает: цитологию, общую и медицинскую генетику, онтогенез и филогенез органов и систем, паразитологию, антропогенез и вопросы эволюции и экологии.

Предметом изучения биологии являются живые организмы, их строение, функции и природные сообщества.



Что же такое жизнь?

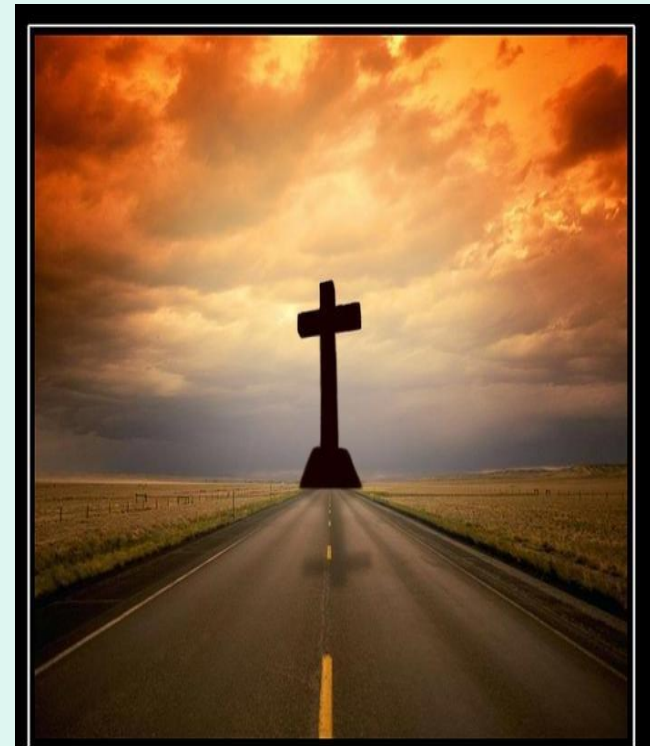
Жизнь – это открытая нуклеопротеидная макромолекулярная система, способная к самовоспроизведению (преемственность между поколениями биологических систем), самообновлению (поток вещества и энергии) и саморегуляции.



- Ф. Энгельс: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь».
- М. В. Волькенштейн: «Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров – белков и нуклеиновых кислот».
- Б. М. Медников: «Жизнь – это активное свойство живой материи, идущее с затратой энергии на поддержание и воспроизведение специфической структуры».
- А. В. Присный: «Жизнь есть расширенное воспроизводство информации в отдельных материальных системах. Специфика земной формы жизни состоит в том, что она развивается преимущественно на основе одного вида материи – живого вещества, которое пока известно только на нашей планете».

Характеристика живого

1. Рост и развитие
2. Обмен веществ
3. Старение и смерть
4. Раздражимость и возбудимость
5. Способность к воспроизводству
6. Наследственность
7. Изменчивость
8. Биологические ритмы
9. Дискретность и целостность
10. Единство химического состава



Цени каждое мгновение

жизнь коротка



Уровни организации живого

Биологические микросистемы

- Молекулярно-генетический уровень
- Субклеточный уровень
- Клеточный уровень

Биологические мезосистемы

- Тканевой уровень
- Органный уровень
- Организменный уровень

Биологические макросистемы

- Популяционно-видовой уровень
- Биогеоценотический уровень
- Биосферный уровень

Эволюция жизни на Земле (А.И. Опарин, 1924)

I Химический этап (4,5 млрд. л.н.)

в атмосфере: CH_4 , CO , NH_3 , H_2 , N_2 , H_2O
(анаэробные условия) + энергия ↑

абиогенный синтез орг. соединений

↓
макромолекулы

↓
коацерваты

↓
протокиетки

II Биологический этап (3,5 млрд.)

КЛЕТКИ → прокариотические

↘ эукариотические

Коацерваты и пробионты



- **Коацерваты** - сгустки, напоминающие водные растворы желатина. Образуются в концентрированных растворах белков и нуклеиновых кислот. Из раствора в них поступают различные соединения, которые преобразуются в результате реакций, происходящих в коацерватных каплях и выделяются в окружающую среду.



- **Пробионты** - первичные живые организмы, которые возникли в результате проникновения в коацерват нуклеиновых кислот - РНК (стала возможной передача наследственной информации потомкам) и возникновения липидной оболочки.

Формы жизни

Внеклеточная

Клеточная

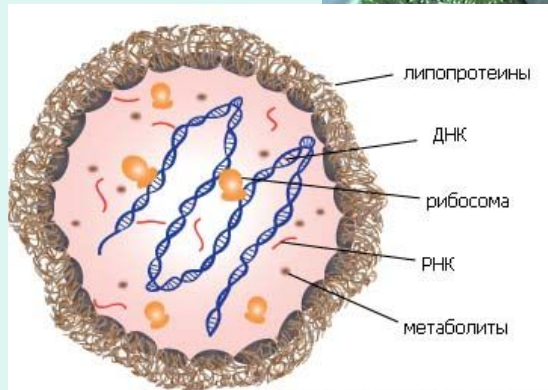
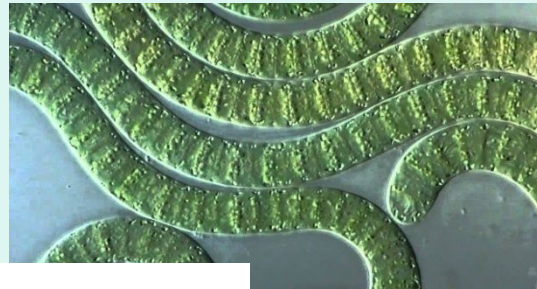
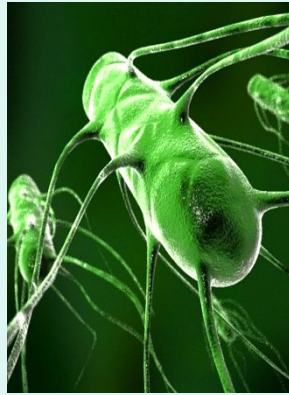
Прокариоты

Эукариоты

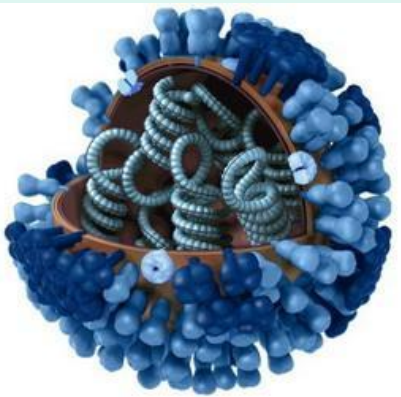
• Вирусы

- Бактерии
- Цианеи
- Микоплазмы

- Растения
- Животные
- Грибы

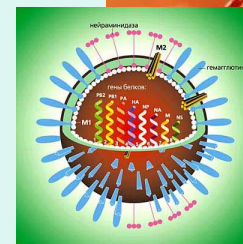
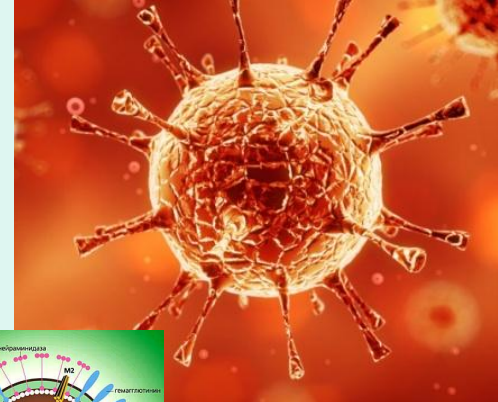


Структура микоплазмы



Неклеточные формы жизни

- **Вирус** – неклеточный инфекционный агент, который может воспроизводиться только внутри живых клеток.
- **Вирион** – полноценная вирусная частица, состоящая из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки.
- **Плазмиды** - производные вирусов формируются из фрагментов хромосом клетки.
- **Прионы** - аномальные формы низкомолекулярных белков, которые образуются в результате мутации генов, но способны кодировать нормальные клеточные белки. Вызывают медленно протекающие инфекции с инкубационным периодом до 30 лет, и **ведущие к смерти**.

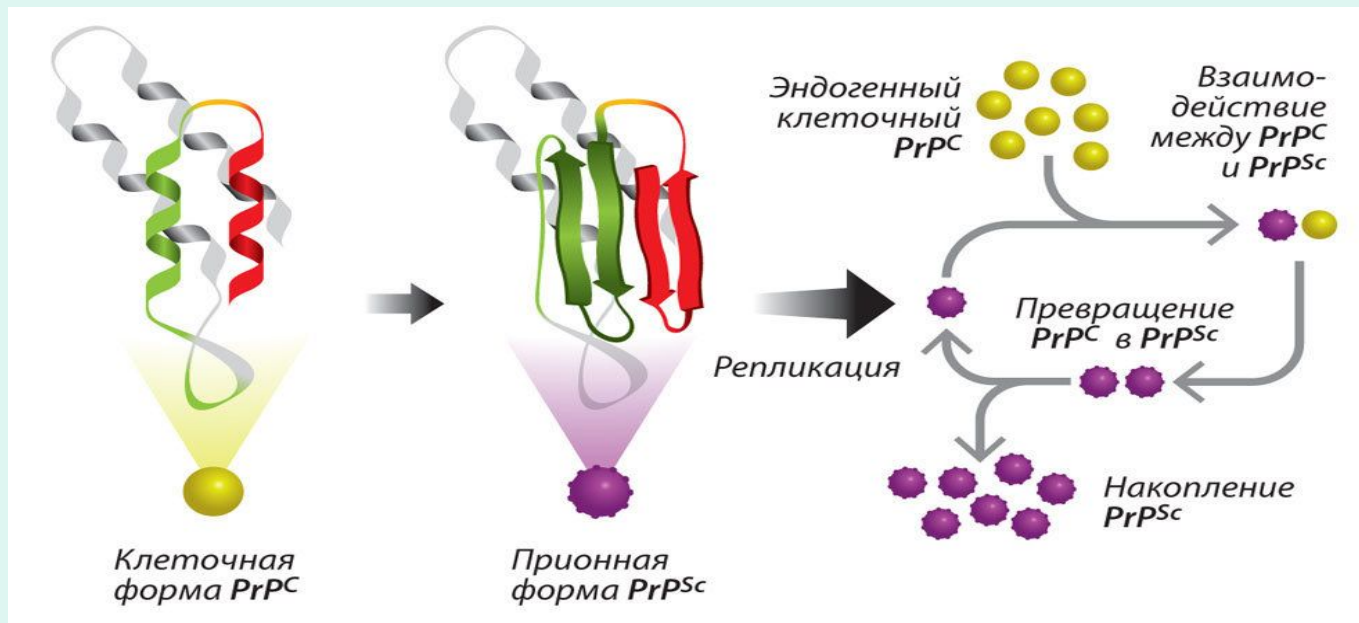


«Прион» - аббревиатура от английских слов **Proteinaceous infection** – белковая инфекционная частица

Нормальная (клеточная) **PrP^C** (prion protein of cell) обнаруживается в организме всех млекопитающих.

Патологическая изоформа **PrP^{Sc}** обнаруживается в организме людей и животных, страдающих прионными заболеваниями.

Конверсия изоформ прионного белка **PrP^C** в **PrP^{Sc}** – необратимое превращение и очень медленный процесс в основе которого – конформационные изменения.



Главные характеристики прионных заболеваний

- Длительный инкубационный период (нужен для репликации и накопления прионов).
- Накопление прионов происходит в лимфоретикулярной системе (лимфотические узлы, пейеровы бляшки тонкого кишечника).
- Репликация в ЦНС, что приводит к гибели нейронов, активации астроцитов.
- Ткань мозга приобретает губкообразную морфологию.

Эпидемиология

Основная часть прионных болезней у животных передается через зараженную прионами пищу.

Для человека источником инфекции являются пищевые продукты:

- Головной и спинной мозг животных, роговица, органы лимфорекуллярной системы.
- Возможно заражение через кровь и при пересадке твердой мозговой оболочки, через лекарства, изготовленные из гипофиза крупного рогатого скота.

Восприимчивость к прионным инфекциям всеобщая. При определенных условиях **PrPc** в может трансформироваться в **PrPsc**

Группы риска:

- **Медицинские работники.**
- Ветеринарные работники.
- Пациенты после трансплантации органов.
- Больные, получающие лечение гормональными препаратами животного происхождения

Синдром Герстманна – Штреусслера

1 случай/ 10 млн населения

Механизм передачи возбудителя неизвестен.

Средняя продолжительность до 59 месяцев от появления первых симптомов болезни.

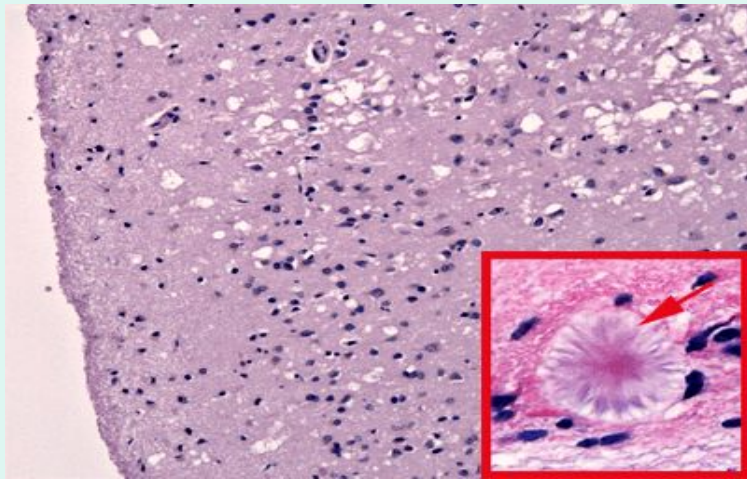
Основные проявления:

- Мозжечковые нарушения.
- Деменция- деградация памяти, мышления, поведения и способности выполнять ежедневные действия.
- Экстрапирамидные нарушения.
- Параличи взора, глухота, слепота.

Структура нервной ткани при губчатой энцефалопатии.

На гистологическом срезе ткани мозга заметна «губчатость» — грубая вакуолизация цитоплазмы нейронов («пустоты»).

В зависимости от формы заболевания наблюдают разное количество агрегатов прионного белка — амилоидных бляшек (*отмечена стрелкой*), повреждающих нервную ткань. Массово гибнут нейроны, вакуолизируются и «разбухают» астроциты.



Семейная смертельная бессонница (фатальная семейная инсомния)

Клиническая характеристика:

- Жестокая бессонница
- Галлюцинации
- Утрата циркадных ритмов
- Двигательные расстройства
- Деменция



Болезнь начинается в возрасте от 30 до 60 лет, в среднем в 50.

Болезнь продолжается от 7 до 36 месяцев, после чего больной умирает.

Выделяют 4 стадии развития болезни:

1. Пациент страдает от всё более тяжёлой бессонницы, панических атак и фобий. Эта стадия длится в среднем 4 месяца.
2. Панические атаки становятся серьёзной проблемой, и к ним присоединяются галлюцинации. Эта стадия длится в среднем 5 месяцев.
3. Полная неспособность спать, сопровождаемая быстрой потерей веса. Эта стадия длится в среднем 3 месяца.
4. Пациент перестаёт говорить и не реагирует на окружающее. Это последняя стадия болезни, длящаяся в среднем 6 месяцев, после чего пациент умирает.

Куру

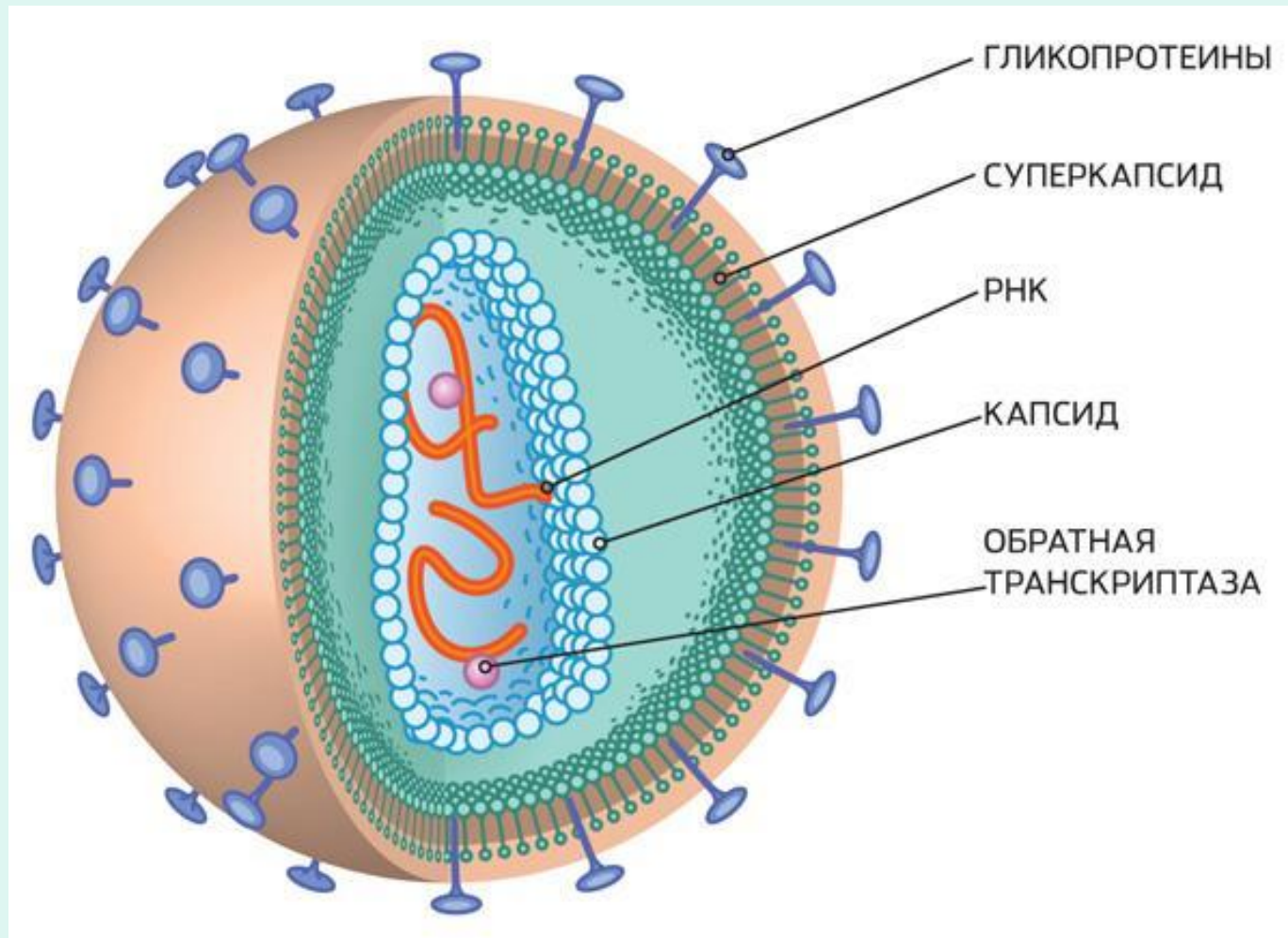
- Мозжечковые расстройства.
- Нарушение походки.
- Характерное дрожание туловища и конечностей, головы, ухудшение артикуляции.
- Парезы, параличи.
- Повышенная возбудимость.
- Эйфория, беспричинный смех («Куру» - «Смеющаяся смерть»).
- Прогрессирующее слабоумие в молодом возрасте – наиболее патогномоничный признак.
- Течение болезни – в течение 1-2 лет.



Болезнь **КУРУ** встречающаяся почти исключительно в высокогорных районах **Новой Гвинеи** у аборигенов племени **форе**, впервые обнаружена в начале **20** века. Болезнь Куру является прионовым заболеванием, оно чаще всего встречается у лиц практикующих **эндоканнибализм**.

Строение вириона ВИЧ

Вирусы не проявляют никаких признаков жизни, пока не встретятся с **клеткой-хозяином**. В результате этой встречи образуется комплекс «вирус-клетка», который способен жить и производить новые вирионы.



Энцефалит / менингит

- JC-вирус
- корь
- лимфоцитарный хориоменингит (ЛХМ)
- арбовирус
- бешенство

Общая простуда

- риновирусы
- вирус парагриппа
- респираторный синцитиальный вирус

Глазные инфекции

- простой вирус герпеса
- аденовирус
- цитомегаловирус

Паротит

- вирус свинки

Фарингит

- аденовирус
- вирус Эпштейна-Барр
- цитомегаловирус

Гингивостоматит

- простой вирус герпеса первого типа

Пневмония

- вирус гриппа типов А и В
- вирус парагриппа
- респираторный синцитиальный вирус
- аденовирус
- коронавирус SARS

Сердечно-сосудистые

- вирус Коксаки В

Гепатит

- вирус гепатита типа А, В, С, D, E

Миелит

- полиовирус
- Т-лимфотропный вирус человека (HTLV-1)

Кожные инфекции

- вирус ветряной оспы
- герпесвирус человека 6 типа
- оспа
- контагиозный моллюск
- папилломавирус человека
- парвовирус В19
- краснуха
- корь
- вирус Коксаки А

Гастроэнтерит

- аденовирус
- ротавирус
- норовирус
- астровирус
- коронавирус

Заболевания, передающиеся половым путем

- простой вирус герпеса второго типа
- ВИЧ

Панкреатит

- вирус Коксаки В



Клетка – обособленная наименьшая структура, которой присуща вся совокупность свойств жизни.

Клетка – элементарная структурная, функциональная и генетическая единица, способная передавать свои свойства в ряду поколений. Основную массу живых существ составляют организмы, обладающие клеточной структурой.

В 1838 г. Маттиас Якоб Шлейден и Теодор Шванн сформулировали клеточную теорию.



Шлейден Маттиас Якоб (1804 -1881)



Теодор Шванн (1810—1882)

Основные положения клеточной теории Т. Шванна и М. Шлейдена можно сформулировать следующим образом.

- 1) Клетка является ...
структурно-функциональной единицей, а также единицей развития всех живых организмов.
- 2) Клетки разных организмов сходны по ...
строению, химическому составу, обмену веществ, основным проявлениям жизнедеятельности.
- 3) В многоклеточном организме клетки образуют ...
ткани, из тканей состоят органы.
- 4) Клетки образуются только ...
при делении предшествующих клеток.
- 5) Клеточное строение организма - свидетельство того, что ...
растения и животные имеют единое происхождение.

М. Шлейден и Т. Шванн ошибочно считали, что главная роль в клетке принадлежит оболочке и новые клетки образуются из межклеточного бесструктурного вещества. В дальнейшем в клеточную теорию были внесены уточнения и дополнения, сделанные другими учеными.

Современная клеточная теория :

№1 Клетка - единица строения, жизнедеятельности, роста и развития живых организмов, вне клетки жизни нет;

№2 Клетка - единая система, состоящая из множества закономерно связанных друг с другом элементов, представляющих собой определенное целостное образование;

№3 Клетки всех организмов сходны по своему химическому составу, строению и функциям;

№4 Новые клетки образуются только в результате деления исходных клеток;

№5 Клетки многоклеточных организмов образуют ткани, из тканей органы. Жизнь организма в целом обусловлена взаимодействием составляющих его клеток;

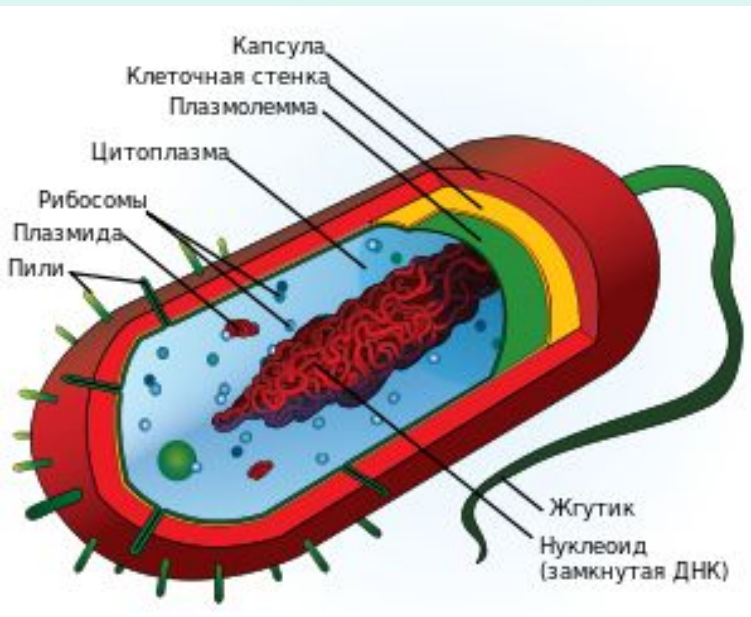
№6 Клетки многоклеточных организмов имеют полный набор генов, но отличаются друг от друга тем, что у них работают различные группы генов, следствием чего является морфологическое и функциональное разнообразие клеток - дифференцировка.

Прокариоты:

- малые размеры,
- отсутствие оформленного ядра,
- отсутствием системы мембран,
- молекула ДНК-кольцевая (нет гистонов),
- очень быстрое деление амитозом.

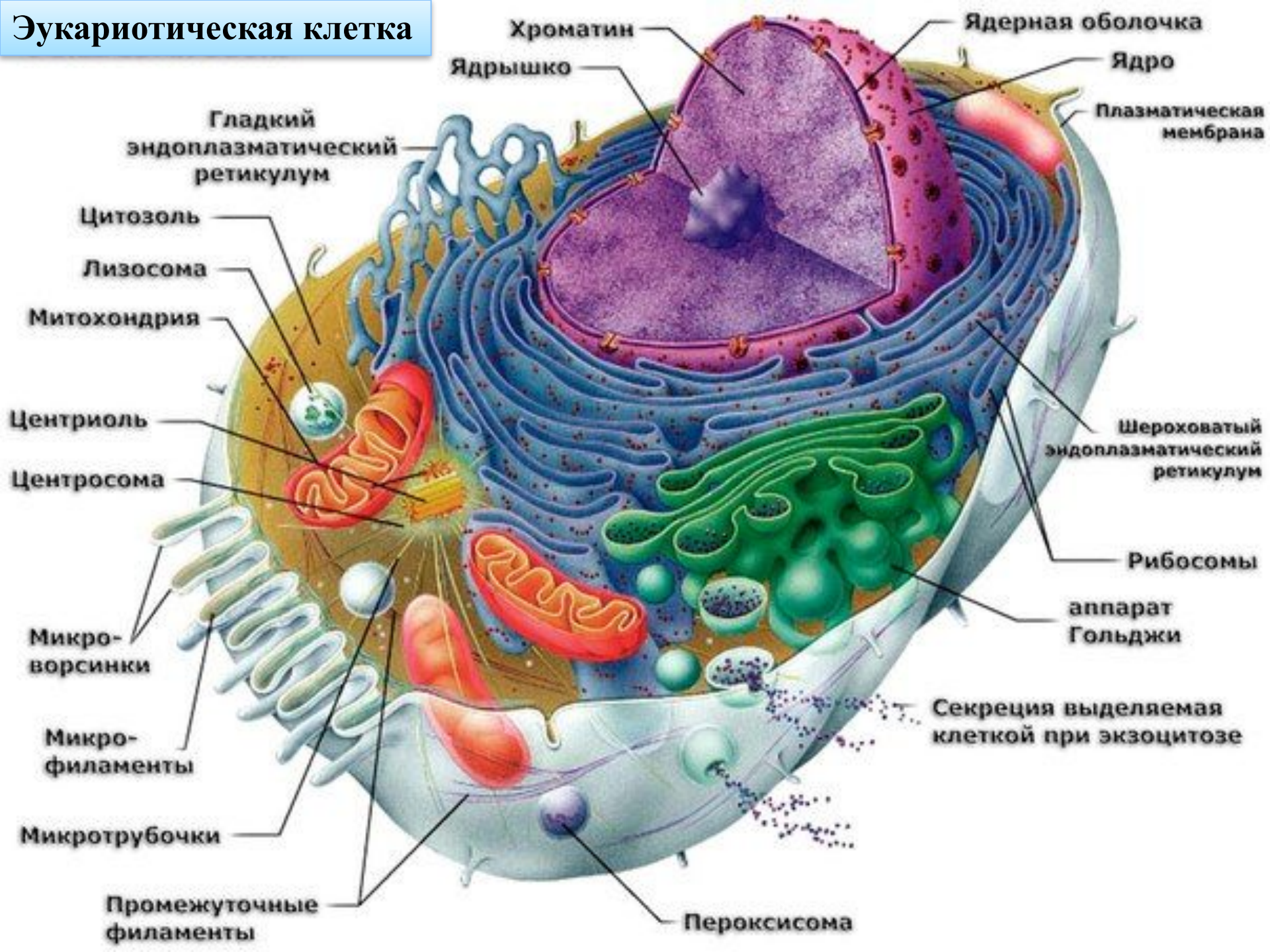


Царство дробянок - бактерии, сине-зеленые водоросли, микоплазмы.



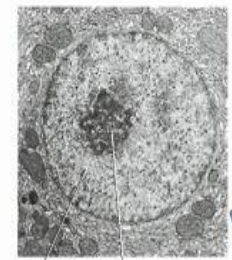
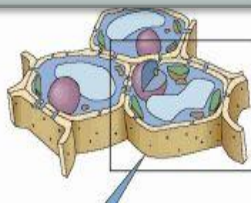
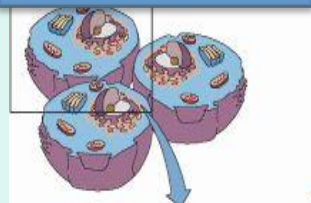
Микоплазма – это особый вид микроорганизмов, который считается одним из самых древних и примитивных. Они близки к бактериям, но, в то же время, существенно от них отличаются, к примеру, не имеют клеточной мембраны и обитают внутри клеток, подобно вирусам. Поэтому их считают промежуточным звеном между этими большими группами.

Эукариотическая клетка



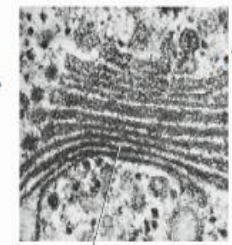
Животная клетка

Растительная клетка



Рибосомы синтезируют белок

Цитоскелет состоит из микротрубочек и микрофиламентов

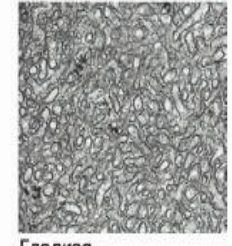


Митохондрия

Аппарат Гольджи

Шероховатая эндоплазматическая сеть

Гладкая эндоплазматическая сеть

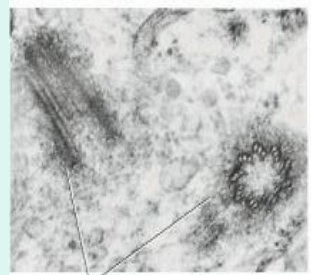


Наружная клеточная мембрана отделяет внутреннее содержимое клетки от окружающей среды

Наружная клеточная мембрана

Клеточную стенку имеют растительные клетки

В митохондриях синтезируется АТФ



Хлоропласт



Можно видеть:

невооруженным глазом

в световом микроскопе

в электронном микроскопе

Строение и функции цитоплазмы эукариотических клеток

Цитоплазма – это живое содержимое клетки без ядра или его эквивалента. Она имеет вязкоупругую консистенцию, которая может приобретать состояние геля или золя (становится жидкой). Во многих клетках наружный слой цитоплазмы (эктоплазма) содержит мало органоидов и постоянно находится в состоянии геля (студенистого вещества, обладающего способностью сохранять форму) или золя (жидкое состояние).

В цитоплазме различают: **гиалоплазму, органоиды, цитоскелет и включения.**

Гиалоплазма представляет собой гомогенную субстанцию, заполняющую промежутки между структурно оформленными компонентами цитоплазмы. Она состоит из воды и множества разнообразных растворенных неорганических и органических веществ. Это место, где протекают важнейшие метаболические процессы и куда поступают многие промежуточные продукты обмена.

Органоиды (органеллы) – это структурно организованные компоненты цитоплазмы, выполняющие жизненно важные функции.

По особенностям строения выделяют **мембранные и немембранные** органоиды.

□ К мембранным органоидам относятся: эндоплазматическая сеть, митохондрии, аппарат Гольджи, лизосомы, пероксисомы, а в растительных клетках – еще и пластиды и вакуоли.

□ К немембранным органоидам относятся: рибосомы (и полисомы) и центросома. **Все вышеуказанные органоиды относят к группе органоидов общего назначения.**

Кроме них, в ряде специализированных клеток присутствуют органоиды **специального назначения**, такие как реснички, жгутики, микроворсинки, миофибриллы.

Органоиды мембранного строения

Эндоплазматическая сеть – это совокупность трубчатых образований – каналов и плоских расширений – цистерн, которые в виде сети пронизывают всю цитоплазму. Их стенки образованы биологической мембраной. Различают гладкую и гранулярную эндоплазматическую сеть.



УЛЬТРАСТРУКТУРА ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ СЕТИ ГРАНУЛЯРНОГО ТИПА

1 - мембраны; 2 - рибосомы; 3 - полирибосомы



Ультрaструктура цитоплазматической сети гладкого типа

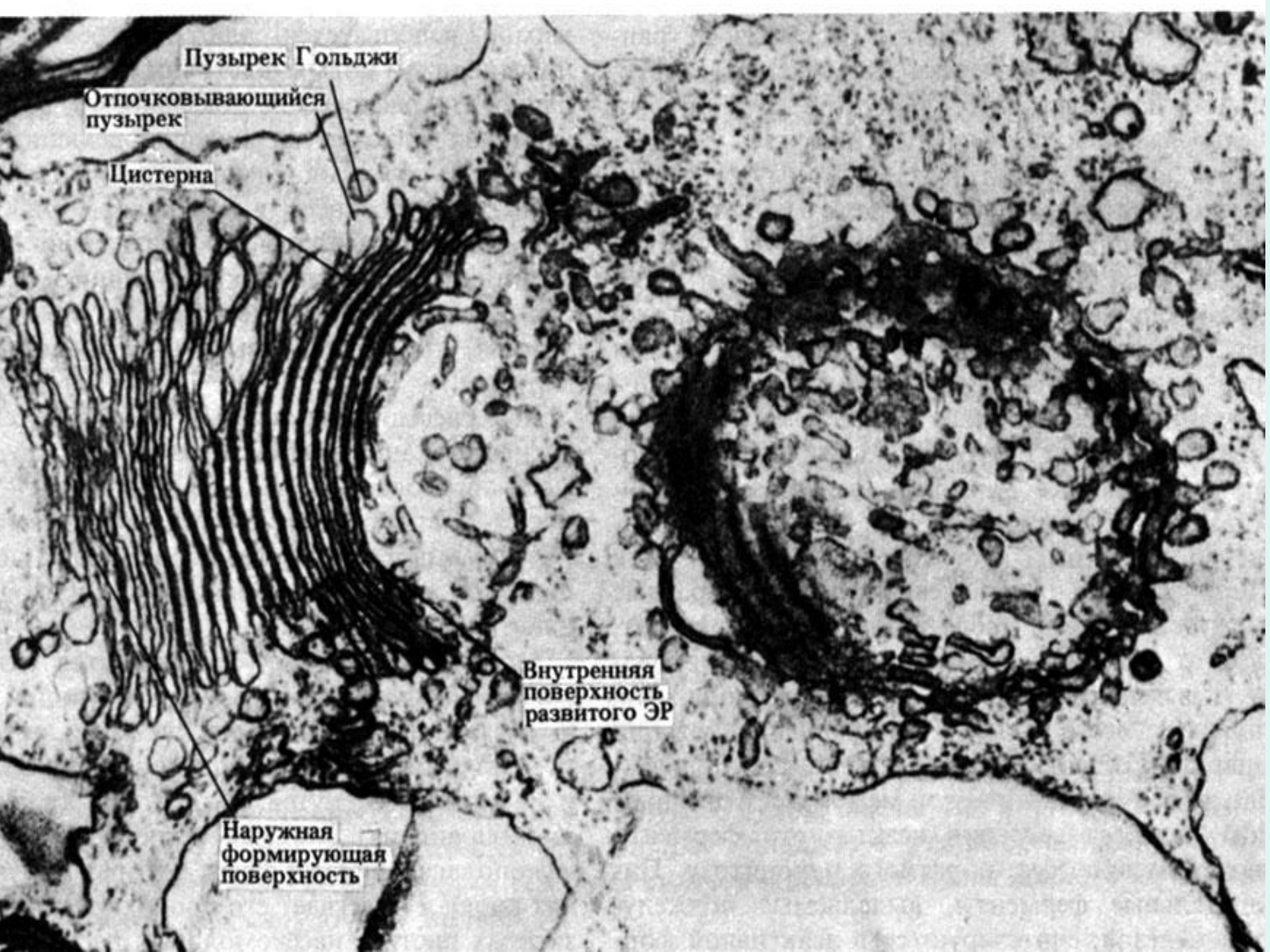
Гранулярная (шероховатая) эндоплазматическая сеть со стороны гиалоплазмы покрыта рибосомами. Последние участвуют в синтезе белков, выделяемых (экскретируемых) из клетки, а также белков-ферментов, необходимых для внутриклеточных процессов метаболизма или внутриклеточного пищеварения.

Белки, накапливающиеся в цистернах эндоплазматической сети, могут, минуя гиалоплазму, транспортироваться в комплекс Гольджи, где они накапливаются в лизосомах либо формируют секреторные гранулы, покрытые мембраной. Кроме того, в гранулярной эндоплазматической сети происходят синтез интегральных белков, встраивающихся в мембраны, а также модификации белков путем их связывания с другими органическими соединениями, например, с сахарами.

Агранулярная (гладкая) эндоплазматическая сеть не содержит рибосом. Она связана с метаболизмом липидов и некоторых полисахаридов. В поперечно-полосатой мускулатуре гладкая эндоплазматическая сеть способна депонировать ионы кальция, необходимые для сократительной деятельности. Помимо этого, она участвует в дезактивации ряда вредных веществ, особенно в клетках печени.

Комплекс Гольджи (пластинчатый комплекс) представлен скоплениями сплюснутых цистерн, покрытых мембраной. Такие скопления называются диктиосомами. Сами цистерны сужены по центру и расширены в виде ампул по краям. В их периферических участках происходит отшнуровывание мелких пузырьков (везикул). Отдельные диктиосомы могут связываться друг с другом системой везикул и цистерн, образуя рыхлую трехмерную сеть. Функции комплекса Гольджи состоят в накоплении продуктов, синтезированных в эндоплазматической сети, и их созревании.

На мембранах цистерн комплекса Гольджи синтезируются липиды и полисахариды, а также происходит комплексообразование последних с белками (образуются мукопротеиды). За счет комплекса Гольджи происходит созревание и выделение секретов за пределы клеток. Кроме того, здесь образуются секреторные пузырьки и лизосомы, а также происходит сортировка белков для различных транспортных пузырьков. Сами мембраны комплекса Гольджи формируются при участии гранулярной эндоплазматической сети.



Пузырек Гольджи

Отпочковывающийся
пузырек

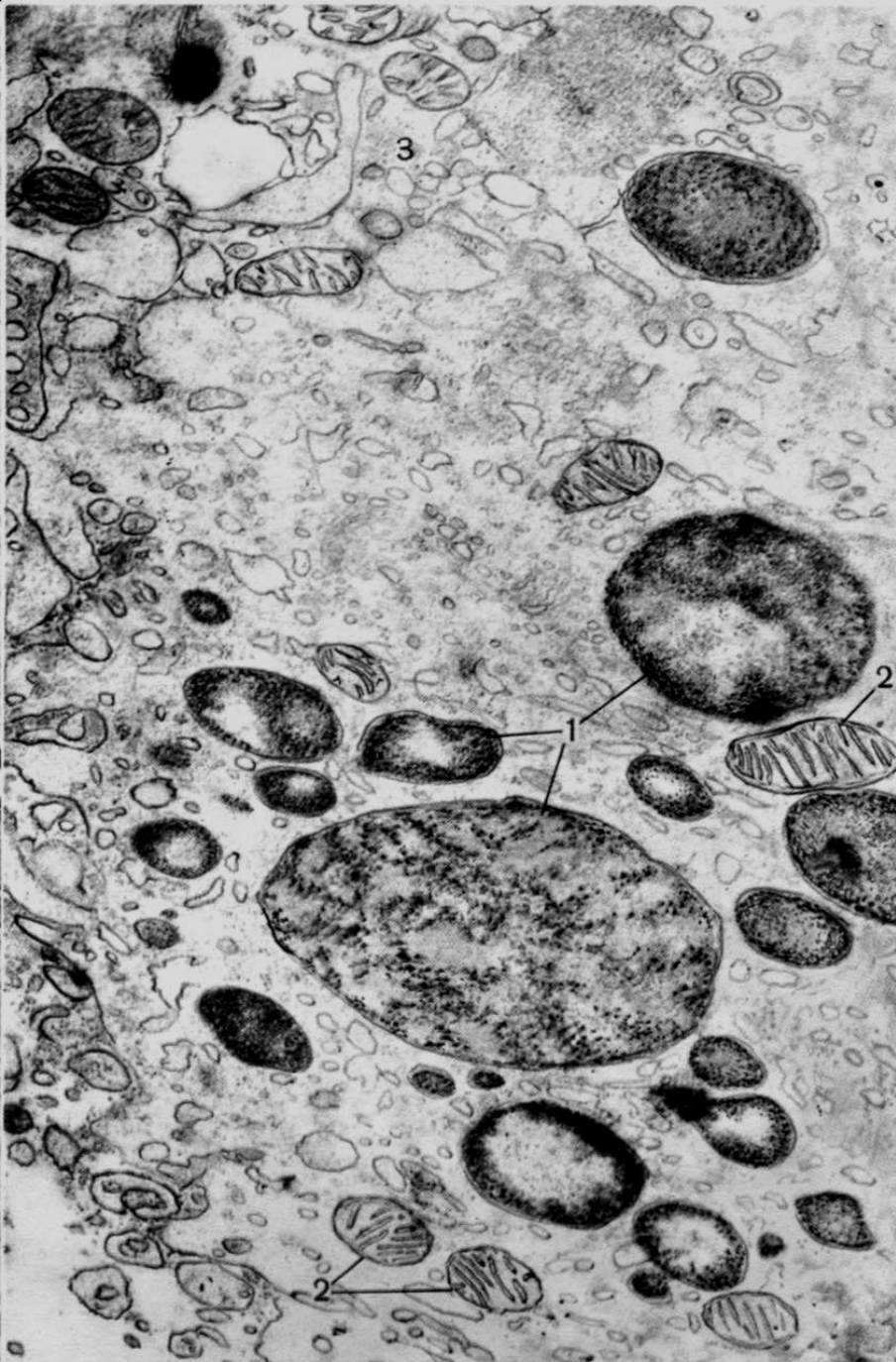
Цистерна

Внутренняя
поверхность
развитого ЭР

Наружная
формирующая
поверхность

Лизосомы. Это шаровидные тельца (размер 0,2-0,4 мкм), покрытые мембраной. Они содержат более 30 видов гидролитических ферментов (гидролаз), которые расщепляют различные биополимеры. Местом синтеза этих **ферментов** служит гранулярная эндоплазматическая сеть. Различают: первичные, вторичные лизосомы (фаголизосомы и аутофаголизосомы) и остаточные тельца (телолизосомы). **Первичные лизосомы** содержат гидролазы, в том числе и кислую фосфатазу, которая служит маркером для лизосом. **Вторичные лизосомы**, или внутриклеточные пищеварительные вакуоли, образуются за счет слияния первичных лизосом с фагоцитарными (фагосомами) или пиноцитозными вакуолями. Они называются фаголизосомами (или гетерофагосомами). Те же лизосомы, которые сливаются с измененными клеточными органоидами и переваривают их, называются аутофагосомами. Конечные вещества как продукты расщепления в виде мономеров попадают в гиалоплазму, где включаются в различные обменные процессы.

Если лизосомы переваривают субстрат не до конца, то в них накапливаются непереваренные продукты, и такие лизосомы называют **телолизосомами** (или остаточными тельцами).



- 1- лизосомы;**
2- митохондрии.
Виды лизосом:
1. Первичные
 2. Вторичные
 - фаголизосомы
 - аутофагосомы
 3. Третичные
(остаточные тельца)

Известно около 40 лизосомных болезней (болезней накопления). Все они связаны с отсутствием в лизосомах того или иного гидролитического фермента. В результате внутри лизосом накапливается значительное количество субстрата недостающего фермента либо в форме интактных молекул, либо в виде частично расщепленных остатков. В зависимости от того, какой фермент отсутствует, может происходить накопление гликопротеинов, гликогена, липидов, гликолипидов, гликозаминогликанов (мукополисахаридов). Чрезмерно наполненные тем или иным веществом лизосомы препятствуют нормальному осуществлению клеточных функций и вследствие этого вызывают проявление заболеваний. Молекулярные механизмы лизосомных болезней обусловлены мутациями структурных генов, контролирующих процесс внутрилизосомного гидролиза макромолекул. Мутация может поражать синтез, процессинг (созревание) или транспорт самих лизосомных ферментов.

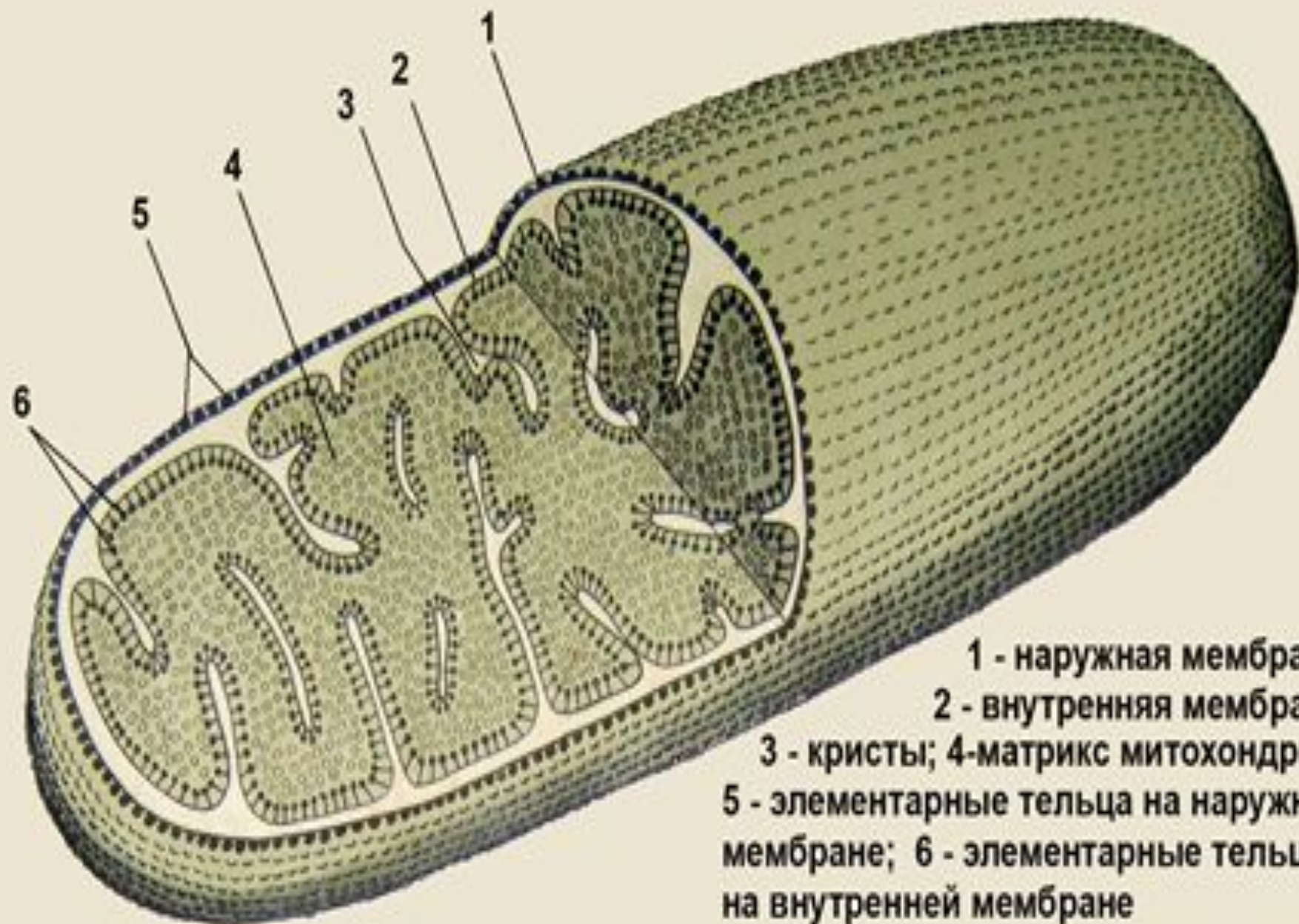
Пероксисомы. Это небольшие округлые тельца (0,3-1,5 мкм), покрытые мембраной. Их содержимое представлено гранулярным матриксом, в центре которого встречаются кристаллоподобные структуры, состоящие из фибрилл и трубок. Пероксисомы, видимо, образуются на цистернах эндоплазматической сети. Особенно характерны для клеток печени и почек. В них обнаруживаются ферменты окисления аминокислот. При этом образуется перекись водорода, которая разрушается ферментом каталазой, присутствующей в пероксисомах. Это очень важно, так как перекись водорода – токсическое для клеток вещество.

В настоящее время известно около 20-ти заболеваний человека, связанных с дисфункцией пероксисом. Все они имеют неврологическую симптоматику и проявляются в раннем детском возрасте. Тип наследования большинства пероксисомных болезней – аутосомно-рецессивный. Пероксисомные болезни могут быть обусловлены нарушением синтеза желчных кислот и холестерина, нарушением синтеза жирных кислот с длинной и разветвленной цепью, полиненасыщенных жирных кислот, дикарбоновых кислот и др.

Митохондрии – это органоиды, обеспечивающие синтез АТФ за счет окисления органических веществ. Их форма и размеры в животных клетках разнообразны от округлой до палочковидной, а длина колеблется от 1 мкм до 10 мкм. Митохондрии покрыты двумя мембранами. Наружная мембрана, отделяющая их от гиалоплазмы, гладкая. Внутренняя митохондриальная мембрана ограничивает содержимое митохондрий (матрикс) и образует многочисленные гребневидные впячивания (кристы) внутрь митохондрий. Проницаемость внутренней мембраны очень мала, и через нее могут диффундировать только небольшие молекулы. Для активного транспорта этих веществ в ней имеются транспортные белки. В качестве интегральных белков во внутренней мембране и кристах находятся ферменты, участвующие в транспорте электронов (дыхательная цепь).

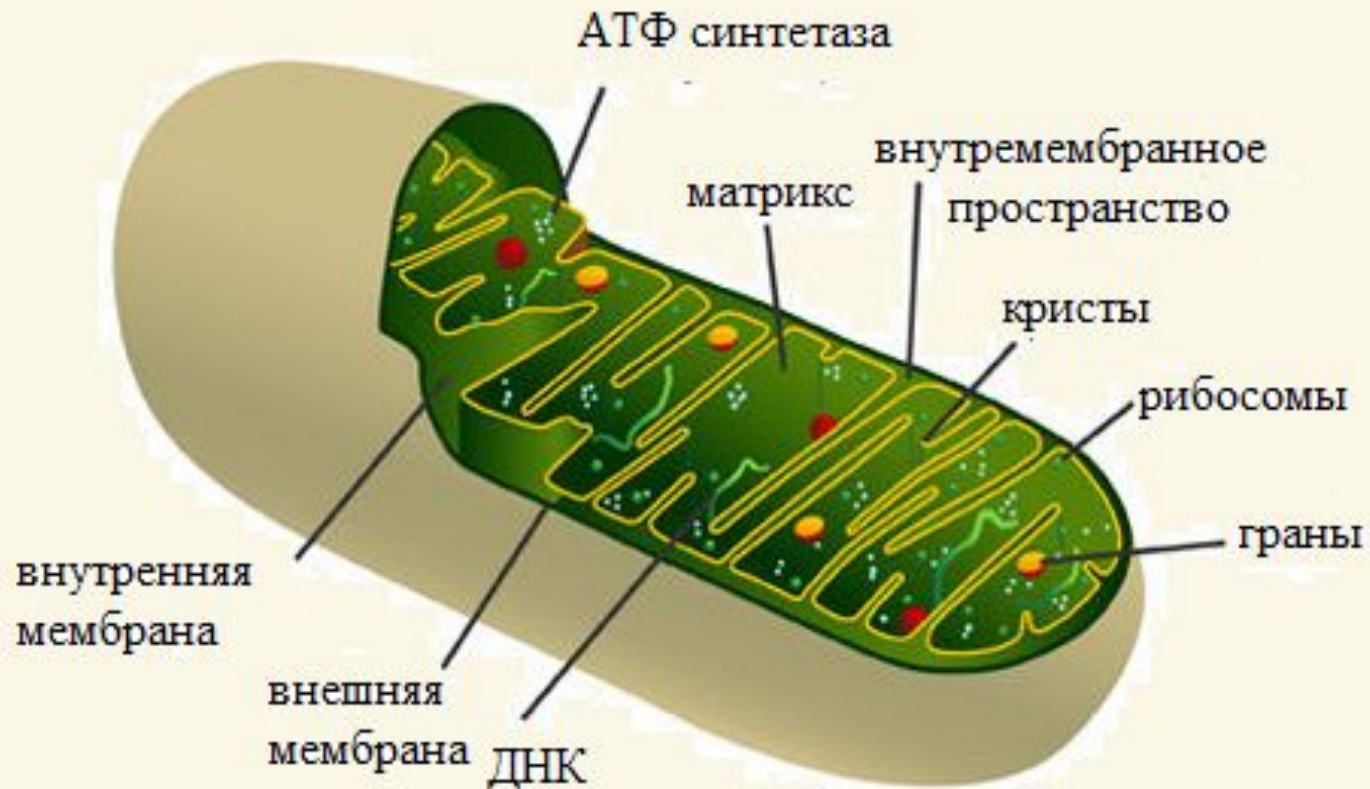
Со стороны матрикса на внутренней мембране и кристах располагаются грибовидные мембранные ферменты – АТФ-азы с округлой головкой на ножке. Матрикс содержит промежуточные продукты обмена, митохондриальную ДНК, которая способна к репликации и транскрипции, а также рибосомы и все виды РНК, за счет чего в матриксе идет синтез некоторых митохондриальных белков. Большинство же последних кодируется в хромосомах ядра и синтезируется на рибосомах цитоплазмы. ДНК митохондрий, как и ДНК прокариот, имеет кольцевидную форму и свободна от гистоновых и негистоновых белков.

Митохондрии размножаются поперечным делением.



1 - наружная мембрана;
2 - внутренняя мембрана;
3 - кристы; 4-матрикс митохондрии;
5 - элементарные тельца на наружной мембране; 6 - элементарные тельца на внутренней мембране

Различные типы клеток отличаются друг от друга как по количеству и форме митохондрий, так и по количеству крист (много крист имеют митохондрии в сердечной мышце). Обычно в клетке, например, гепатоците, содержится около 2000 митохондрий. Продолжительность жизни митохондрий около 10 дней. Состарившиеся митохондрии узнаются и разрушаются в аутофагосомах. Митохондрии размножаются путем деления, при этом не исключается их образование *de novo*.



Митохондриальная ДНК у млекопитающих представляет собой кольцевую молекулу, состоящую из 16569 пар нуклеотидов; в каждой митохондрии может быть 5-10 копий ДНК. Митохондриальная хромосома включает 37 генов. Митохондриальный геном всех людей, кроме родственников по женской линии, различен. Это связано с тем, что в митохондриальных генах нет интронов и отсутствуют системы репарации ДНК, вследствие этого мутации мтДНК возникают примерно в 10 раз чаще, чем в ядерных генах. Различия митохондриальной ДНК разных людей дают возможность использовать анализ этой ДНК для генетической идентификации личности и установления родства. В последнее время обнаружена обширная группа болезней, связанных с патологией митохондрии. Сегодня известно более 200 крупных делеций и дупликаций в митохондриальной ДНК, которые оказывают негативное влияние на функционирование этих важнейших органелл. Известно, что инактивация митохондриальных генов в результате мутаций служит причиной различных патологических состояний от наследственной слепоты и глухоты до диабета и старческого слабоумия. Некоторые дефекты митохондрий являются причиной врожденного бесплодия женщин.

Все вызванные митохондриальными мутациями болезни передаются по материнской линии. Некоторые ученые считают, что по мере накопления мутаций мтДНК в соматических клетках индивидуума в них идет процесс разбалансирования, который является одной из основных причин старения организма.

Пластиды. Эти органоиды характерны для растительных клеток и представлены зеленого цвета хлоропластами, красными, оранжевыми или желтыми хромопластами и бесцветными лейкопластами. Филогенетически более поздние формы пластиды – это хромопласты и лейкопласты. Основным пигментом хлоропластов является хлорофилл. Кроме него, хлоропласты содержат каротиноиды (оранжево-красные и желтые пигменты). У красных и сине-зеленых водорослей встречается голубой фикоцианин и красный фикоэритрин.

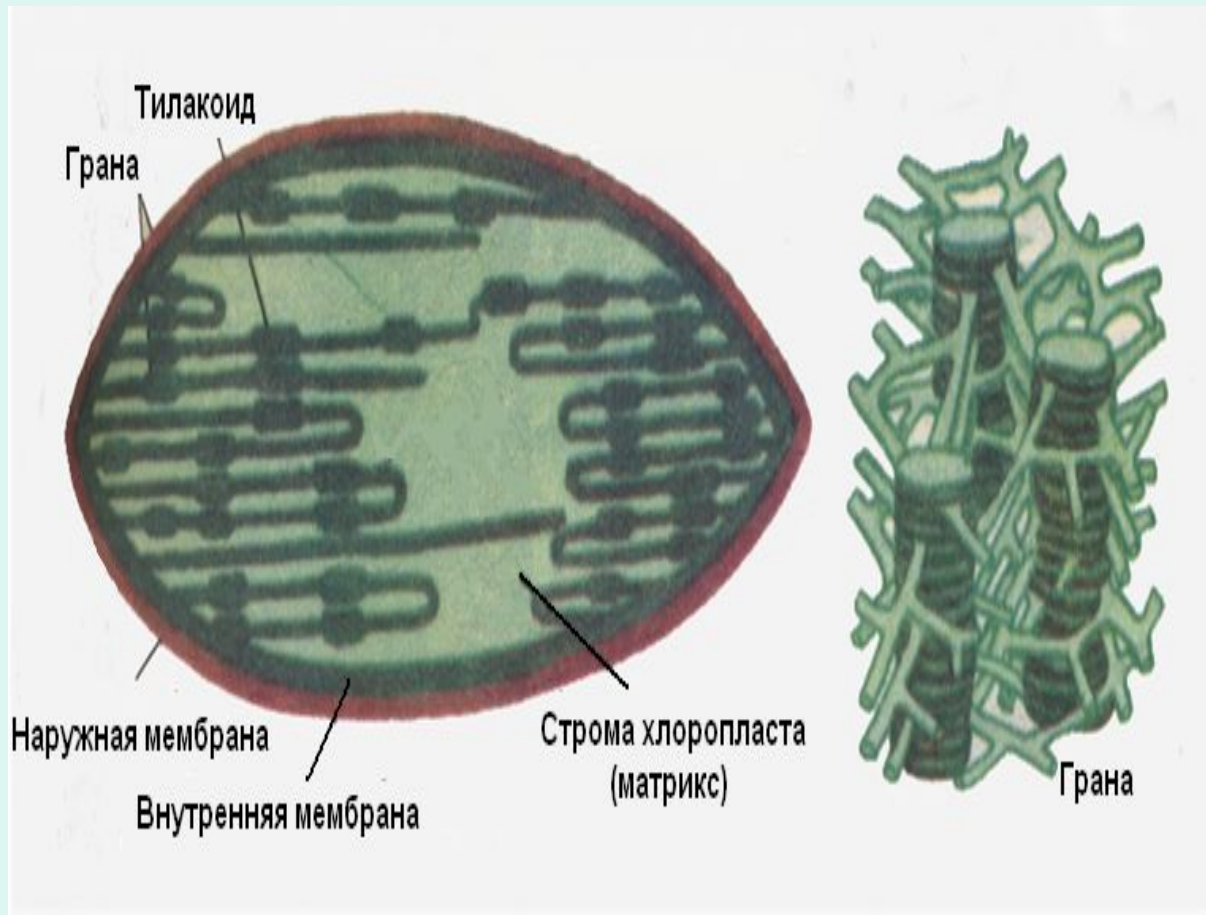
Клетки водорослей содержат один или несколько хлоропластов различной формы, а в клетках высших растений, как и у некоторых водорослей, имеется около 10-100 чечевицеобразных хлоропластов величиной 3-10 мкм.

Оболочка хлоропластов состоит из 2-х мембран, которая окружает бесцветный матрикс (строму). Наружная мембрана гладкая, а внутренняя имеет складки – тилакоиды. Среди последних имеются короткие группировки в виде стопок мембранных дисков с плотно упакованным хлорофиллом – это граны.

Между гранами, соединяя их, располагаются сетевидно переплетающиеся стромальные тилакоиды. В мембранах тилакоидов осуществляется та часть реакций фотосинтеза, с которой связано преобразование энергии (световые реакции). В этом процессе участвуют хлорофилл - содержащие фотосистемы, связанные цепью транспорта электронов, а также продуцирующая АТФ мембранная АТФ-аза.

Пластидная строма (матрикс) осуществляет темновые реакции фотосинтеза, в результате которых откладывается продукт реакций фотосинтеза – крахмал.

Содержащаяся в строме ДНК замкнута в кольцо и свободна от гистонов и негистоновых хромосомных белков. Имеет интроны. На каждый хлоропласт приходится от 3 до 30 копий ДНК. Они кодируют р-РНК, т-РНК, ферменты ДНК- и РНК-полимеразы, некоторые белки рибосом, пластидные цитохромы и большинство ферментов темнового этапа фотосинтеза. Однако большая часть пластидных белков кодируется в хромосомах.



Лейкопласты – это бесцветные пластиды округлой, яйцевидной или веретеновидной формы, характерные для подземной части растений, семян, эпидермиса и сердцевины стебля. Они содержат ДНК, зерна крахмала, единичные тилакоиды и скопление пузырьков и разветвленных трубочек, расположенных в центре пластид.

В зависимости от природы накапливаемых веществ лейкопласты делят на: амилопласты (запасающие крахмал); липидопласты, запасающие липиды в виде масел и жиров (например, в плодах ореха, в семенах подсолнечника); протеинопласты (в некоторых семенах, запасующих белки).

Хромопласты – пластиды, содержащие пигменты каротиноиды желтого или оранжевого цвета. Их роль состоит в создании зрительной приманки для животных, что способствует опылению цветков и распространению плодов и семян.

Незрелые пластиды (пропластиды) имеют неправильную форму. Их оболочка состоит из 2-х мембран. Они не имеют характерных мембранных тилакоидов. Из пропластид в зависимости от их местоположения в растениях могут формироваться разные типы пластид. Для превращения пропластид в хлоропласты необходим свет, который стимулирует образование тилакоидов стромы и гран. В темноте эти процессы прерываются, и образуется небольшое количество предшественника хлорофилла – прохлорофиллида. При освещении из последнего образуется хлорофилл, появляются тилакоиды и образуется хлоропласт.

Из хлоропластов могут формироваться хромопласты, а из лейкопластов – хлоропласты.

Размножение пластид связано с репликацией ДНК и последующим делением пропластиды или хлоропласта надвое. Пропластиды не только быстро делятся, но и могут возникать путем отпочковывания от хлоропластов или путем перестройки целых хлоропластов или лейкопластов.

Вакуоли. В растительных клетках к мембранным органоидам относятся вакуоли, которые представляют собой наполненный жидкостью мембранный мешок.

Вакуоли встречаются и в некоторых животных клетках: фагоцитозные, пищеварительные, автофагические и сократительные.

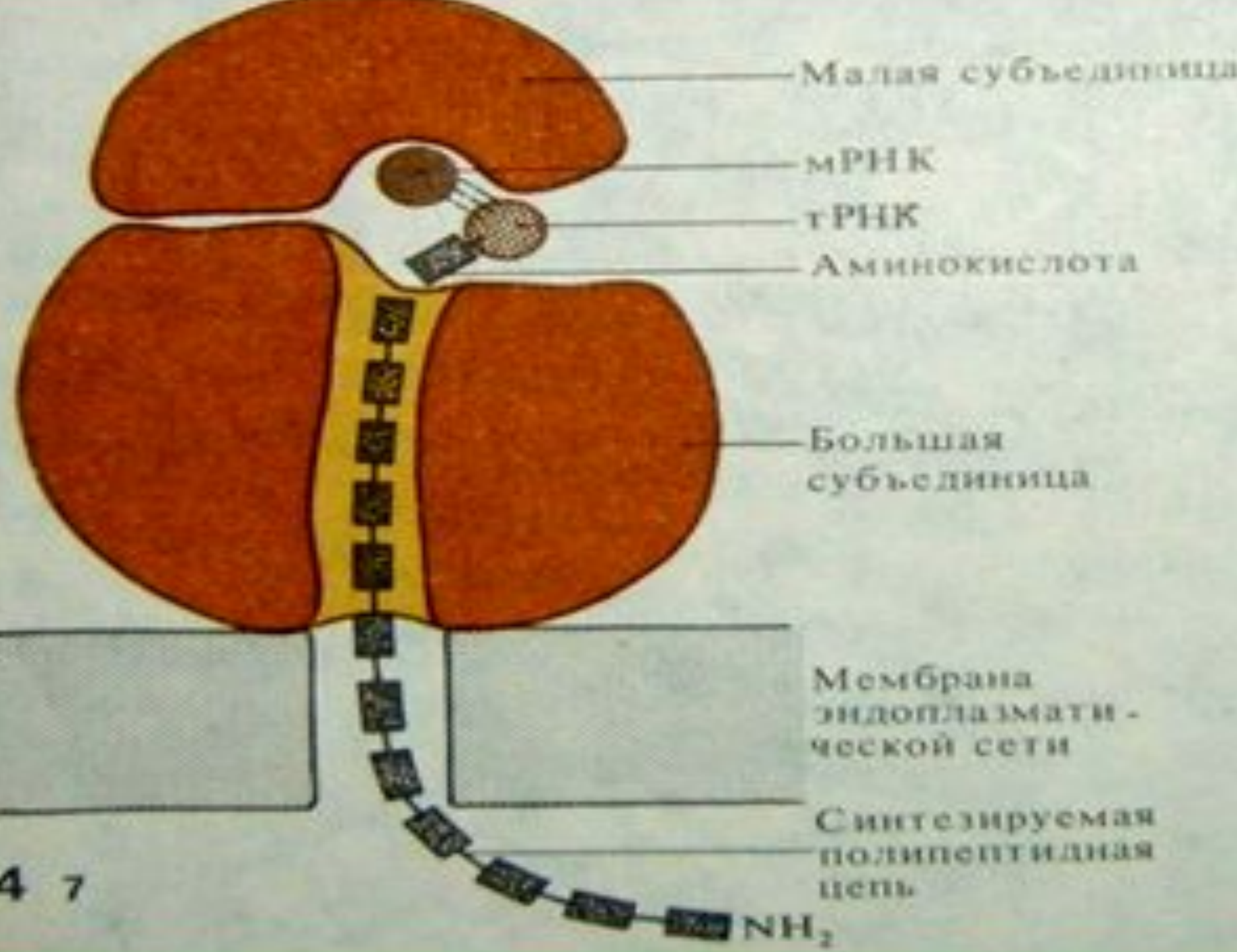
В растительных клетках имеется одна крупная центральная вакуоль. Ее окружает мембрана, которая носит название «тонопласт». Жидкость, заполняющая эту вакуоль, называется клеточным соком. Это концентрированный раствор минеральных солей, сахара, органических кислот, кислорода, оксида углерода, пигментов, вторичных продуктов метаболизма. Иногда у растений в вакуолях содержатся гидролитические ферменты, и тогда вакуоли действуют как лизосомы, вызывающие после гибели клеток их аутолиз.

Органоиды немембранного строения

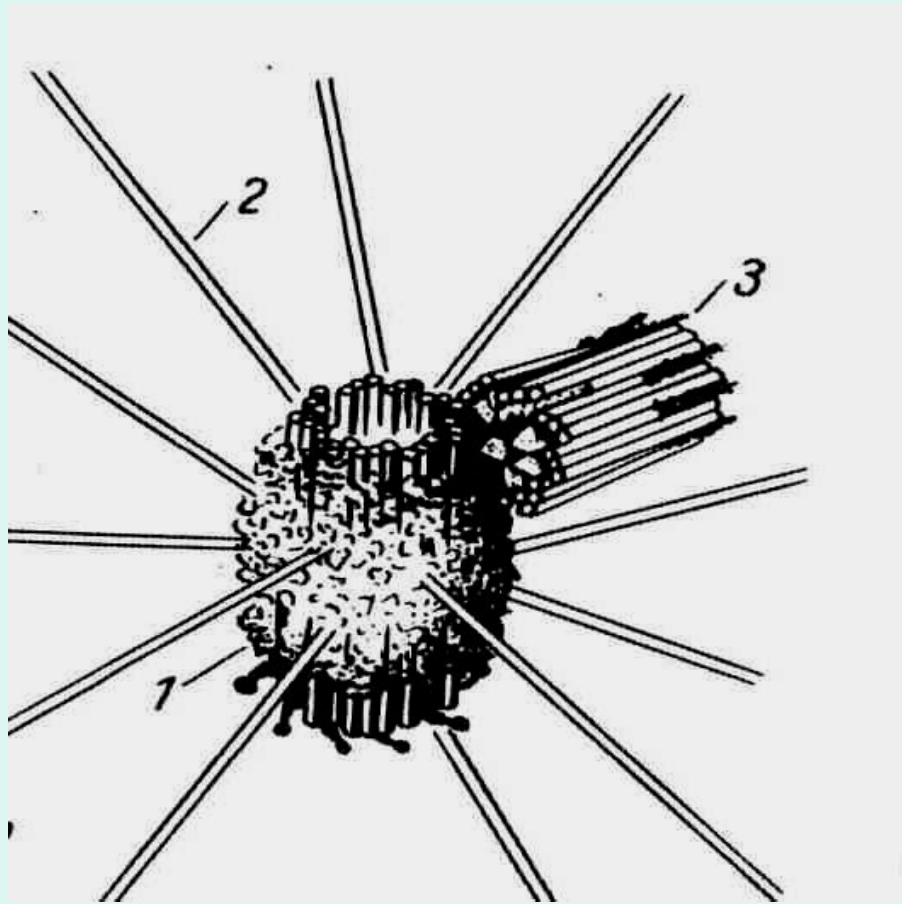
Рибосомы – органоиды, встречающиеся во всех клетках. Они имеют нуклеопротеидный состав: состоят примерно из равных количеств р-РНК и белка. Могут свободно располагаться в гиалоплазме или быть связанными с мембранами эндоплазматической сети. Различают 70S и 80S-рибосомы (S-сведберг, единица, характеризующая скорость седиментации в центрифуге. Чем больше число S, тем выше скорость седиментации). 70S-рибосомы присутствуют у прокариот, а 80S-в цитоплазме эукариотических клеток.

Входящая в состав рибосом РНК называется рибосомной (р-РНК) и синтезируется в ядре в области ядрышка. Каждая рибосома состоит из 2-х субъединиц: малой и большой, между которыми в ходе синтеза белка ложится и-РНК. Малая субъединица связывается с и-РНК и активированными т-РНК. В большой субъединице присутствует фермент пептидилтрансфераза, которая катализирует присоединение аминокислот к растущей полипептидной цепи.

Терминирующие кодоны и-РНК (УАА, УАГ, УГА) контролируют отделение от рибосомы готового полипептида и и-РНК.



Клеточный центр (центросома) – это органоид, отчетливо видимый в световой микроскоп. Он располагается возле ядра или комплекса Гольджи, нередко – в геометрическом центре клетки, но часто оттеснен ядром или клеточными включениями к периферии. Центросома состоит из одной или двух центриолей (плотные тельца), окруженных зоной более светлой цитоплазмы (центросфера), от которой радиально отходят тонкие фибриллы. Электронная микроскопия показывает, что каждая центриоль имеет вид цилиндра длиной до 500 нм, стенка которого образована 9 триплетами микротрубочек. Центриоли – это центры организации митотического веретена. Они участвуют в делении клеток. В S-периоде клеточного цикла центриоли удваиваются. Образуется при этом новая центриоль, располагающаяся под прямым углом к первоначальной. При митозе пары центриолей (первоначальная и вновь образованная) расходятся к полюсам клетки и участвуют в образовании митотического веретена, индуцируя полимеризацию белка тубулина, который образует нити веретена.



Функции клеточного центра :

1. Формирование нитей веретена деления.
2. Полимеризация белков тубулинов.
3. Образование микротрубочек цитоскелета клеток.
4. Образование органов движения клеток – ресничек и жгутиков

Схема строения клеточного центра

- 1 – материнская центриоль;
2 – микро-трубочки центросферы;
3 – дочерняя центриоль).

Из кн. Ю.Э. Афанасьева «Гистология»

Органоиды специального назначения

К органоидам специального назначения относятся **микроворсинки, реснички, жгутики, миофибриллы, псевдоподии.**

Реснички и жгутики – это подвижные цитоплазматические выросты, в которых находится осевая нить (или аксонема), а у основания – базальное тельце. Базальное тельце служит матрицей для организации аксонемы. Само базальное тельце состоит из 9 триплетов микротрубочек, располагается в основании реснички или жгутика и напоминает по строению центриоль.

Аксонема состоит из 9 периферических и двух центрально расположенных пар микротрубочек. Центральная пара окружена центральной оболочкой, от которой к периферическим парам в виде лучей расходятся радиальные спицы. Периферические пары микротрубочек связаны между собой белком нексином. Кроме того, от микротрубочек соседних пар отходят ручки из белка динеина, обладающего активностью АТФ-азы. Аксонема формируется путем самосборки белковых субъединиц. Матрицей для самосборки служит базальное тельце.

ФУНКЦИИ РЕСНИЧЕК:

1. Движение тока воздуха.
2. Перемещение слизи с инородными частицами и остатками отмерших клеток.
3. Создают ток жидкости на клеточной поверхности.

Микроворсинки – это цитоплазматические выросты длиной около 1 мкм. Они многократно увеличивают поверхность клетки. Каждая микроворсинка имеет внутренний каркас, образованный пучком около 40 микрофиламентов, расположенных вдоль клеточной оси и фиксирующихся на внутренней поверхности плазмолеммы.

ФУНКЦИИ МИКРОВОРСИНОК:

Принимают участие в пристеночном пищеварении и всасывании продуктов расщепления.

Миофибриллы – органоиды специального назначения мышечных волокон. Они имеют вид тонких нитей, вытянутых вдоль мышечных волокон и отделяющихся друг от друга рядами вытянутых митохондрий и эндоплазматической сети. Сами миофибриллы состоят из сократительных белков актина, миозина и других.

Псевдоподии (ложноножки) – это временные цитоплазматические выпячивания у некоторых одноклеточных организмов и некоторых клеток (например, лейкоцитов) многоклеточных животных. Служат для амебоидного движения и фагоцитоза.

Цитоскелет

Цитоскелет – это трехмерный цитоплазматический комплекс волокнистых и трубчатых структур, придающий клетке определенную форму и выполняющий другие функции. Он представлен микротрубочками, микрофиламентами и промежуточными филаментами.

Микротрубочки – неветвящийся структурный компонент цитоплазмы, присутствующий практически во всех типах эукариотических клеток. Имеют диаметр 24 нм, а в длину – несколько мкм. Это динамические структуры, постоянно растущие с одного конца и деполяризующиеся с другого. Они построены из белка тубулина. Имеют вид полых цилиндров.

Их главная функция заключается в создании эластичного и устойчивого внутриклеточного каркаса, необходимого для поддержания формы клеток. Кроме того, они принимают участие в транспорте макромолекул и органоидов, обеспечивают подвижность жгутиков и ресничек. Входя в состав веретена деления, обеспечивают расхождение хромосом при делении клеток. Они могут быть факторами ориентированного движения клетки в целом.

Разрушение микротрубочек колхицином приводит к нарушениям транспорта веществ (например, к блокаде секреции) и механического переноса отдельных внутриклеточных компонентов. Кроме того, при делении клеток блокируется веретено деления.

Функции микротрубочек :

- 1) обеспечение расхождения хромосом при делении клеток;
- 2) поддержание формы клетки;
- 3) участие в транспорте макромолекул и органелл;
- 4) обеспечение подвижности жгутиков, ресничек.

Микрофиламенты – относятся к фибриллярным компонентам эукариотических клеток. Они располагаются в кортикальном слое цитоплазмы, прямо под плазмолеммой, в виде пучков или слоями. В среднем их длина составляет 6 нм.

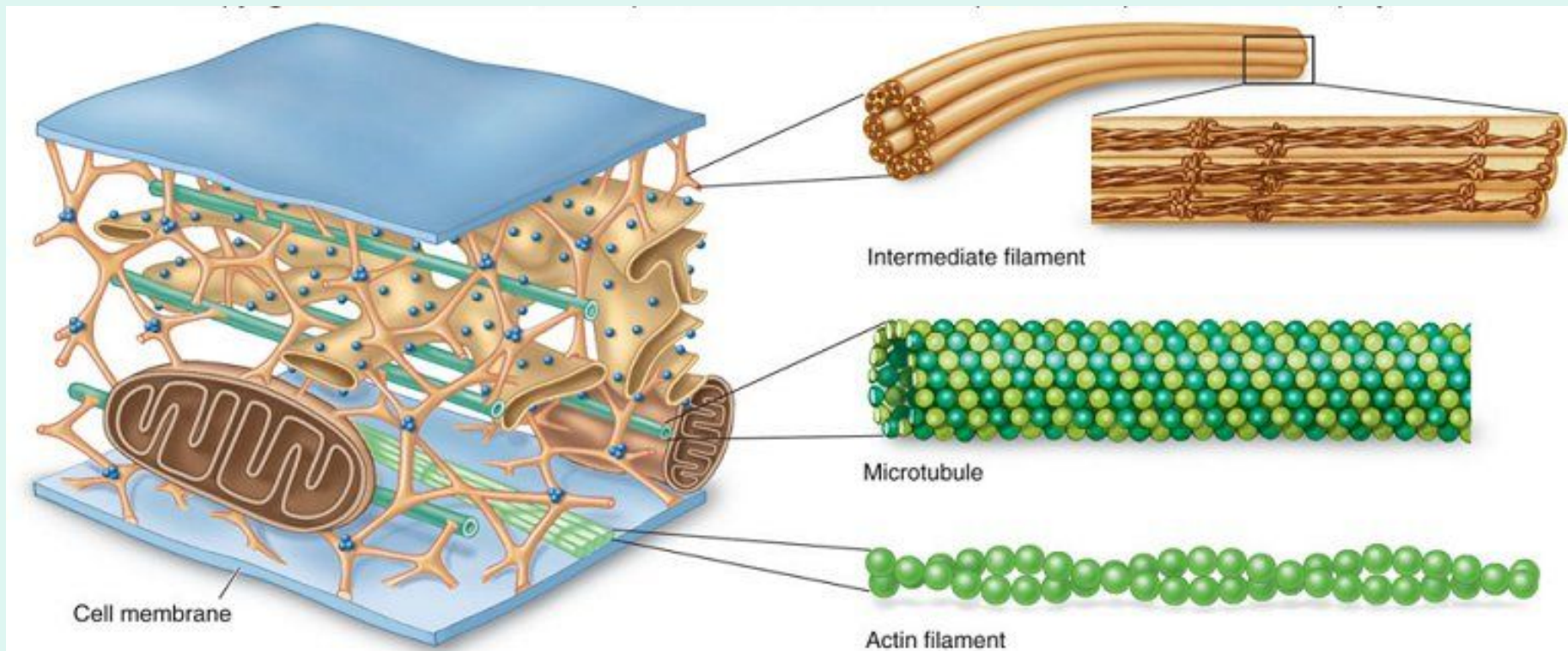
В зависимости от химического состава микрофиламенты могут выполнять функции цитоскелета и участвовать в обеспечении движения. В их состав входят сократительные белки: актин, миозин, тропомиозин и др.

Основные функции микрофиламентов – это создание внутриклеточного сократительного аппарата, который обеспечивает амебоидное движение клеток, большинство движений органоидов и деление клеток.

Промежуточные филаменты (микрофибриллы) – это тонкие неветвящиеся, нередко лежащие пучками нити, которые присутствуют в клетках разных тканей и состоят из разных веществ, например, из кератина – в эпителии, десмина – в мышечных волокнах и др. Они выполняют опорно-каркасную функцию.

Функции цитоскелета:

1. Служит клетке механическим каркасом, который придаёт клетке типичную форму и обеспечивает связь между мембраной и органеллами. Каркас представляет собой динамичную структуру, которая постоянно обновляется по мере изменения внешних условий и состояния клетки.
2. Действует как «мотор» для клеточного движения. Двигательные (сократительные) белки содержатся не только в мышечных клетках, но и в других тканях. Компоненты цитоскелета определяют направление и координируют движение, деление, изменение формы клеток в процессе роста, перемещение органелл, движение цитоплазмы.
3. Служит в качестве «рельсов» для транспорта органелл и других крупных комплексов внутри клетки.



Нарушения цитоскелета. Доказана роль цитоскелета в двигательной функции клеток, в структуре плазматической мембраны и, что очень важно, в рецепторной функции клеток. Именения цитоскелета нарушают процесс высвобождения активного вещества (гормона, медиатора и т.д.), а также изменяют рецепторную функцию клеток-мишеней. В результате нарушается рецепция клетками (в частности, нервными) различных стимулирующих веществ.

Кроме того, отмечается нарушение двигательной активности клеток (например, бета-клеток поджелудочной железы), в результате возникает недостаточность инсулина. Другим примером заболеваний с нарушением цитоскелета являются мышечная дистрофия Дюшена и мышечная дистрофия Беккера. Обе формы являются результатом мутаций гена, кодирующего белок дистрофин, входящий в состав цитоскелета.

Включения – это непостоянные (необязательные) структурные компоненты цитоплазмы клетки, возникающие или исчезающие в зависимости от функционального состояния клеток.

Классификация:

- Трофические (запас питательных веществ):
 - углеводные (гликоген)
 - жировые (капельки жира)
 - белковые
- Экскреторные – это продукты метаболизма клетки, не содержащие в своем составе биологически активных веществ и подлежащие удалению из клеток (ураты, оксалаты);
- Секреторные – это продукты метаболизма клетки, содержащие в своем составе биологически активные вещества, они нужны организму (ферменты);
- Пигментные – могут быть как эндогенными, т.е. образующимися внутри клетки (гемоглобин, билирубин, липофусцин, меланин), так и экзогенными, т.е. поступившими в клетку извне (каротин, красители и др.).

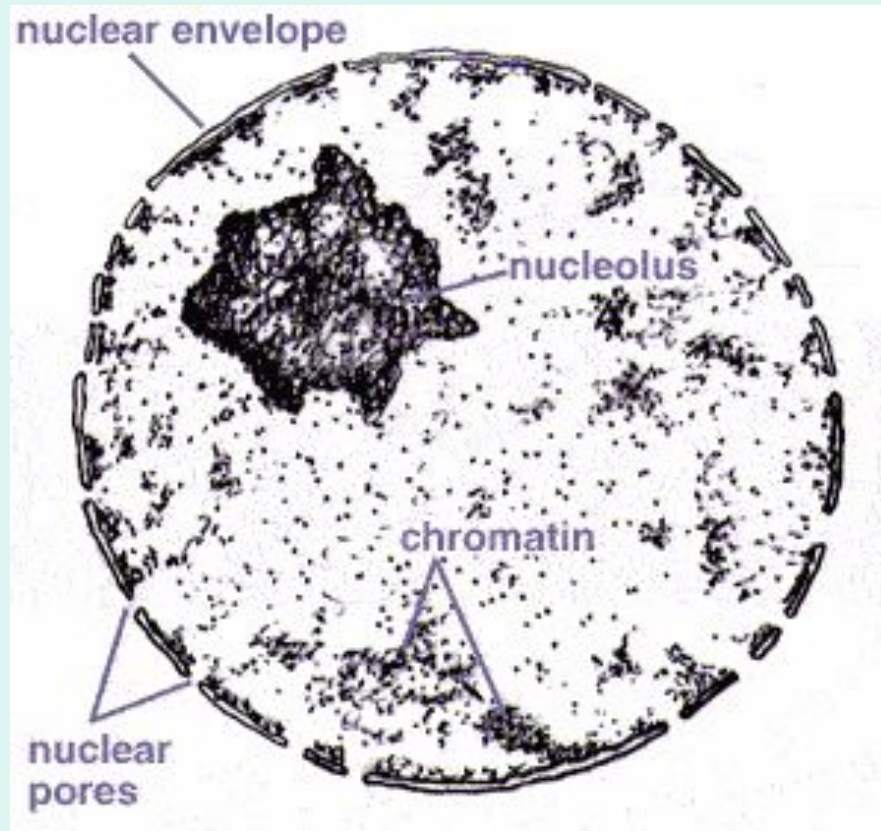
Строение и функции ядра

Ядро (лат. nucleus, греч. karion-ядро) – это обязательный компонент эукариотических клеток. Оно хорошо различимо в неделящихся клетках и выполняет ряд важнейших функций:

- хранение и передача наследственной информации в клетке;
- создание аппарата белкового синтеза – синтез всех видов РНК и образование рибосом.

Выпадение или нарушение любой из этих функций приводит клетку к гибели. Клетка содержит, как правило, одно ядро, но имеются двуядерные и многоядерные клетки.

Интерфазные ядра состоят из: ядерной оболочки, ядерного сока (кариоплазма, кариолимфа или нуклеоплазма), ядерного белкового остова, хроматина и ядрышек.

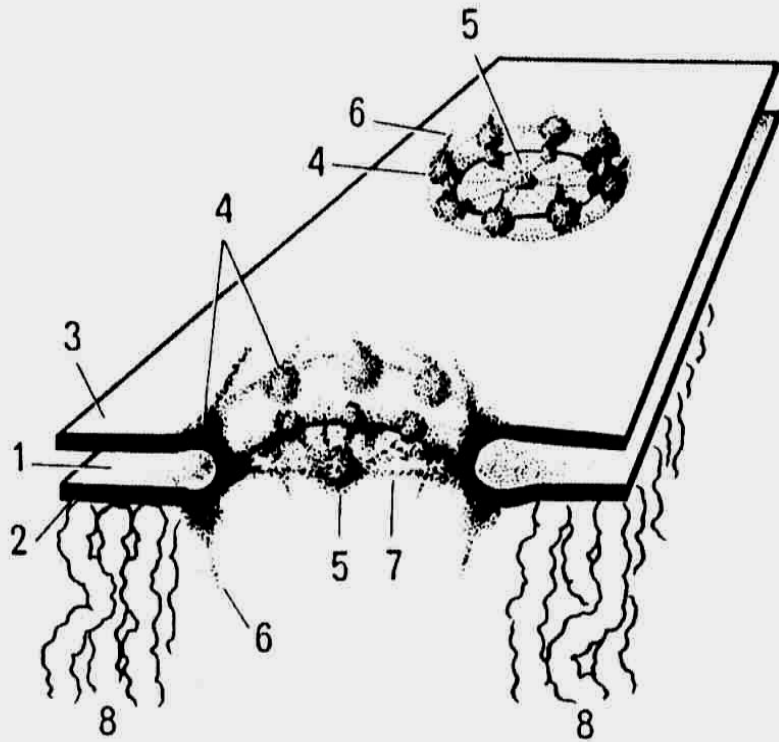


Ядерная оболочка (кариолемма) состоит из двух мембран, между которыми имеется перинуклеарное пространство шириной 10-40нм, заполненное электронно – микроскопически рыхлой субстанцией. Наружная мембрана ядерной оболочки со стороны цитоплазмы в ряде участков переходит в мембраны эндоплазматической сети, и на ее поверхности располагаются полирибосомы. Внутренняя мембрана ядерной оболочки участвует в обеспечении внутреннего порядка в ядре – в фиксации хромосом в трехмерном пространстве. Эта связь опосредуется с помощью слоя фибриллярных белков, сходных с промежуточными филаментами цитоплазмы.

В ядерной оболочке имеются поры диаметром около 90 нм. В этих участках по краям отверстия мембраны ядерной оболочки сливаются. Сами отверстия заполняются сложноорганизованными глобулярными и фибриллярными структурами. Совокупность мембранных перфораций и заполняющих их структур называется **поровым комплексом**.

По краю порового отверстия располагаются в три ряда гранулы (по 8 гранул в каждом ряду). При этом один ряд лежит со стороны цитоплазмы, другой – со стороны внутреннего содержимого ядра, а третий – между ними. От гранул этих слоев радиально отходят фибриллярные отростки, образуя в поре как бы перепонку – диафрагму. Фибриллярные отростки направляются к центрально расположенной грануле.

Схема строения комплекса ядерной поры. Из кн. Ю.Э. Афанасьева и др. «Гистология», 1989.



1. Перинуклеарное пространство
2. Внутренняя мембрана ядерной оболочки
3. Наружная мембрана ядерной оболочки
4. Периферические гранулы
5. Центральная гранула
6. Фибриллы, отходящие от гранул
7. Диафрагма поры
8. Фибриллы хроматина

ФУНКЦИИ ядерной оболочки:

1. Отделяет содержимое ядра от цитоплазмы;
2. Ограничивает свободный доступ в ядро крупных агрегатов биополимеров;
3. Регулирует транспорт макромолекул между ядром и цитоплазмой (выход в цитоплазму мРНК и рибосомальных субъединиц, поступление в ядро рибосомальных белков, нуклеотидов и молекул, регулирующих активность ДНК);
4. Участие в создании внутриядерного порядка – фиксации хромосомного материала в трехмерном пространстве ядра.

Поровые комплексы участвуют в рецепции транспортируемых через поры макромолекул (белков и нуклеопротеидов), а также в активном переносе через ядерную оболочку этих веществ с использованием АТФ.

Число ядерных пор зависит от метаболической активности клеток. Чем интенсивнее протекают в клетке процессы синтеза, тем больше пор. В среднем на одно ядро приходится несколько тысяч поровых комплексов.

Основные функции ядерной оболочки следующие:

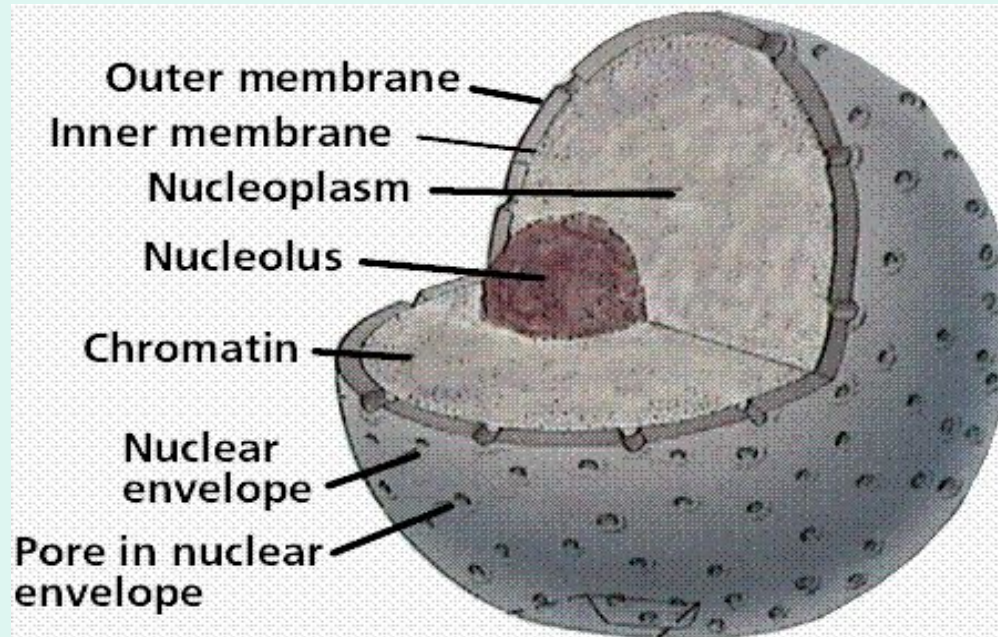
- барьерная (отделение содержимого ядра от цитоплазмы и ограничение свободного доступа в ядро крупных биополимеров);
- регуляция транспорта макромолекул между ядром и цитоплазмой;
- участие в создании внутриядерного порядка (фиксация хромосомного аппарата).

Кариоплазма (ядерный сок, или нуклеоплазма, или кариолимфа) – это содержимое ядра, которое имеет вид гелеобразного матрикса. Она содержит различные химические вещества: белки (в том числе и ферменты), аминокислоты и нуклеотиды в виде истинного или коллоидного раствора.

Ядерный или белковый остов (матрикс). В интерфазных ядрах негистоновые белки образуют сеть – «белковый матрикс». Он состоит из периферического фибриллярного слоя, выстилающего ядерную оболочку (ламина), и внутренней сети, к которой прикрепляются фибриллы хроматина. Матрикс участвует в поддержании формы ядра, организации пространственного положения хромосом. Кроме того, в нем содержатся ферменты, необходимые для синтеза РНК и ДНК, а также белки, участвующие в компактизации ДНК в интерфазных и митотических хромосомах.

ФУНКЦИИ ядерной оболочки:

1. Отделяет содержимое ядра от цитоплазмы;
2. Ограничивает свободный доступ в ядро крупных агрегатов биополимеров;
3. Регулирует транспорт макромолекул между ядром и цитоплазмой (выход в цитоплазму мРНК и рибосомальных субъединиц, поступление в ядро рибосомальных белков, нуклеотидов и молекул, регулирующих активность ДНК);
4. Участие в создании внутриядерного порядка – фиксации хромосомного материала в трехмерном пространстве ядра.



Структура хроматина. В живых или фиксированных клетках в период интерфазы клеточного цикла внутри ядра выявляются зоны плотного вещества, которые хорошо воспринимают основные красители. Благодаря такой способности хорошо окрашиваться, этот компонент ядра и получил название “хроматин” (от греческого *chroma* – цвет, окраска). Хроматин распределен по всему ядру в виде светлых участков глыбок, что обусловлено тем, что во время интерфазы хромосомы деконденсированы (раскручены) и представлены очень длинными нитями.

В химическом отношении фибриллы (нити) хроматина представляют собой сложные комплексы ДНК + белки (гистоновые и негистоновые) + РНК в количественном соотношении 1:1,3:0,2.

В природе существуют два вида нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая кислота (*ДНК*) и рибонуклеиновая кислота (*РНК*). В эукариотической клетке основная масса ДНК находится в ядре клетки (около 99%), где она связана с белками и образует хроматин. Остальная ДНК находится в двумембранных органоидах (митохондриях и пластидах).

Структура ДНК. Нуклеиновые кислоты были открыты И.Ф.Мишером в ядрах лейкоцитов в 1869 г. В 1953 г. Джеймс Уотсон и Френсис Крик предложили модель ДНК, состоящей из двух полинуклеотидных цепей, соединенных друг с другом водородными связями.

Ядрышко – это округлой формы тельца, погруженные в ядерный сок. Они не окружены мембраной, хорошо окрашиваются основными красителями и являются самыми плотными структурами ядра производными хромосом. Внешний вид ядрышка заметно изменяется в зависимости от фазы клеточного цикла. Оно имеется только в ядре интерфазных клеток. С началом митоза ядрышко уменьшается в размерах и затем вовсе исчезает, по мере того как происходит конденсация хромосом и прекращается синтез всех типов РНК. Размер ядрышек отражает активность синтеза белка в клетке – чем активнее клетка, тем крупнее ядрышко.

В электронном микроскопе в ядрышке выявляются два основных компонента:

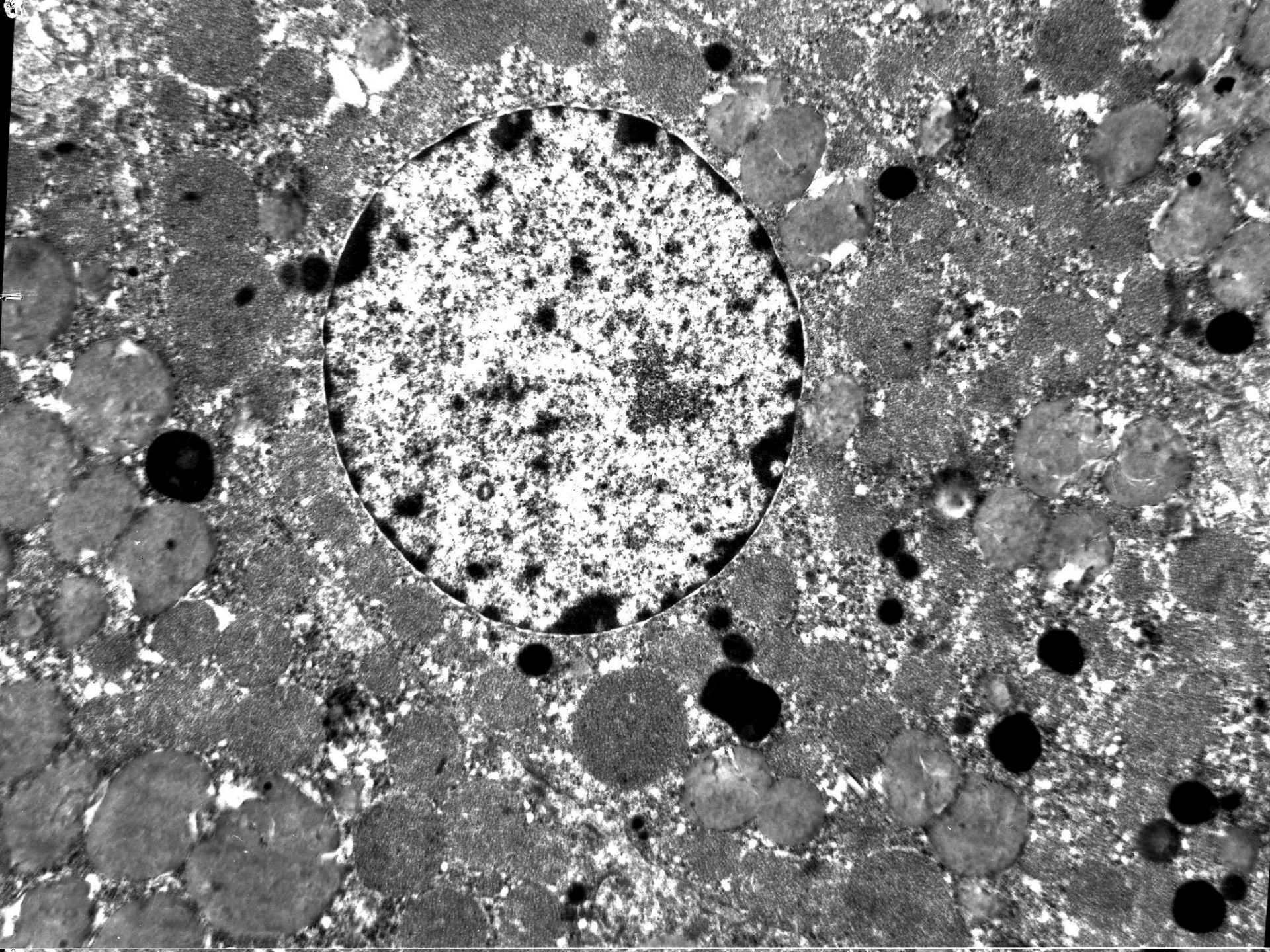
1. Гранулярный – диаметр гранул 15-20 нм, расположен по периферии и представляет созревающие субъединицы рибосом.

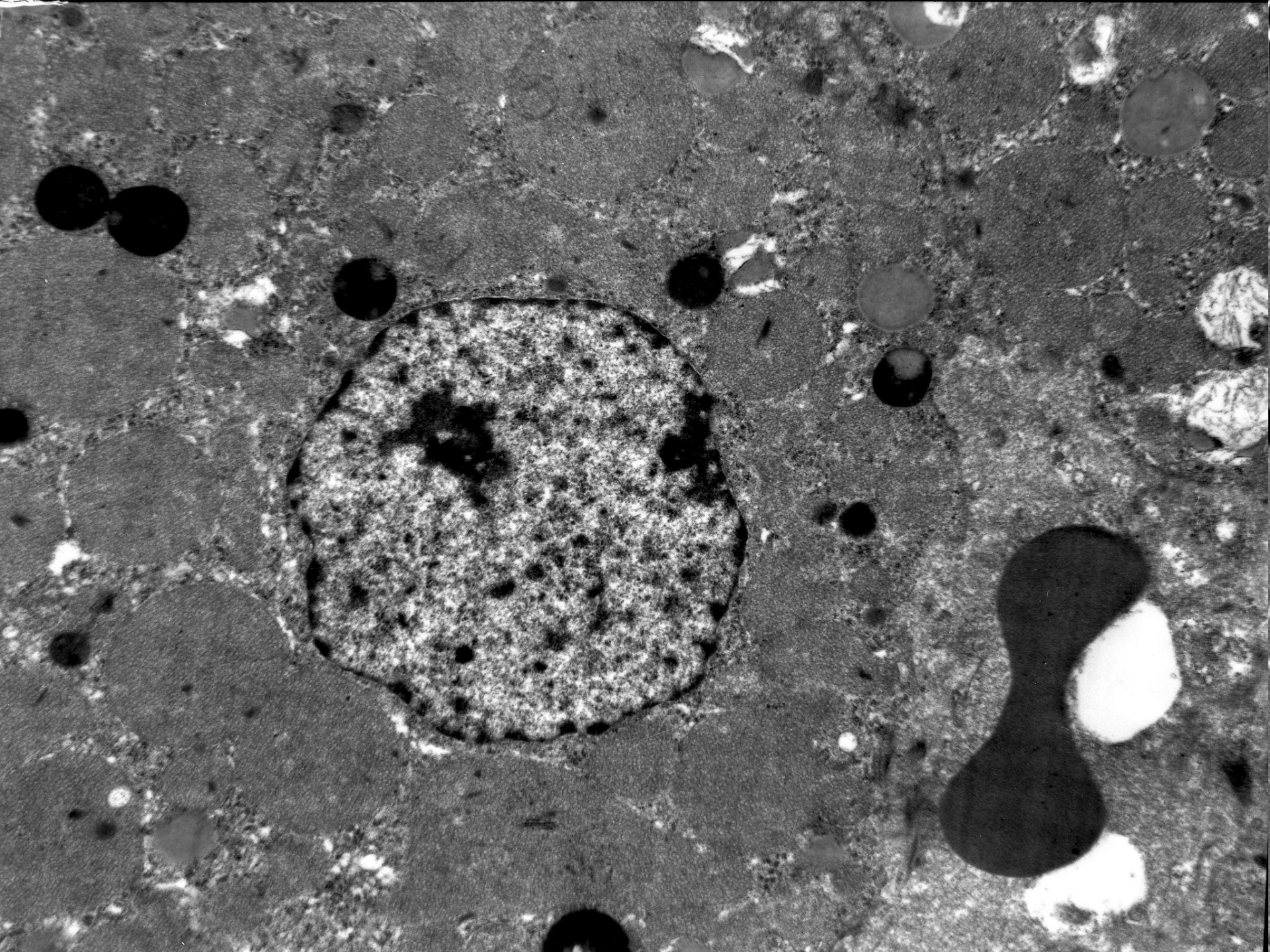
Субъединицы рибосомы от ядрышка перемещаются к порам ядерной оболочки, через которые проходят в цитоплазму.

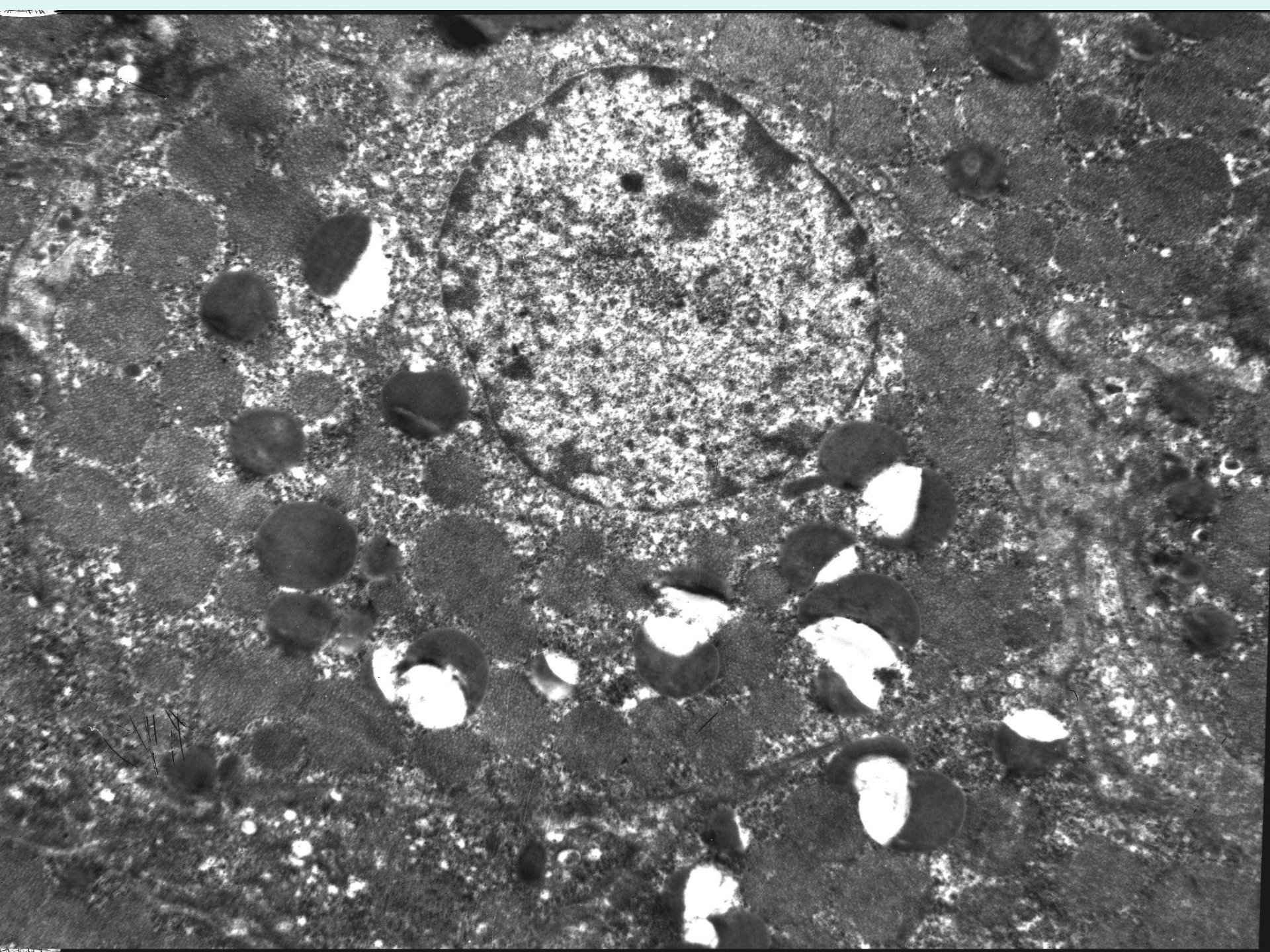
2. Фибриллярный – расположен в центре, представляет собой рибонуклеопротеидные тяжи предшественников рибосом.

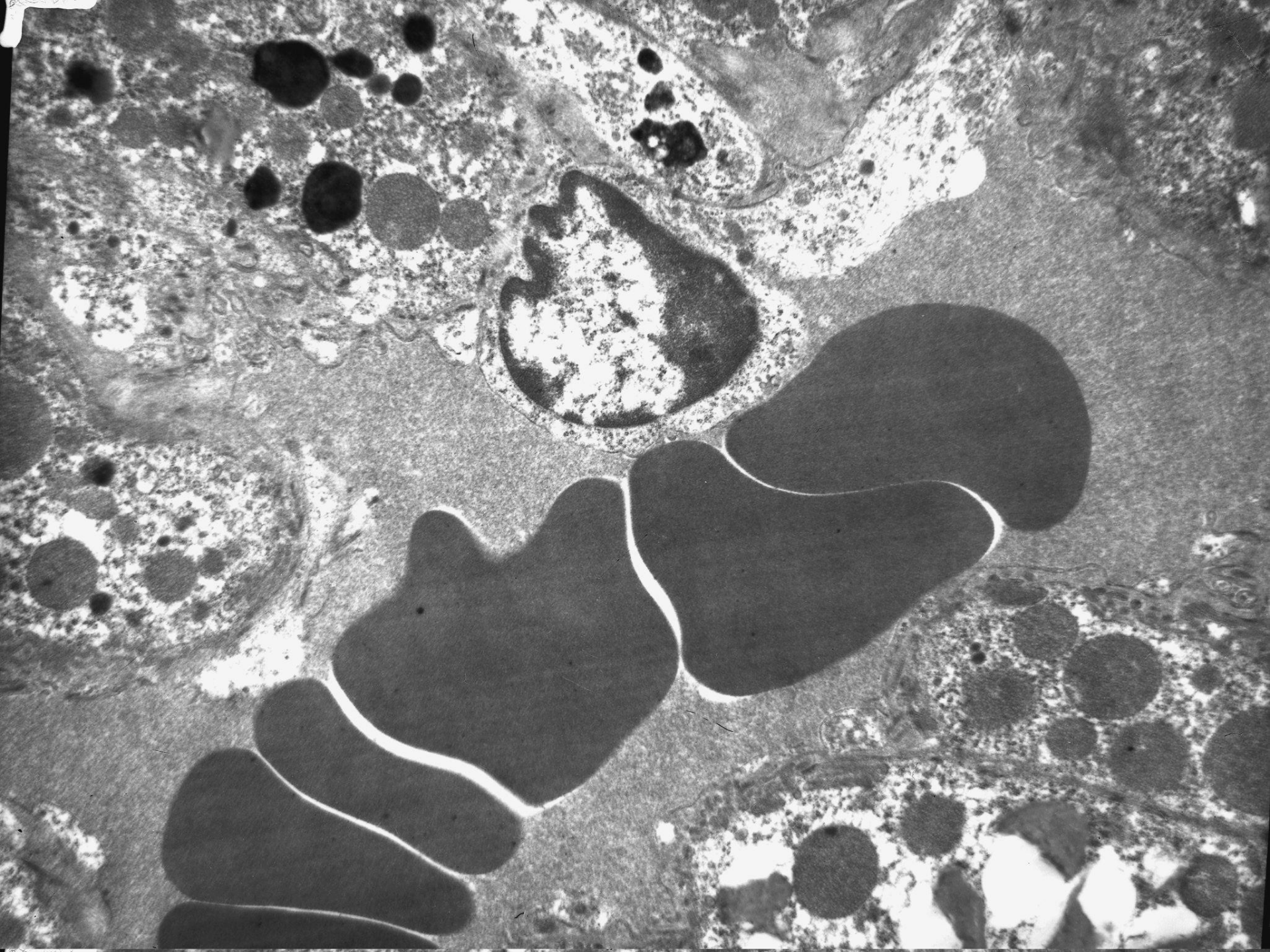
ФУНКЦИИ ядрышка:

- 1. Синтез рибосомной РНК (рРНК);**
- 2. Образование субъединиц рибосом.**

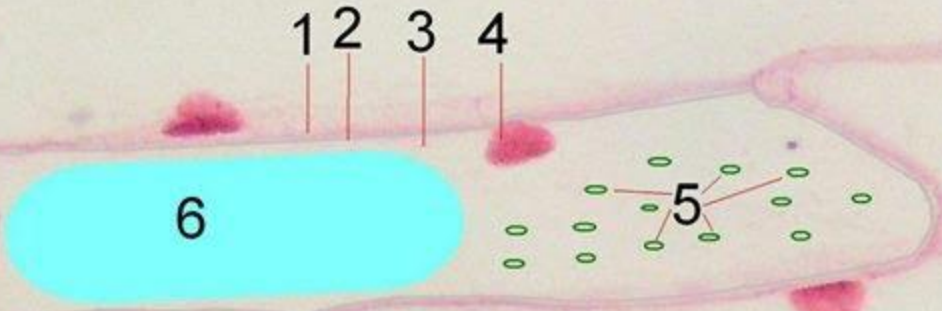


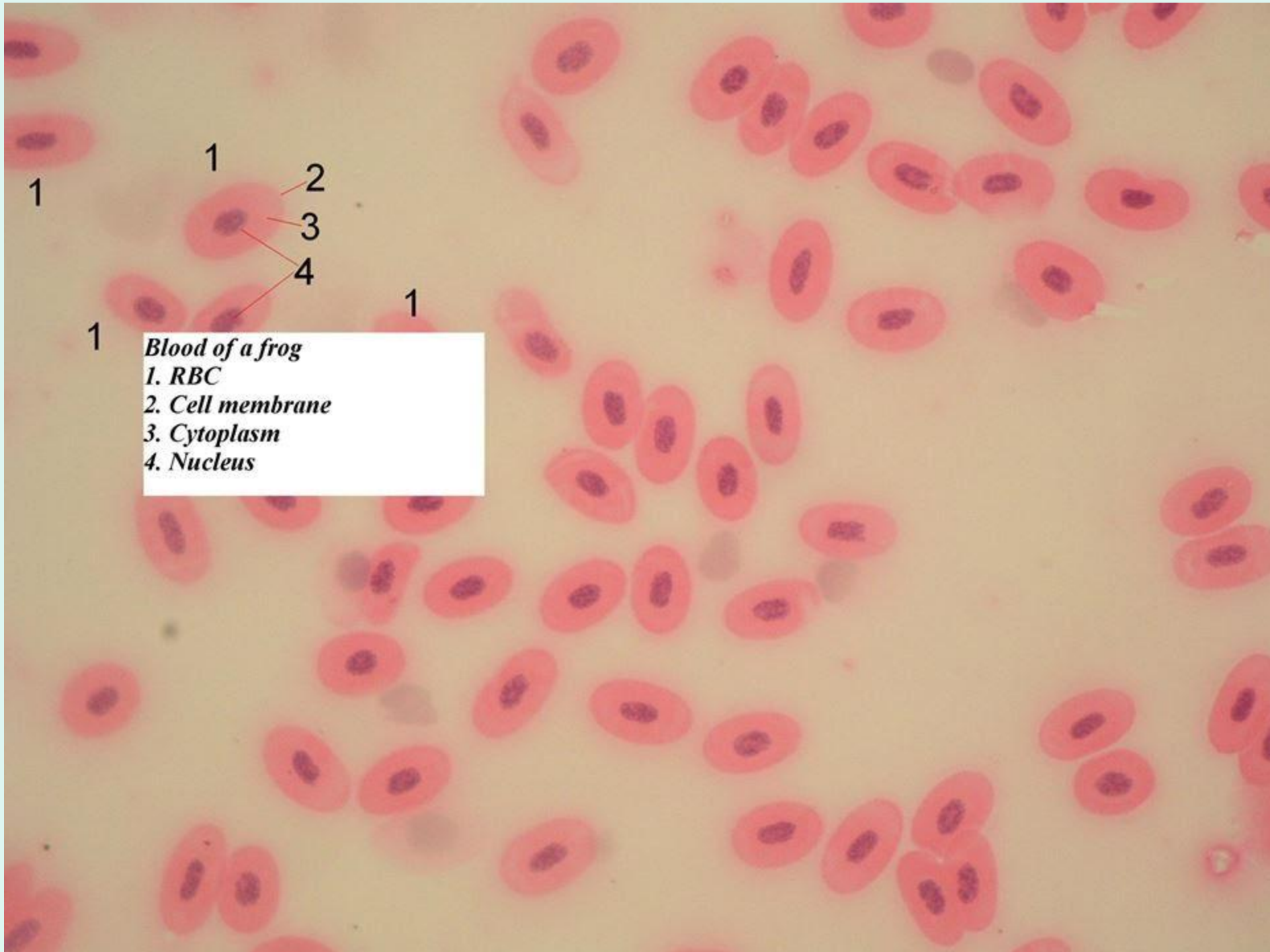




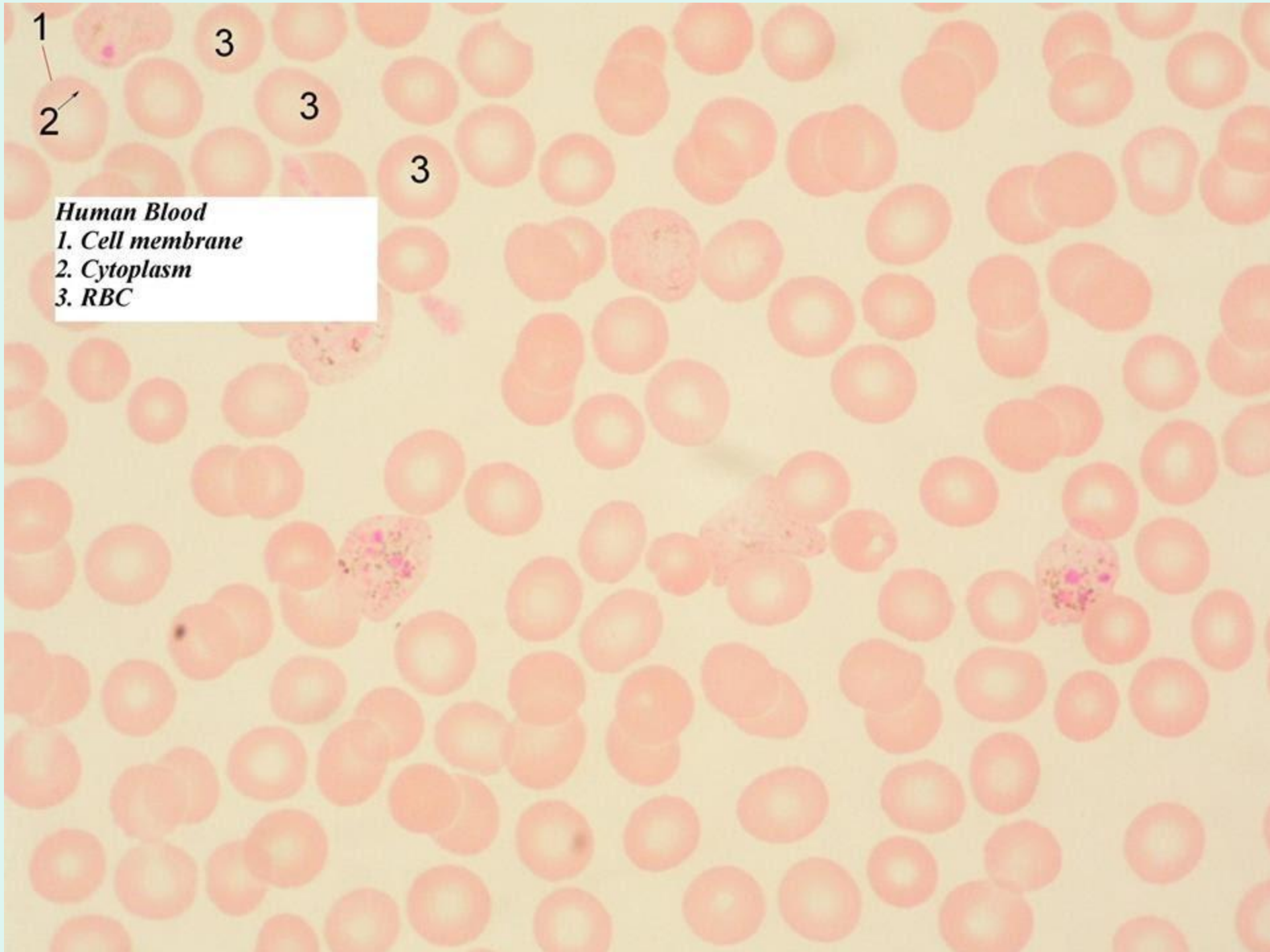


Onion cuticle
1. Cell wall 2. Cell membrane
3. Cytoplasm 4. Nucleus
5. Plastids 6. Vacuole



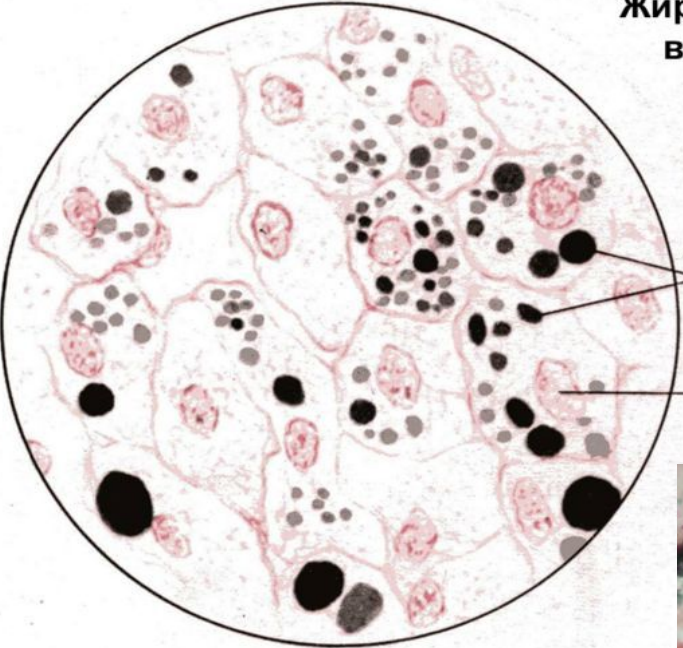


Blood of a frog
1. RBC
2. Cell membrane
3. Cytoplasm
4. Nucleus



Human Blood
1. Cell membrane
2. Cytoplasm
3. RBC

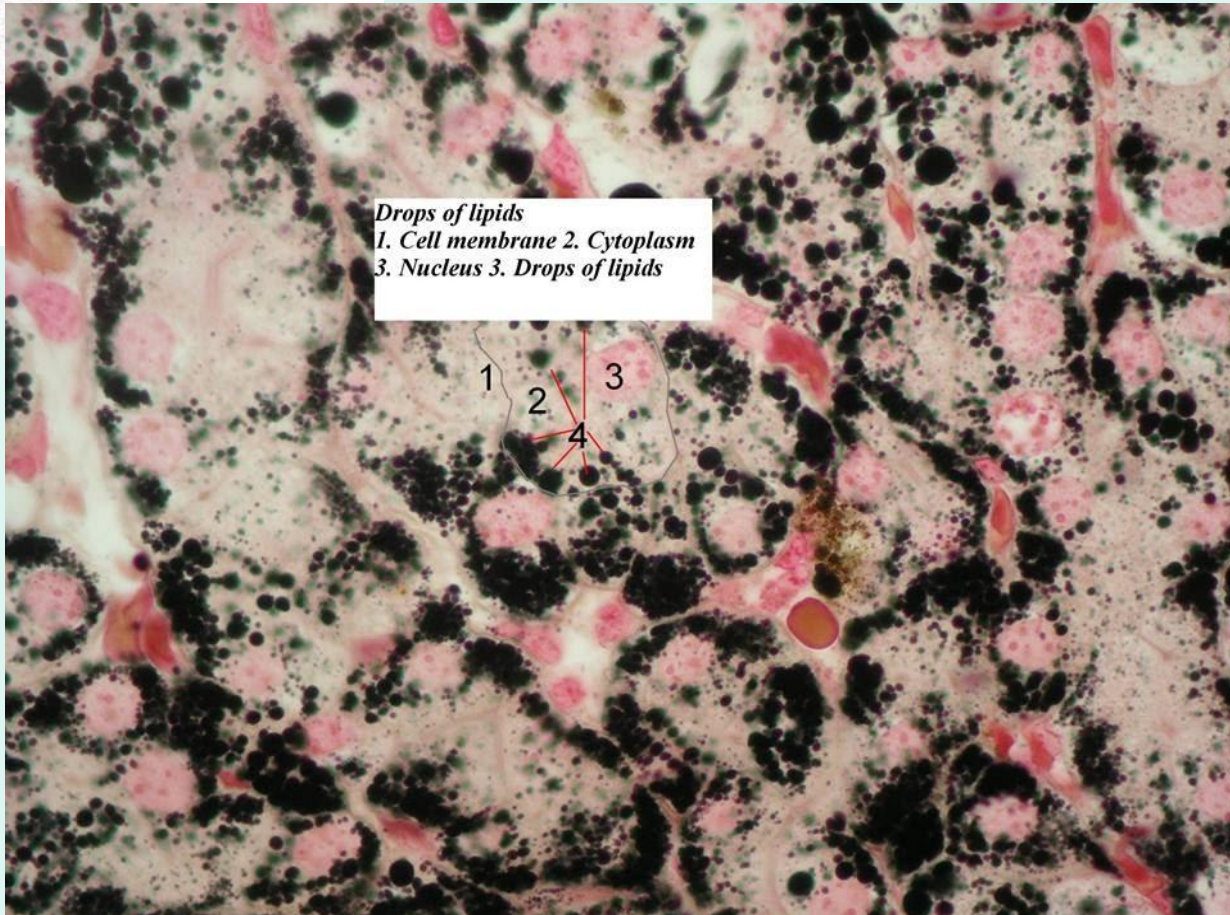
**Жировые включения
в клетках печени
лягушки**

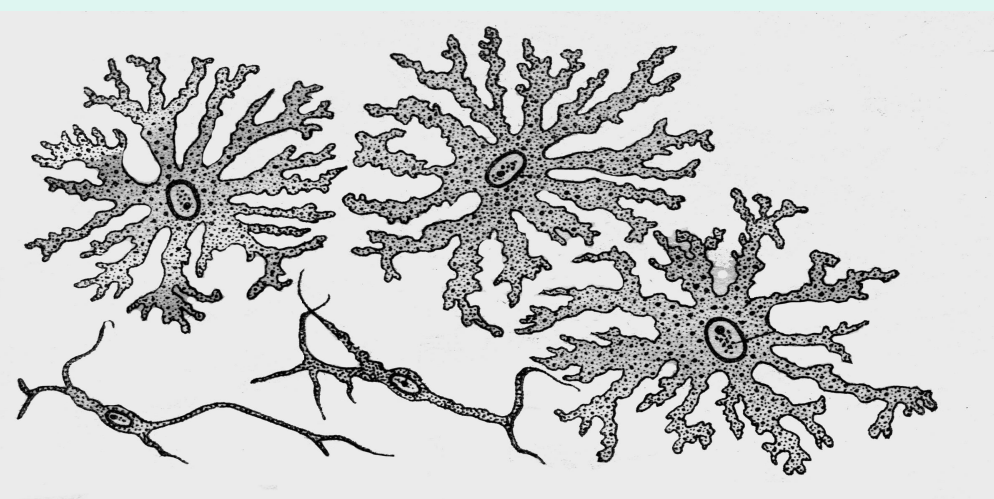


Капли жира

Ядро

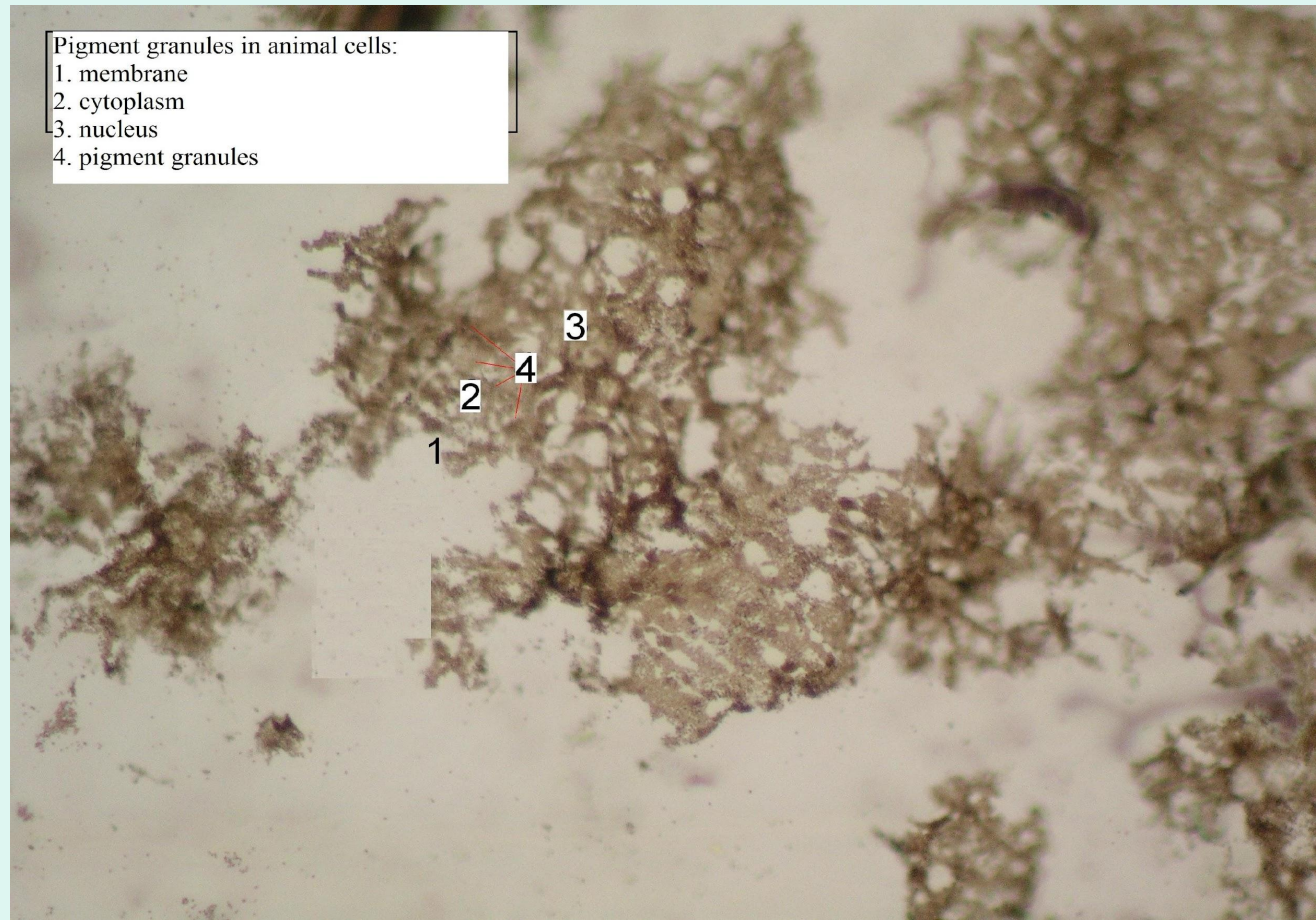
Drops of lipids
1. Cell membrane 2. Cytoplasm
3. Nucleus 3. Drops of lipids

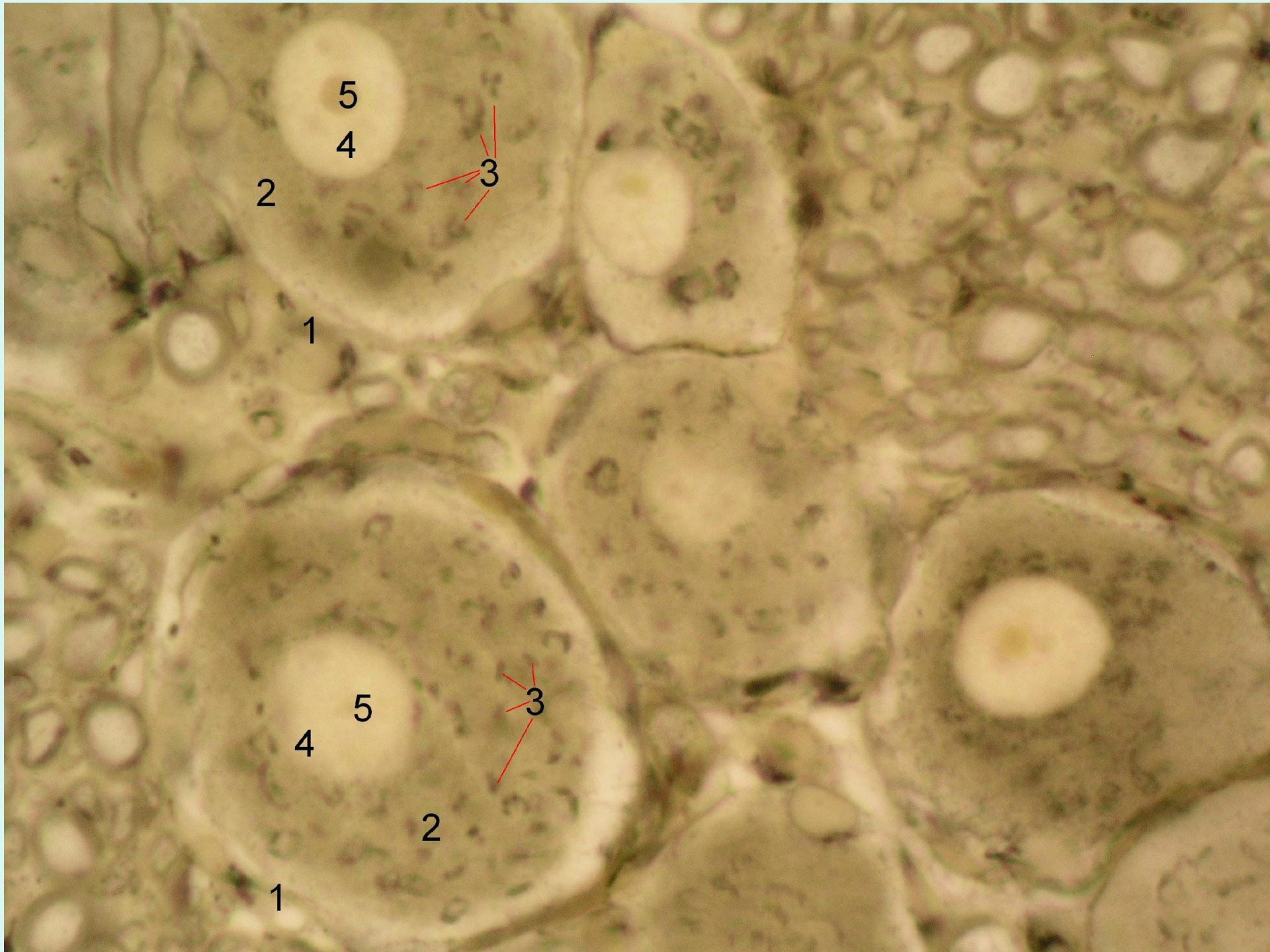




Pigment granules in animal cells:

1. membrane
2. cytoplasm
3. nucleus
4. pigment granules





5

4

3

2

1

5

3

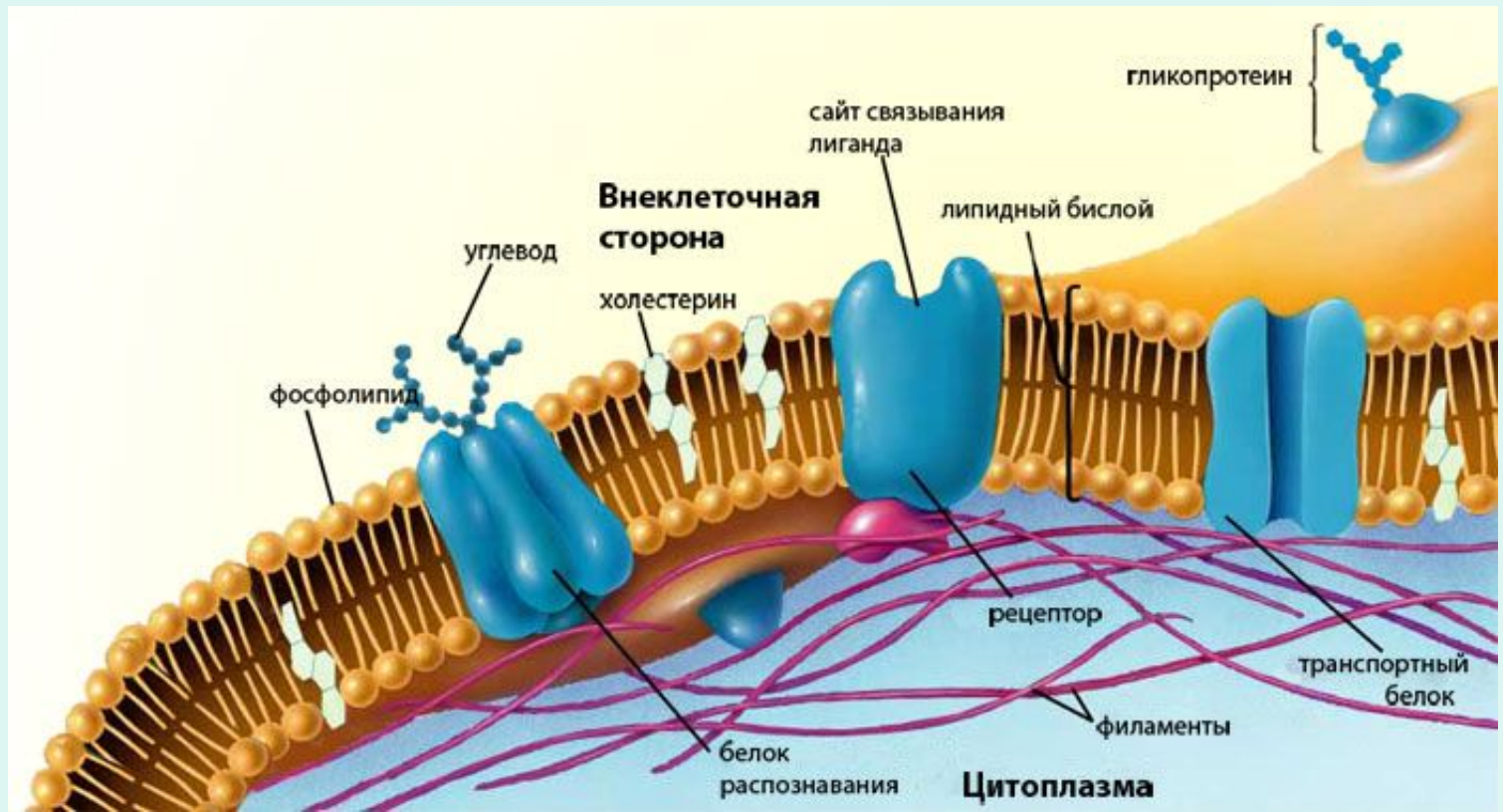
4

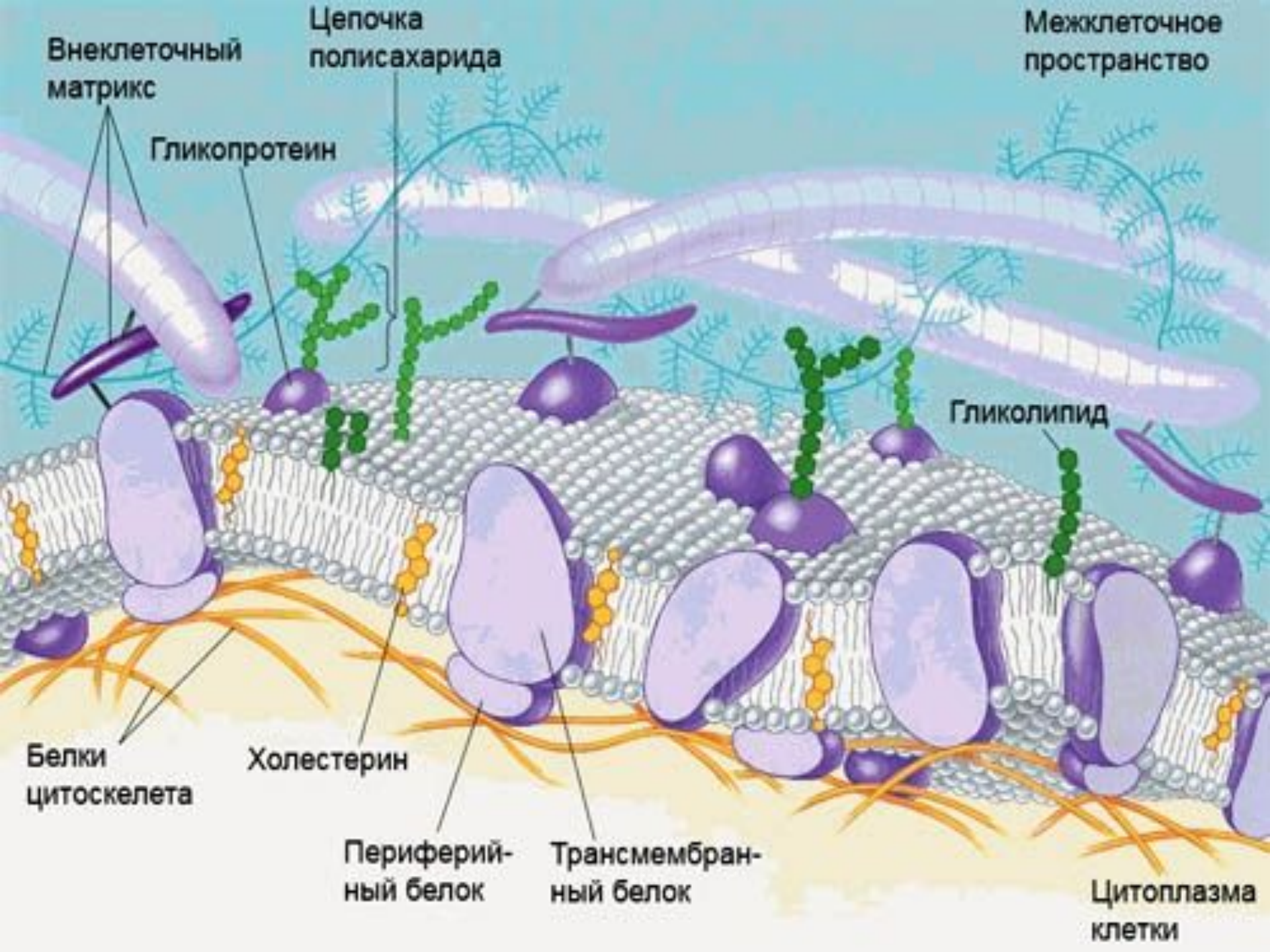
2

1

Плазмалемма выполняет функции:

1. Барьерная
2. Транспортная
3. Избирательная проницаемость
4. Рецепторная
5. Стабилизирующая ($V_{\text{клетки}}/ S_{\text{клетки}} = \text{const}$)
6. Адгезивная функция - способность объединяться, образовывать пласты.





МЕМБРАНА

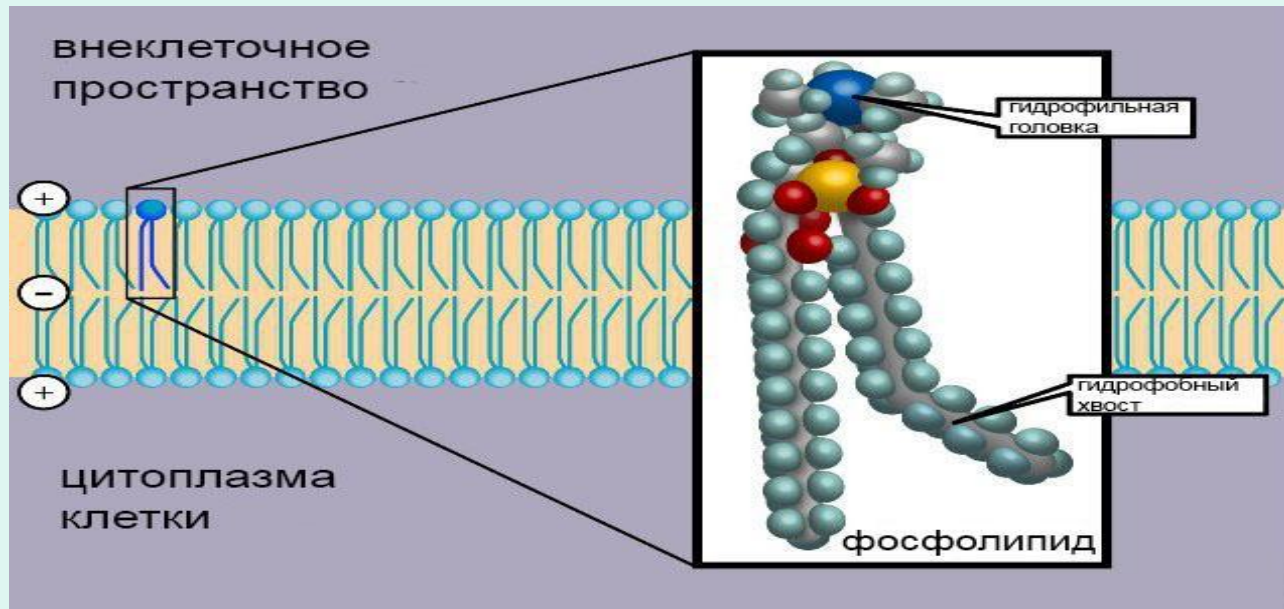
Рассмотрим сначала, что есть общего у всех без исключения клеток:

Это внешняя клеточная мембрана, или плазмалемма, которая отграничивает клетку от внешней среды, часто наряду с клеточной стенкой. Однако клеточная стенка есть только у прокариот, растений и грибов, тогда как у животных ее нет. **А мембрана присутствует всегда.**

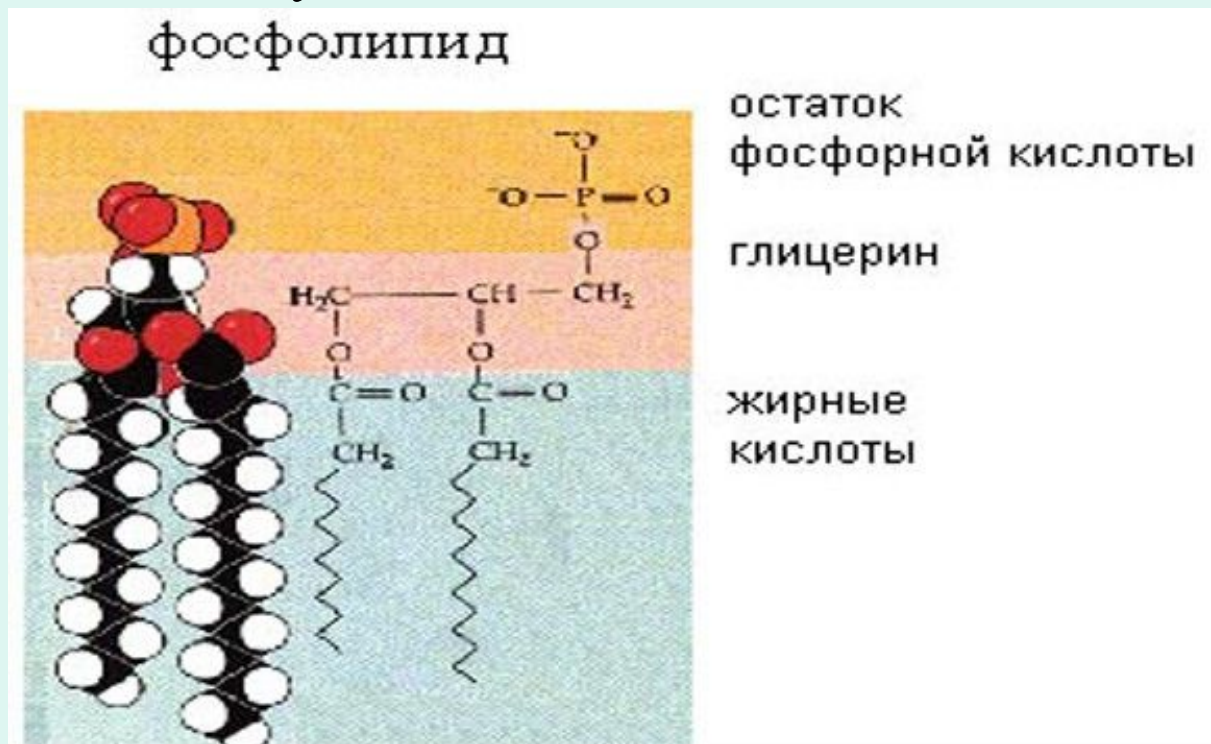
Толщина клеточной мембраны – 5–7 нм. (микромметр – это одна тысячная миллиметра, а наномметр – одна тысячная микромметра).

Мембрана – это оболочка с весьма примечательными свойствами. Она **не имеет постоянной формы**, а ограничиваемое ею пространство – постоянного объема, и, вообще-то говоря, **она жидкая, хотя и вязкая**. Она ограничивает **внутренний объем клетки** силами поверхностного натяжения, которые существуют благодаря тому, **что «жидкость» мембраны образована другой фазой – гидрофобной, не смешивающейся с водными растворами**.

Ее основу составляют уже знакомые нам **фосфолипиды** – **вещества с длинным двойным неполярным и, следовательно, гидрофобным хвостом и полярной головкой**.



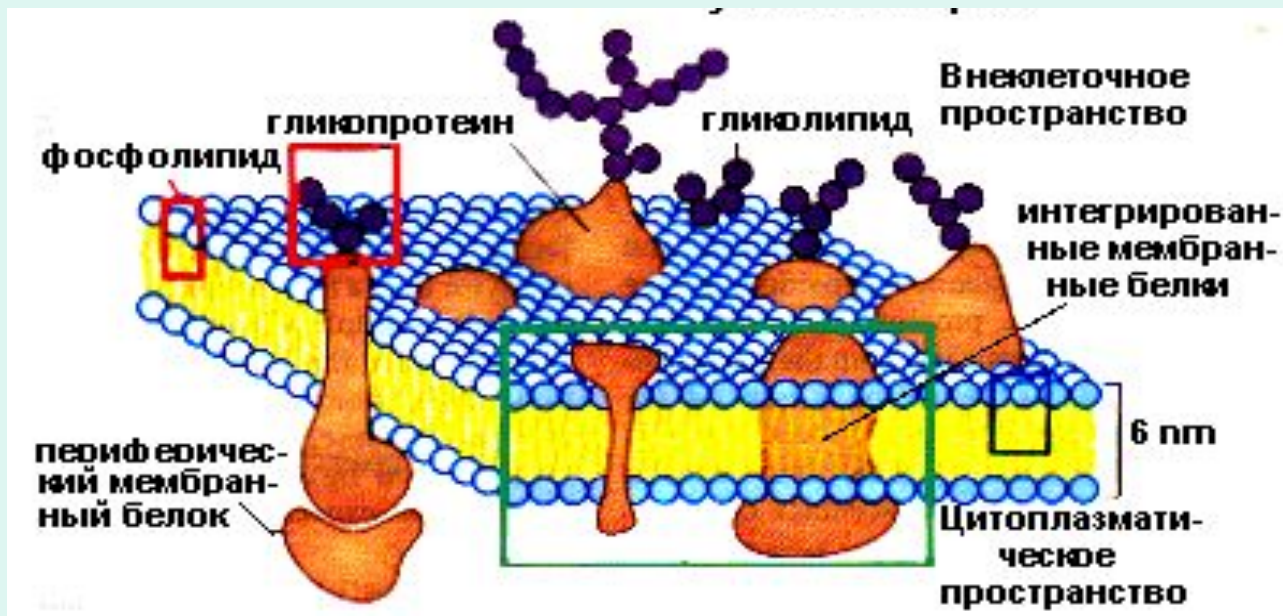
- **Фосфолипиды** выстраиваются в два слоя – хвостами внутрь, головами наружу. Это называется липидный бислой. Их хвосты образуют ту самую несмешивающуюся с водой фазу – гидрофобную пленку, а головы ориентированы к водной среде снаружи и внутри клетки.
- В водной среде фосфолипиды всегда располагаются в виде бислоя и образуют пузырьки. Это свойство обеспечивает замкнутость клеточной мембраны: если ее целостность нарушить, то она тут же восстанавливается.



БЕЛКИ

Белки, локализованные на мембране, заякориваются в гидрофобном слое фосфолипидных хвостов, а их гидрофильные как правило, реакционноспособные части расположены внутри и наружу клетки. При этом белок, погруженный в мембрану, за счет гидрофобного взаимодействия с фосфолипидами имеет совсем другую конформацию, чем тот же белок в водной среде.

Участки некоторых белков пронизывают мембрану насквозь. Это так называемые трансмембранные белки.





Белки мембраны

Интегральные
(трансмембранные)

- Проходят через всю толщу мембраны
- Создают в мембране гидрофильные поры (транспорт веществ)

Белки-переносчики

Каналообразующие белки

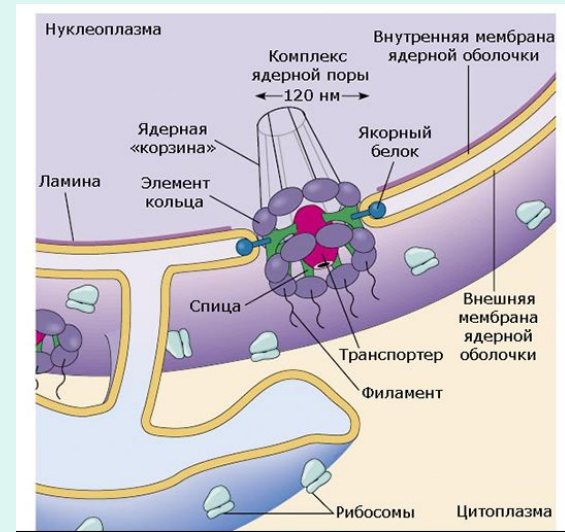
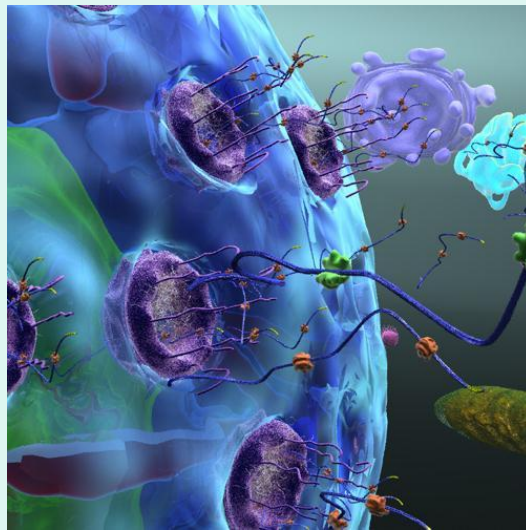
Полуинтегральные
(рецепторные)

- Погружены в толщу фосфолипидных слоев
- Выполняют рецепторные функции

Наружные
(периферические)

- Лежат снаружи мембраны, примыкая к ней
- Выполняют многообразные функции ферментов

- Иногда белки в виде белковых комплексов образуют – поры.
- Вода и растворенные в ней простые вещества могут проникать через мембрану сквозь систему гидрофильных белков и пор – путем диффузии. Направление диффузии таково, что вещества идут из области с большей их концентрацией в область с меньшей. Это движение происходит – по градиенту концентрации, или по химическому градиенту.
- Если вещества заряжены, то имеет значение и электрическое поле. Разные стороны клеточной мембраны могут иметь разный заряд, и это влияет на диффузию заряженных веществ – они идут по электрохимическому градиенту.

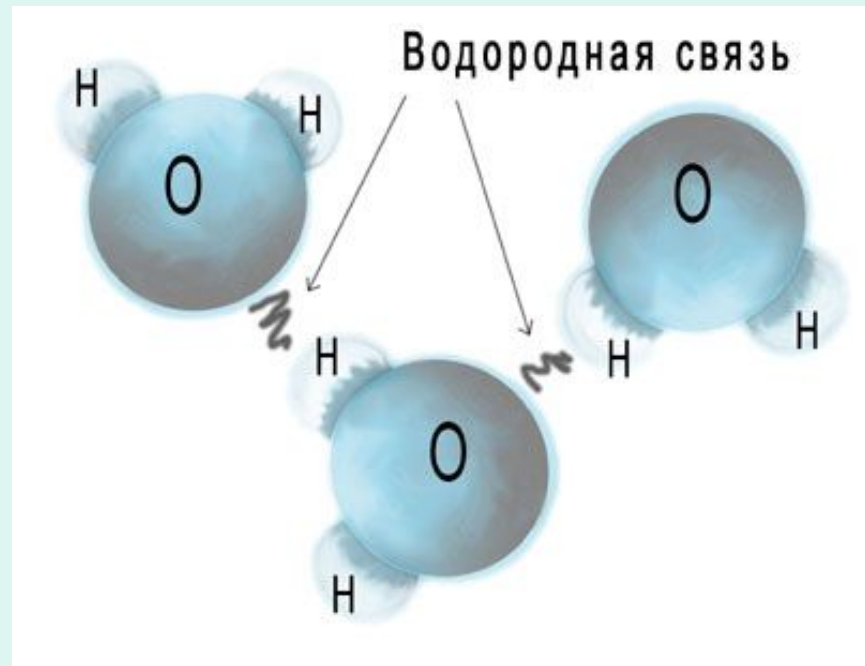
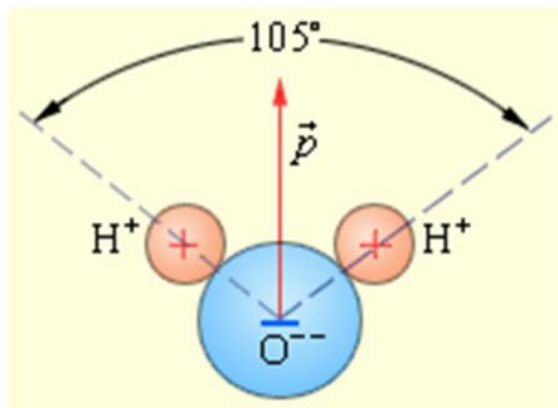


В живой клетке обязательно присутствует определенное избыточное давление - это **осмотическое давление**.

Природа его такова: во внутриклеточной среде в растворе находится довольно много гидрофильных веществ – полярных органических веществ (например, сахара) и ионов (органические кислоты, аминокислоты и соли).

Вода имеет сродство к ним за счет своего дипольного момента и водородных связей.

Дипольный момент молекулы
воды



По этой причине каждая такая молекула гидратируется, окаймляется максимально большим количеством рыхло связанных с ней молекул воды. Как следствие вода притягивается к гидрофильным молекулам в клетке, накапливается внутри нее и создает там избыточное давление.

В клетке поддерживается такая концентрация гидрофильных веществ, чтобы некоторое осмотическое давление имело место быть, но не такое сильное, чтобы оно могло разорвать клетку.

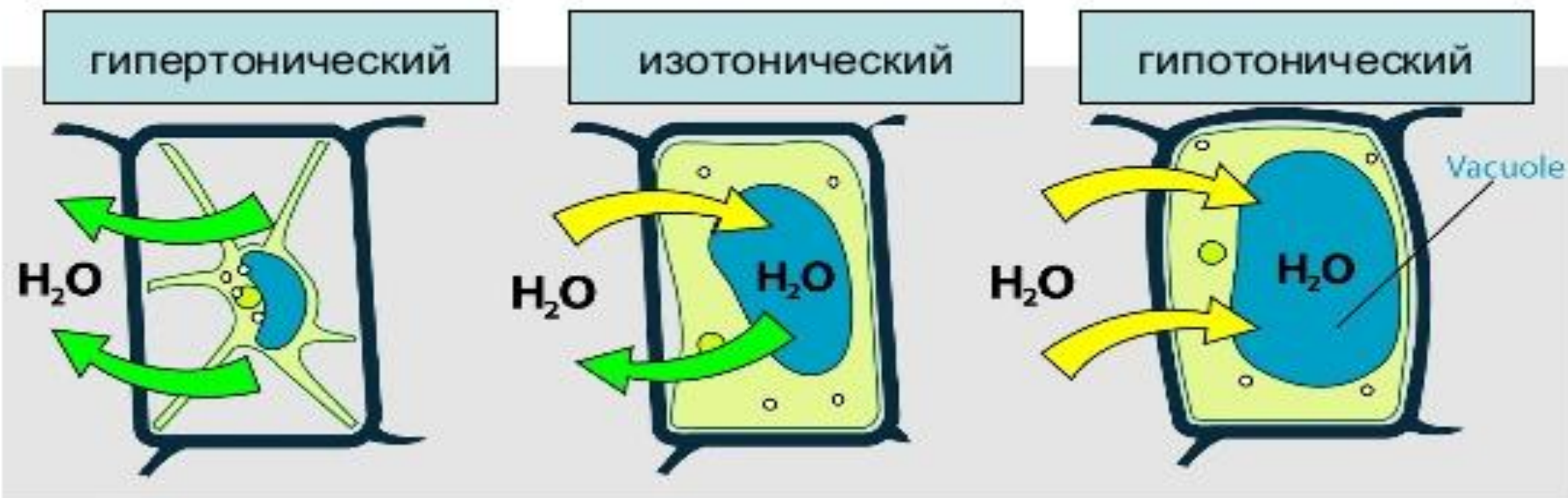
Среды и реакция клетки в них:

Гипотоничный раствор

- Если клетки поместить в среду, где концентрация гидрофильных веществ вне клетки будет существенно меньше, чем внутри (такая среда называется гипотоничной), то клетка в такой среде начнет разбухать, пока не лопнет, вследствие того что фосфолипидов мембраны не хватит на всю ее поверхность.

ПЛАЗМОЛИЗ

ТУРГОР

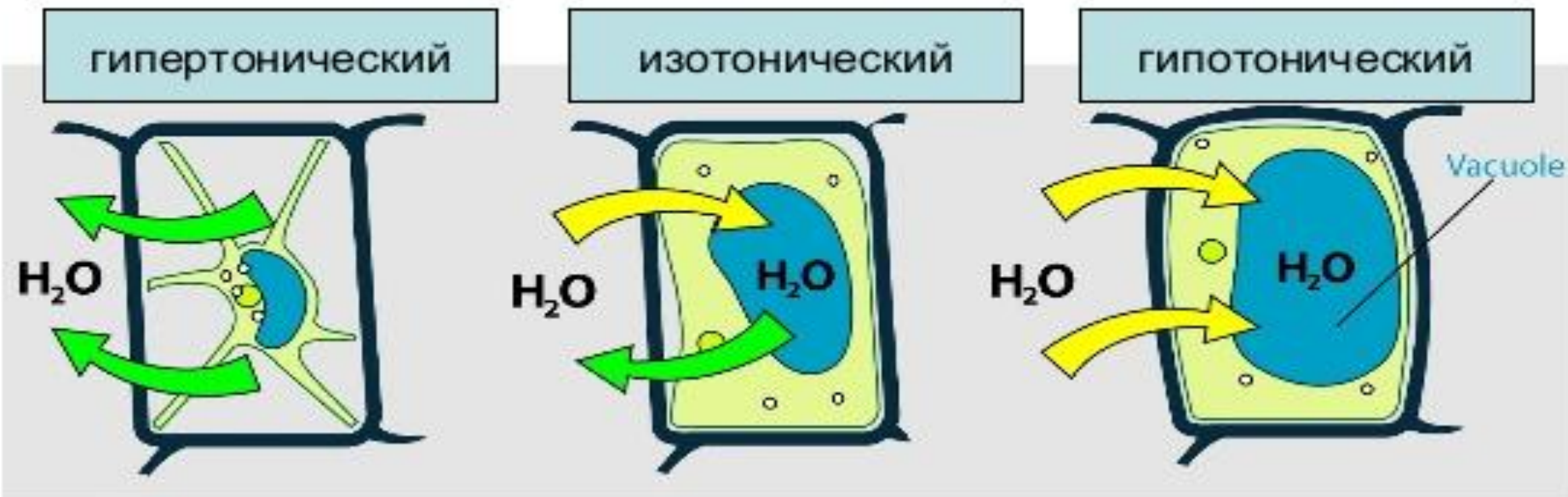


Гипертоничная среда

Если же концентрация гидрофильных веществ во внешней среде будет выше, чем в клетке, т. е. среда будет гипертоничной, то клетка в этой среде начнет терять воду и сдуется(сморщивается).

ПЛАЗМОЛИЗ

ТУРГОР

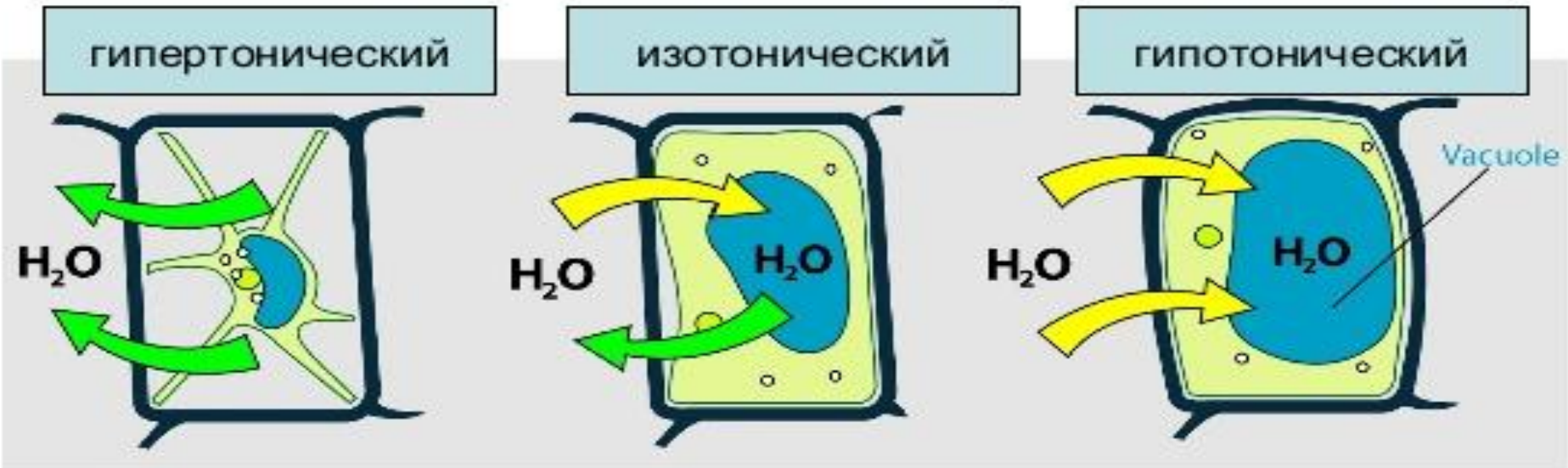


Изотоничный раствор

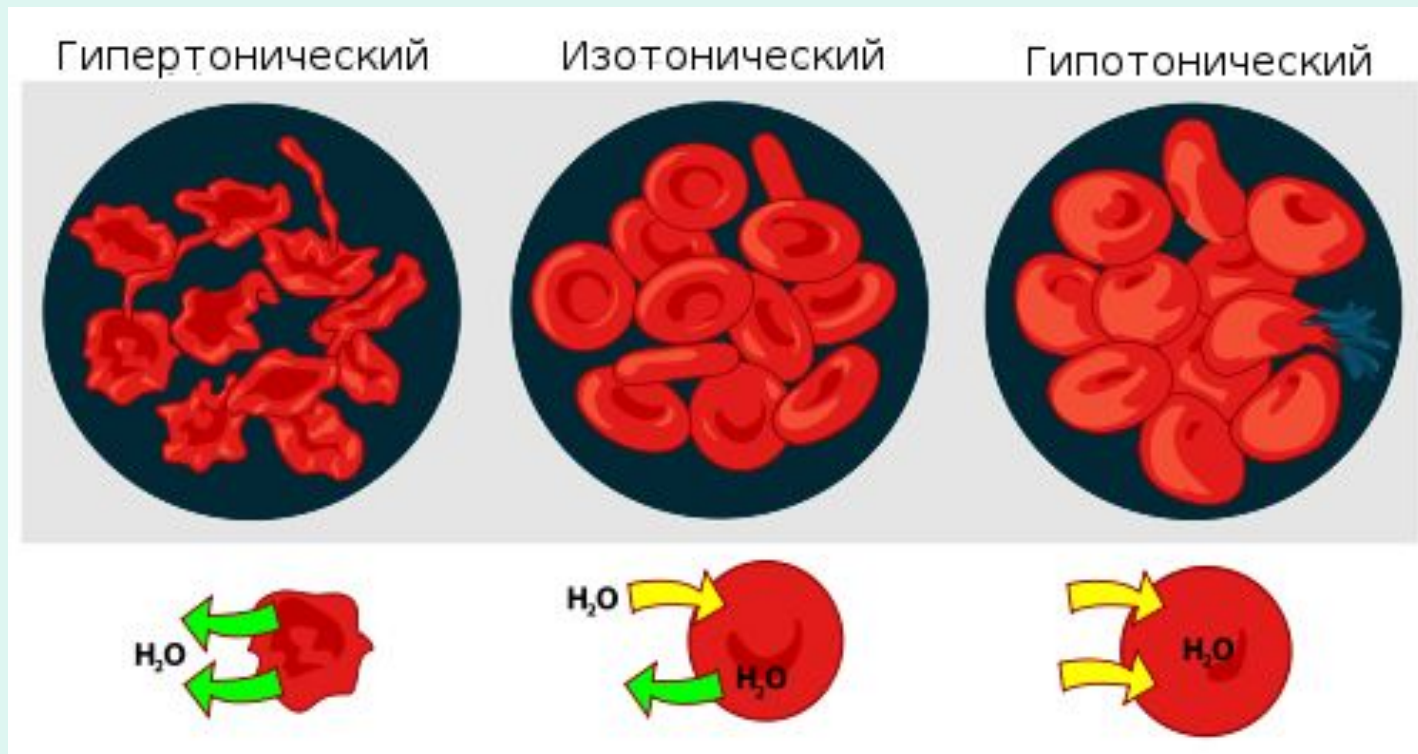
Может быть, вам знакомо такое понятие – физраствор. Это раствор поваренной соли, изотоничный внутренней среде организма, т. е. крови. В нем содержится ровно столько соли, чтобы живые клетки не набухали и не сдувались, а их внутреннее осмотическое давление всегда слегка превосходило осмотическое давление раствора.

ПЛАЗМОЛИЗ

ТУРГОР

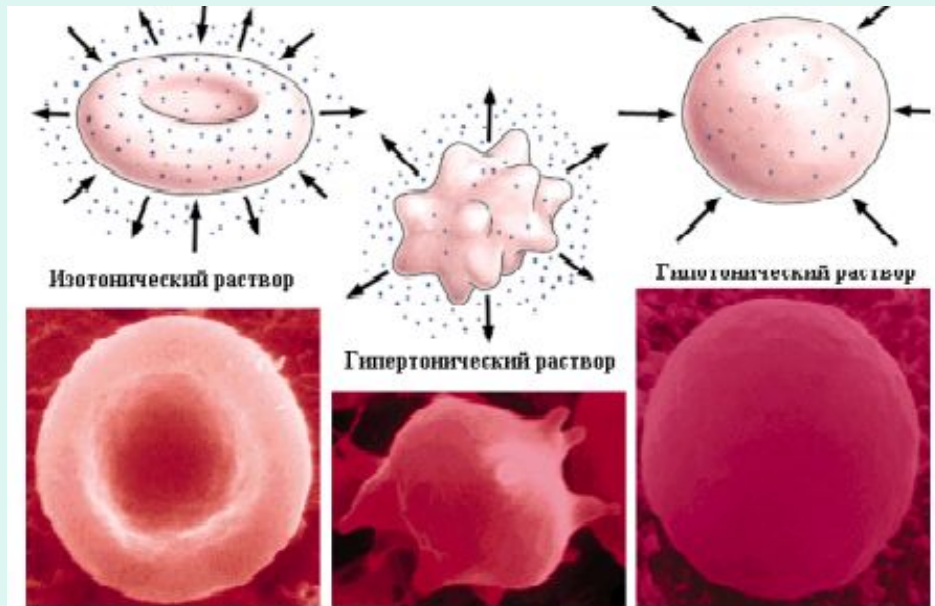


Аналогичную реакцию можно наблюдать со стороны эритроцитов крови при изменении осмотического давления плазмы: при гипертоничности плазмы эритроциты, отдавая воду, сморщиваются, а при гипотоничности плазмы набухают и даже лопаются. Последнее, используется в практике для определения **осмотической стойкости эритроцитов**. Так, изотоничным плазме крови является 0,89% раствор NaCl. Помещенные в этот раствор эритроциты не изменяют формы.



Гемолиз (синоним: гематолиз, эритроцитолиз) — это процесс повреждения эритроцитов, при котором гемоглобин выходит из них в окружающую среду. Кровь или взвесь эритроцитов превращается в прозрачную красную жидкость (лаковая кровь). Гемолиз может происходить в крови (внутрисосудистый гемолиз) либо в клетках ретикулогистиоцитарной системы (внутриклеточный гемолиз).

В норме наблюдается внутриклеточный гемолиз: часть эритроцитов ежедневно разрушается, преимущественно в селезенке, а освободившийся гемоглобин превращается в билирубин.



Гемолиз эритроцитов.

Виды гемолиза:

- Осмотический
- Химический
- Биологический
- Механический
- Температурный: холодовой; тепловой

Осмотический гемолиз происходит в гипотонических растворах.

Механический гемолиз возникает при механическом повреждении мембран эритроцитов (например, при сильном встряхивании пробирки с кровью или прохождении крови через аппараты искусственного кровообращения, гемодиализа).

Термический гемолиз возникает при воздействии на кровь высоких либо низких температур.

Химический, или биологический, гемолиз возникает при разрушении мембран эритроцитов различными химическими веществами (соответственно кислотами и щелочами, либо в результате агглютинации эритроцитов или действия токсинов, фосфолипаз ядов насекомых или пресмыкающихся).

Одной из важных функций мембран является транспорт веществ в клетку и из неё.

Эта функция осуществляется разными путями:
ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

(простая и облегченная диффузия);

АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ.

Пассивный

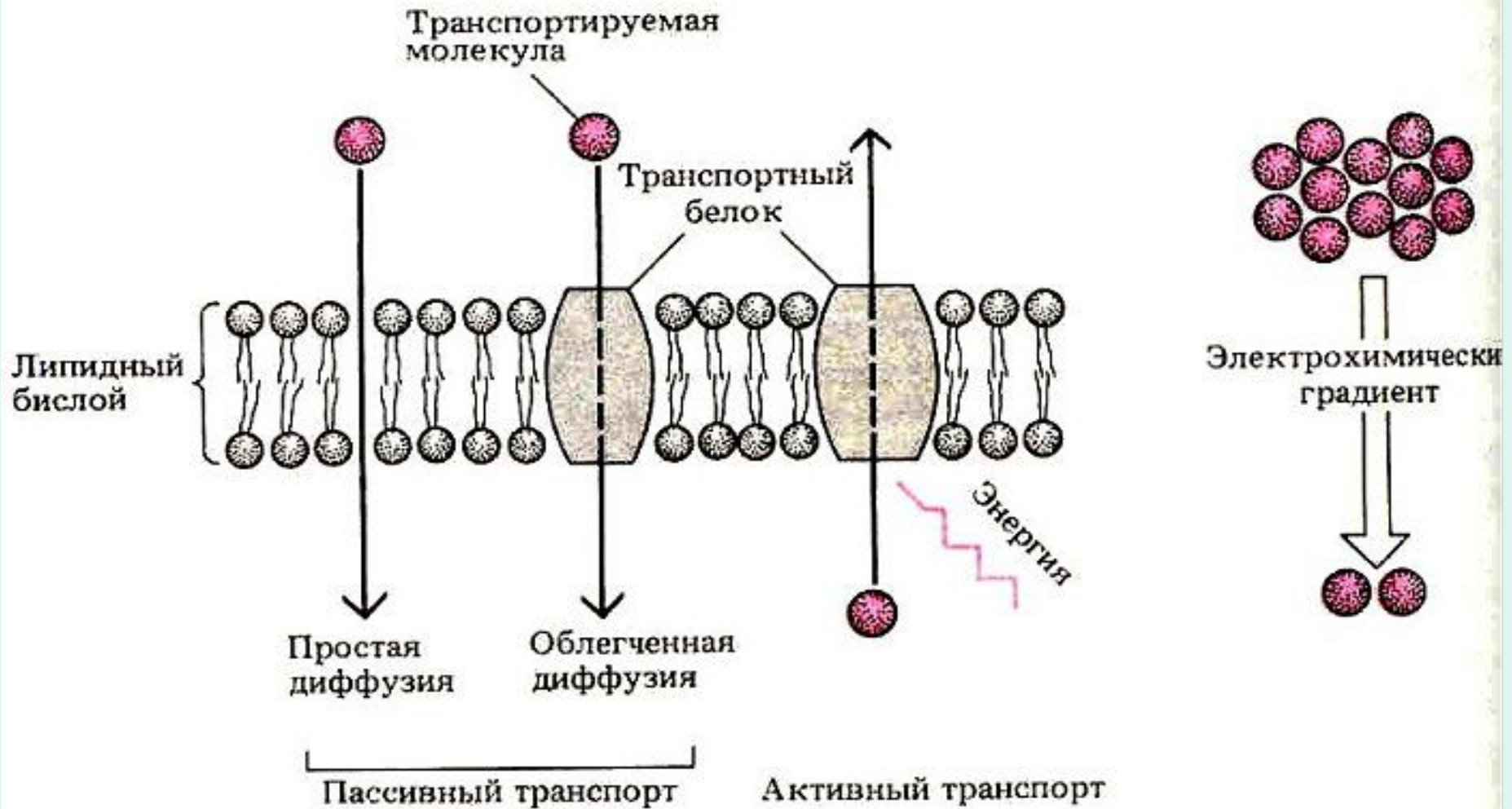
- нейтральная диффузия
- ионная диффузия
- облегченная диффузия

Активный

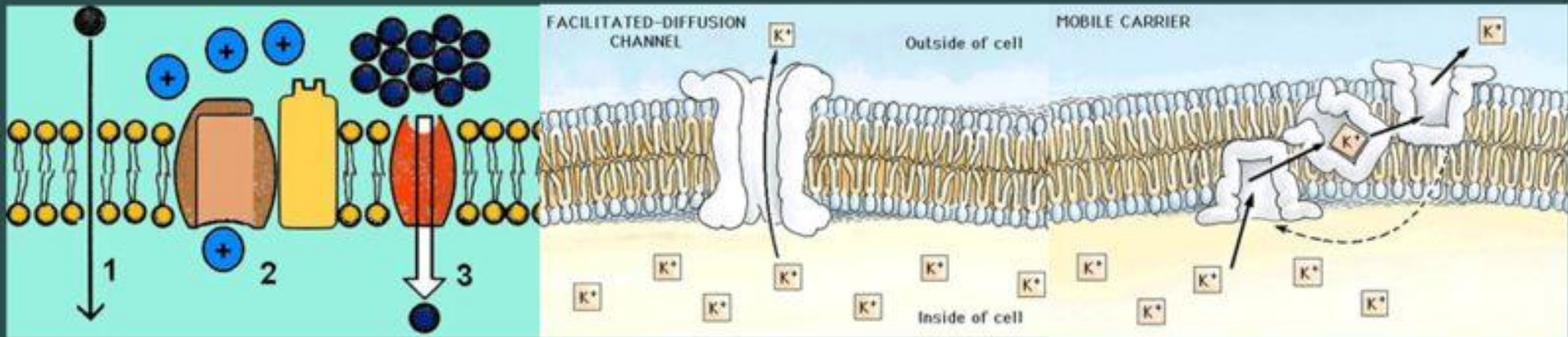
Перенос энергомoleкул с помощью белков – переносчиков с затратой энергии.

Фагоцитоз и пиноцитоз, калий-натриевый насос.

Пути поступления веществ



Пассивный транспорт



Виды пассивного транспорта

Транспорт веществ через липидный бислой (простая диффузия)

Транспорт веществ через мембранные каналы

Транспорт веществ через специальные транспортные белки (облегченная диффузия)

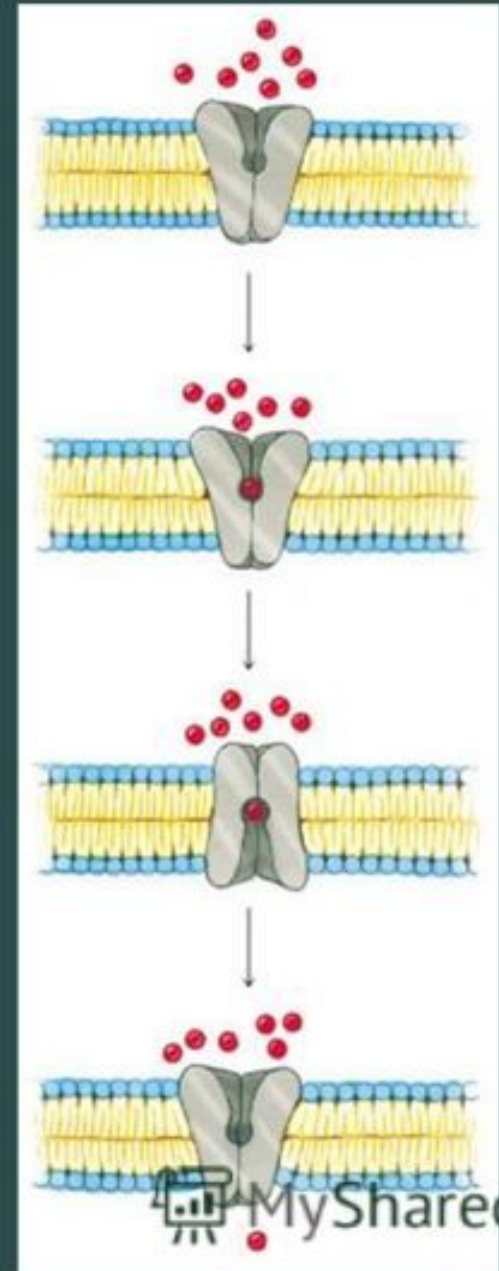
Пассивный транспорт

Облегченная диффузия —

транспорт веществ с помощью специальных транспортных белков, каждый из которых отвечает за транспорт определенных молекул или групп родственных молекул.

Они взаимодействуют с молекулой переносимого вещества и каким-либо способом перемещают ее сквозь мембрану.

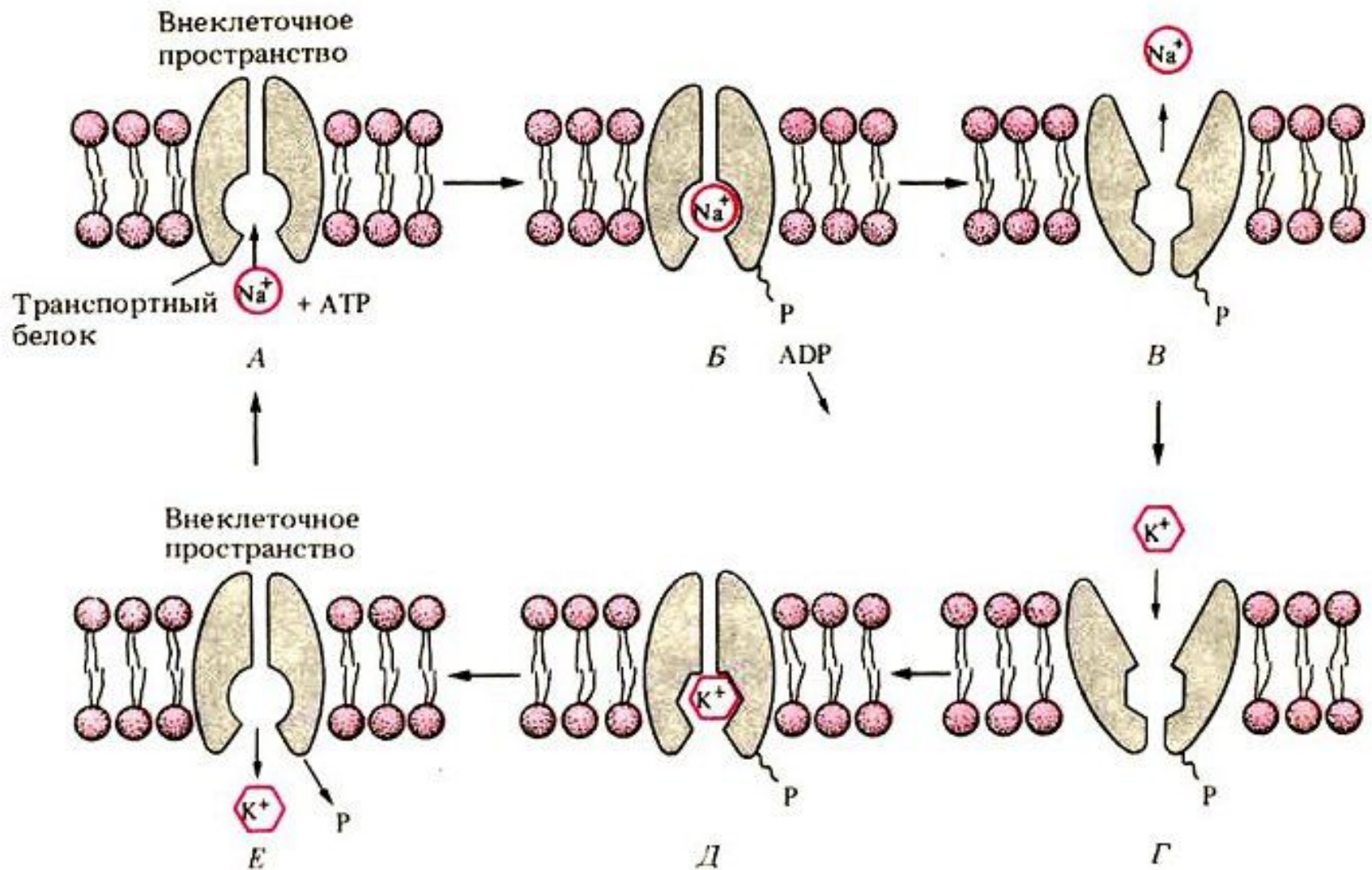
Таким образом в клетку транспортируются сахара, аминокислоты, нуклеотиды и многие другие полярные молекулы.



Активный транспорт

- Перенос, который требует затраты энергии, за счёт гидролиза молекулы АТФ – это – активный транспорт.
- Если скорость диффузии зависит только от разности концентрации самого вещества,
- **то скорость *облегченного и активного транспорта* – также зависит и от концентрации транспортного белка в мембране, (белков пермиаз)**
- **а скорость активного транспорта – еще и от концентрации АТФ.**

Активный транспорт



- Каков механизм поступления достаточно простых молекул, ионов калия и натрия за счет диффузии, т.е. по градиенту своей концентрации наружу и внутрь соответственно. Причем ионы калия делают это в десятки раз быстрее чем натрий:

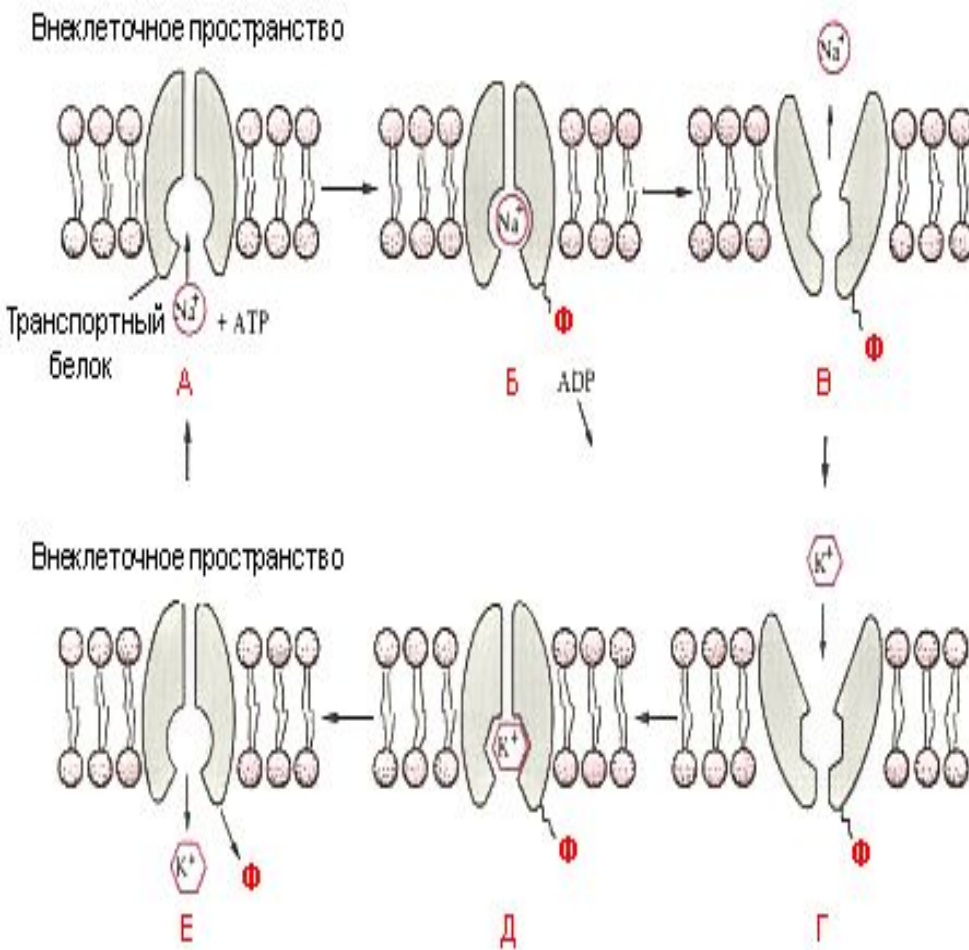
атом калия больше по диаметру и за счет этого его ион меньше притягивает воду, поэтому он менее гидратирован, т. е. окружен меньшим количеством прилипших к нему молекул воды) - и как следствие, эффективный диаметр иона калия в воде меньше, чем иона натрия.

- **Активным транспортом** переносятся не только «тяжелые грузы» – крупные и сложные органические молекулы. **НО** до 30 % всей энергии клеткой затрачивается на поддержание разности концентраций внутри и снаружи неорганических ионов. **Наиболее известный случай** – это так называемый **натрий-калиевый насос**, т.е. сопряженный перенос ионов K и Na
- Концентрация калия в наших клетках составляет около 100–150 ммоль, а в крови и плазме – в 30 раз меньше, всего около 5 ммоль.
- Концентрация натрия, наоборот, составляет 10–20 ммоль внутри и в 15 раз больше – около 145 мм – вовне.

Большинство клеток животных поддерживают разные градиенты концентрации ионов натрия и калия по разные стороны плазматической мембраны: внутри клетки сохраняется низкая концентрация ионов натрия и высокая концентрация ионов калия. Энергия, необходимая для работы Na-K насоса, поставляется молекулами АТФ, образующимися при дыхании.

Модель работы Na-K насоса.

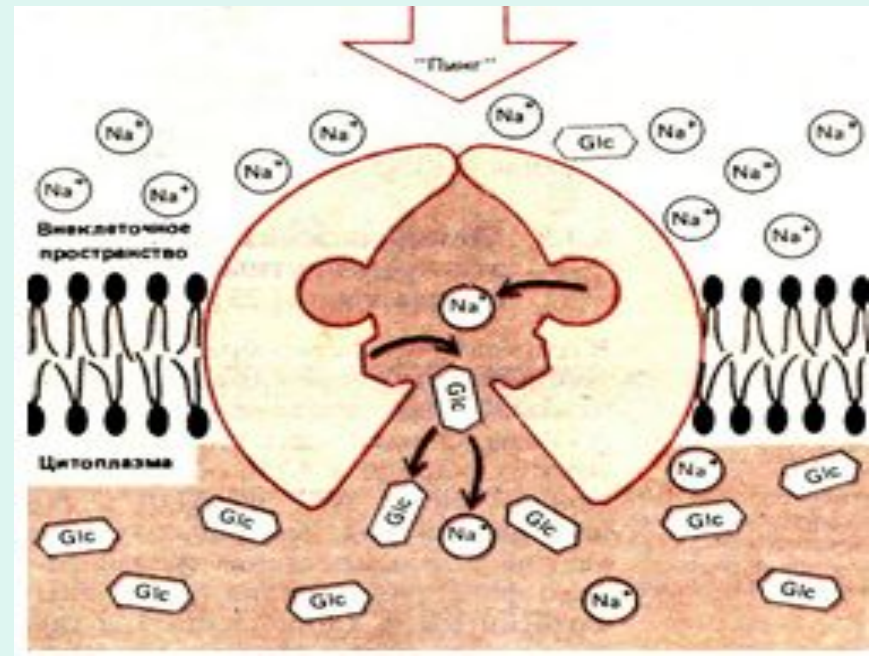
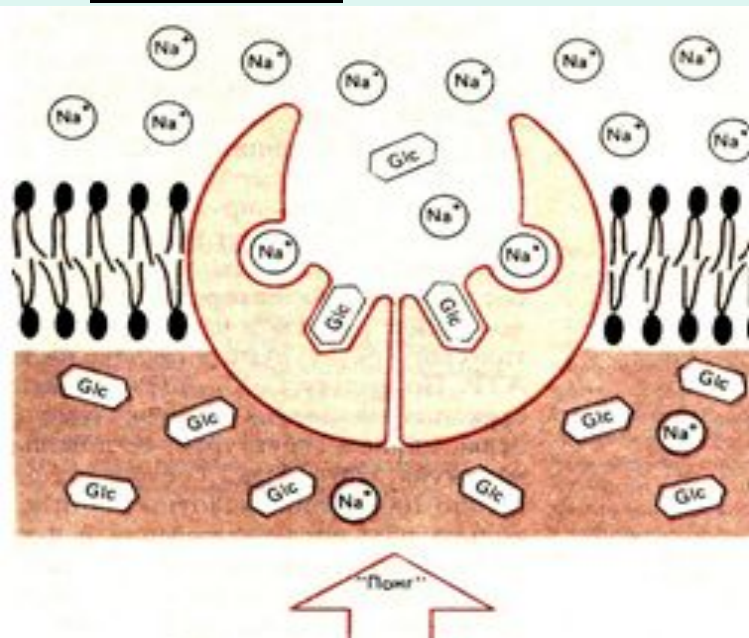
А. Ион натрия в цитоплазме соединяется с молекулой транспортного белка. **Б.** Реакция с участием АТФ, в результате которой фосфатная группа (P) присоединяется к белку, а АДФ высвобождается. **В.** Фосфорилирование индуцирует изменение конформации белка, что приводит к высвобождению ионов натрия за пределами клетки. **Г.** Ион калия во внеклеточном пространстве связывается с транспортным белком (Д), который в этой форме более приспособлен для соединения с ионами калия, чем с ионами натрия. **Е.** Фосфатная группа отщепляется от белка, вызывая восстановление первоначальной формы, а ион калия высвобождается в цитоплазму. Транспортный белок теперь готов к выносу другого иона натрия из клетки.



НО перенос этих ионов не является самоцелью — разница в концентрациях этих ионов используется в самых различных процессах:

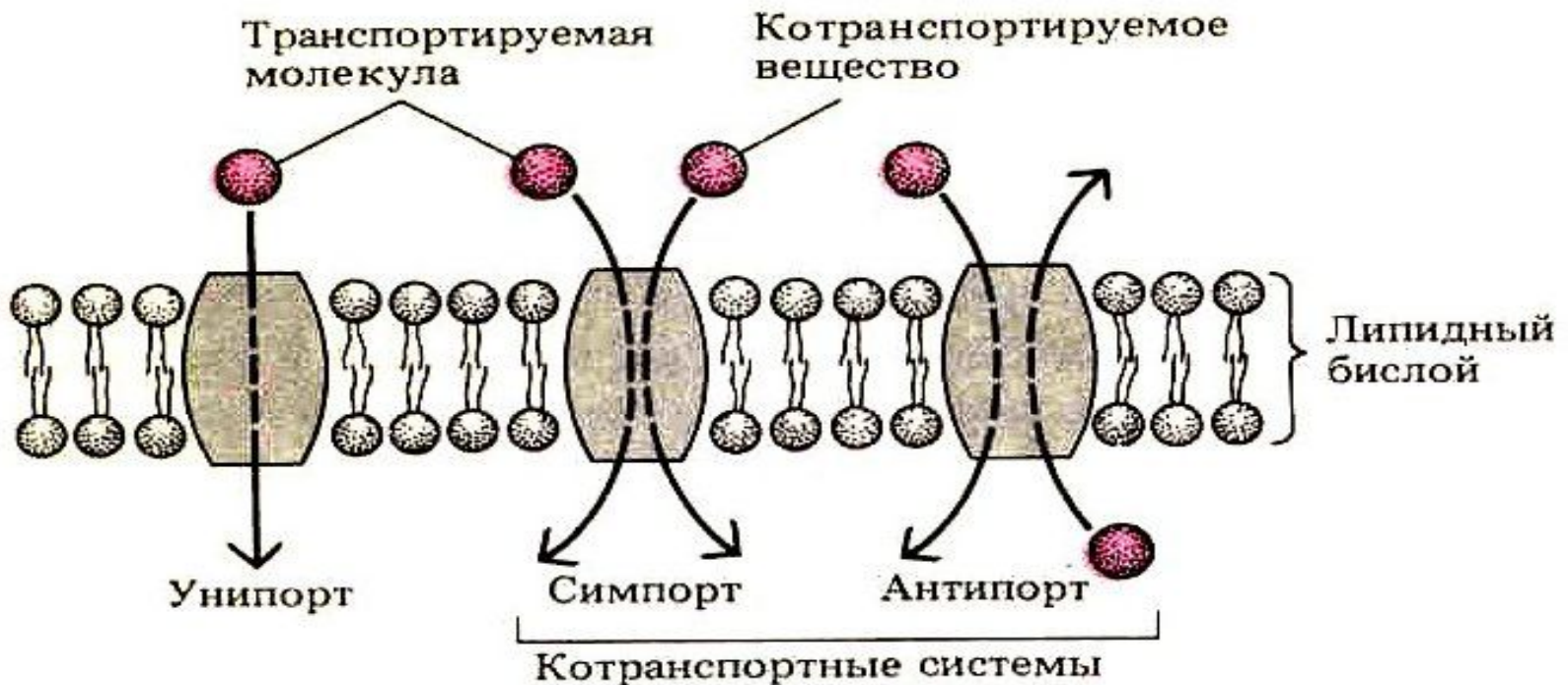
например в организации транспорта глюкозы в клетку. Имеется белок – насос, который перекачивает глюкозу. Это некий трансмембранный белок, имеющий центр, связывающий молекулу глюкозы. Этот белок имеет два состояния: «пинг» – когда он открыт внутрь клетки, и «понг» – когда он открыт наружу. Причем белок переключается между этими состояниями случайным образом и безо всякой затраты энергии.

Однако центр связывания устроен таким образом, что сила связывания молекулы глюкозы напрямую зависит от присутствия ионов натрия в среде. Соответственно молекула глюкозы прочно связывается с белком при большой концентрации ионов натрия, и непрочно – при маленькой. В состоянии «понг» белок открыт наружу клетки, где концентрация натрия гораздо выше, чем внутри. Поэтому в этом состоянии он преимущественно связывается с глюкозой. Если после этого он перейдет в состоянии «пинг» и откроется внутрь клетки, где натрия мало, молекула глюкозы тут же отсоединится от него.

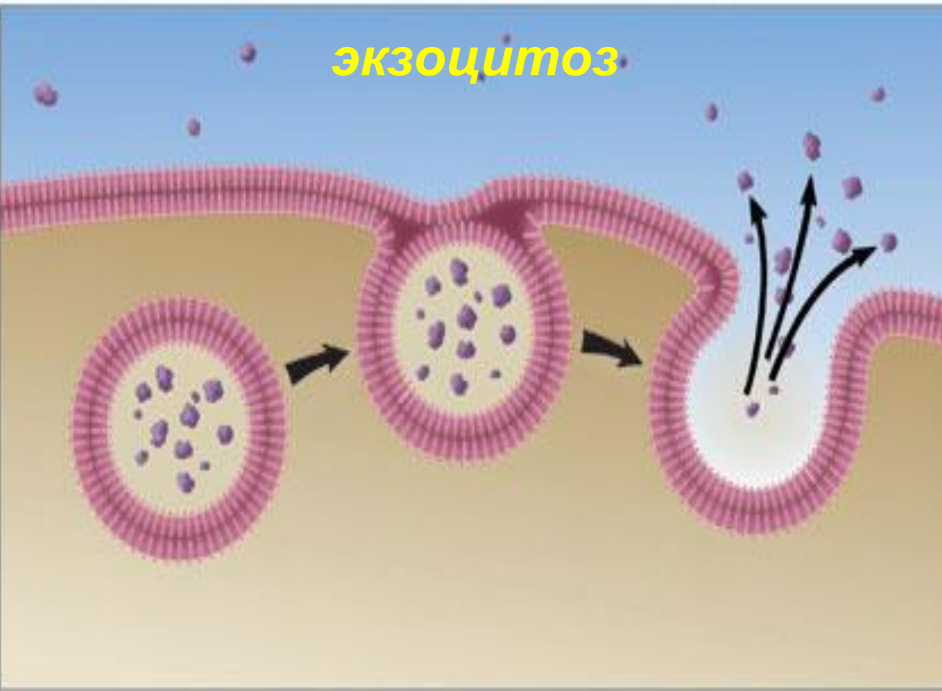


Котранспорт

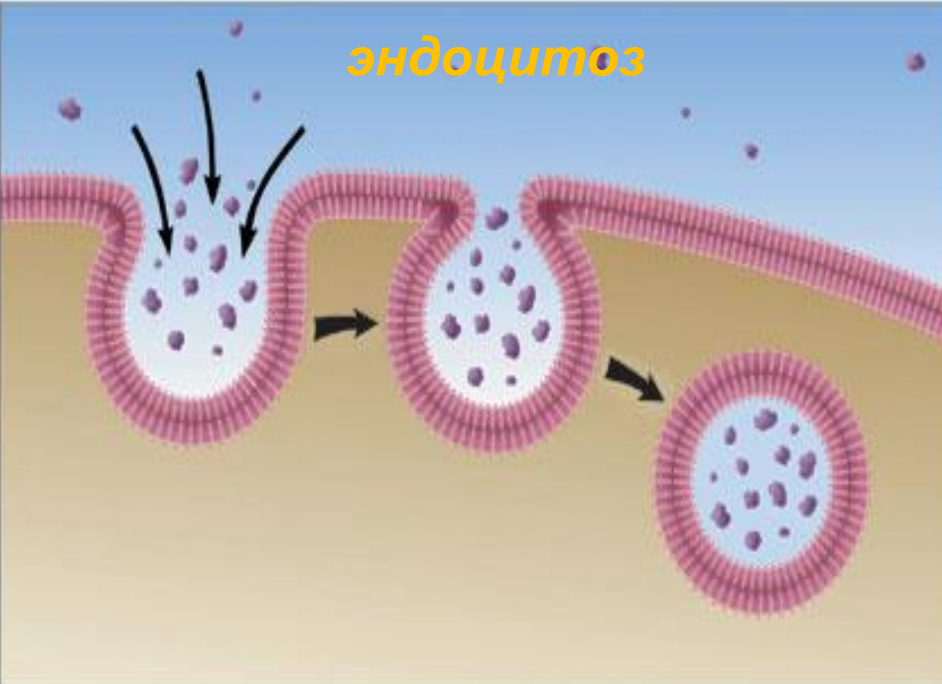
Кроме того, бывают случаи так называемого *котранспорта* – когда *транспорт одного вещества* через мембрану непременно *связан с транспортом другого вещества*, в том же самом или в противоположном направлении, т.е. транспортный белок фактически обменивает одно вещество на другое по разные стороны мембраны.



экзоцитоз



эндоцитоз



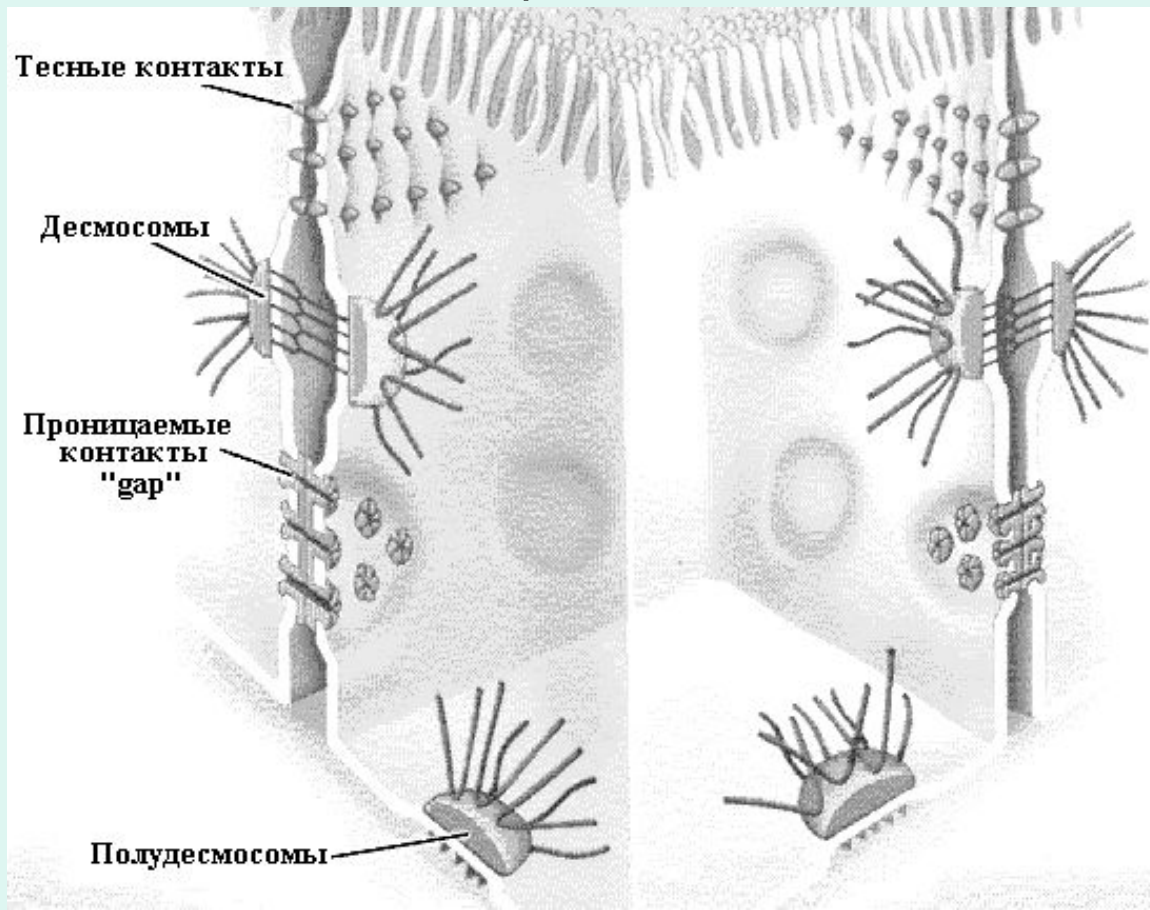
Макромолекулы (белки, полисахариды, капли жиров), а также бактерии, фрагменты клеток, не могут свободно проходить через мембраны даже при присоединении к белкам-переносчикам из-за своих больших размеров. Для них характерен перенос посредством везикул, который может быть трех типов: **эндоцитоз, экзоцитоз и трансцитоз.**

Эндоцитоз делится, в свою очередь, на **фагоцитоз и пиноцитоз.**

Трансцитоз – это форма сквозного переноса макро-молекул в везикулах через цитоплазму клетки, без контакта содержимого пузырька с внутриклеточной средой. Трансцитоз осуществляется путем эндоцитоза с образованием пузырька на одной стороне клетки, миграции пузырька в цитоплазме к другой стороне клетки и высвобождения содержимого пузырька путем экзоцитоза. Так переносятся макромолекулы через кишечный эпителий и эндотелий капилляров.

Клеточная адгезия

В многоклеточном организме одинаковые по строению и функции клетки образуют ткани. В большинстве случаев между клетками, составляющими ткань, образуются постоянные контакты. Эти межклеточные связи осуществляют специализированные структуры, названные **межклеточными контактами**. Контакты осуществляются при помощи комплекса макромолекул, локализованного в межклеточных пространствах и названного межклеточным матриксом.



Плотные контакты (контакты замыкания) - образуются при сильном сближении двух соседних мембран. Мембраны удерживаются в тесной близости специальными белками, которые являются общими для обеих мембран. Они встречаются между эпителиальными клетками, которые ограничивают некоторые полости (полость желчного пузыря).

Контакты слипания - встречаются в эпителиальных клетках вблизи плотных контактов. Эти контакты осуществляются с участием цитоскелета (актиновых филаментов), расстояние между соседними мембранами сохраняется в 15-20 nm.

Десмосомы - обеспечивают прилипание эпителиальных клеток, необходимое для механической устойчивости. Мембраны двух соседних клеток сохраняют индивидуальность, между ними существует пространство в 15-20 nm. Фибриллярный компонент десмосомы представлен кератином (между мышечными клетками сердца) или другими фибриллярными белками в других тканях. Контакты обеспечиваются с помощью промежуточных филаментов соседних клеток, которые, соединяясь друг с другом, образуют единое целое.

Полудесмосомы - структурно схожи с десмосомами, но клеточный контакт обеспечивается специальной структурой внеклеточного матрикса, называемойся базальной мембраной. Характерны для эпителиальных клеток.

Проницаемые контакты (gap) – это цилиндрические каналы, образующиеся между мембранами двух клеток при помощи белка *конексина*. Промежуток между мембранами достигает 2-4 nm. Каналы обеспечивают перенос низкомолекулярных веществ прямо из клетки в клетку по цитоплазматическим мостикам, минуя межклеточную среду, и образуют *синцитий*. Проницаемые контакты встречаются в эмбриональных клетках, в гладкой мускулатуре кишечника, в эпителиальных и соединительных тканях.

Синапс – это специализированный контакт между нервными клетками или между нервной клеткой и мышечной, при помощи которого переносятся нервные импульсы. В химических синапсах мембраны соседних клеток отделены пространством, которое называется *синаптической щелью*, в которую высвобождаются везикулы с нейромедиатором. В электрических синапсах импульс передается при помощи ионов, которые проходят через контакты типа "gap".

Теории эволюции клетки:

1. **Симбиотическая теория.** Органоиды клетки являются потомками прокариот. В ранний период эволюции произошло объединение крупных прокариотических клеток, которые жили за счет брожения с аэробами путем их фагоцитоза
2. **Гипотеза инвагинации.** Эукариотическая клетка произошла от прокариотической путем инвагинации собственной клеточной поверхности в одном или нескольких участках, в результате чего произошли первичные органеллы



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**