

Клетка - элементарная живая система, лежащая в основе строения и развития организмов. История открытия клетки. Основные положения клеточной теории.

Современные методы исследования клетки. Прокариотическая и эукариотическая клетки. Сходства и отличия.

Основные структурные компоненты эукариотической клетки: наружная клеточная мембрана, цитоплазма и ядро. Строение и функции. Органеллы и включения цитоплазмы. Строение и функции. Сходство и различие между растительными и животными клетками.

Цитология (греч. "cytos"-клетка, "logos"-наука) – наука о клетке, изучающая строение и функции клеток, их размножение, развитие и взаимодействие в многоклеточном организме.

Предмет цитологии - клетки многоклеточных животных и растений, а также одноклеточных организмов, к числу которых относятся бактерии, простейшие и одноклеточные водоросли.

Цитология изучает строение и химический состав клеток, функции внутриклеточных структур, функции клеток в организме животных и растений, размножение и развитие клеток, приспособления клеток к условиям окружающей среды.

Современная цитология - наука комплексная. Она имеет самые тесные связи с другими биологическими науками, например с ботаникой, зоологией, физиологией, учением об эволюции органического мира, а также с молекулярной биологией, химией, физикой, математикой. Цитология - одна из относительно молодых биологических наук, ее возраст около 100 лет.

Клетка является основной единицей биологической активности.

Ее изучение тесно связано с открытием и использованием микроскопа и улучшением техники микроскопирования. Первый простой микроскоп появился в конце XVI столетия (1590г.) в Голландии. Он был создан голландскими механиками Гансом и Захарием Янсенами. Корнеллиус Дреббель создал на основе их микроскопа – сложный микроскоп, который получил распространение в Европе, которым и воспользовался Роберт Гук. В 30-х гг XX в был изобретен электронный микроскоп.

Термина "клетка" в середине XVII в. (1665 г. – сочинение «Микрография, или Некоторые физиологические описания мельчайших тел, сделанные посредством увеличительных стекол», т.е. свыше 300 лет) впервые применил английский физик **Роберт Гук**.

Он первым понял и оценил огромное значение микроскопа.

Рассматривая в микроскоп тонкий срез **пробки бузины**, Гук увидел, что она (пробка и сердцевина бузины) состоит из ячеек – эти ячейки он и назвал «клеткой». Фактически он увидел только оболочки растительных клеток.

Позже **Н. Грю**, **М. Мальпиги** (1671), изучая анатомию растений, также обнаружили мельчайшие “ячейки”, “пузырьки” или “мешочки”.

Антони ван Левенгук усовершенствовал микроскоп (увеличение в 270 раз (1674)), что позволило ему увидеть **живые одноклеточные** в капле воды. Кроме того он первым открыл **сперматозоиды** и **эритроциты**.

В этот период главной частью клетки считалась ее стенка, и лишь спустя двести лет стало ясно, что главное в клетке не *стенка*, а внутреннее содержимое.

Академик РАН **Карл Бэр** открыл **яйцеклетку** млекопитающих и установил, что все многоклеточные организмы начинают свое развитие из одной клетки и этой клеткой является зигота.

Лишь в 1825 г. Чешский ученый **Я.Пуркенъ** обратил внимание на полужидкое студенистое содержимое клетки и назвал его протоплазмой. Английский ботаник

Р.Броун в 1831г. обнаружил **ядро**.

Немецкий ботаник **М.Шлейден** пришел к заключению, что все растительные клетки содержат ядро.

Однако уровень знаний о клетке, достигнутый в XVII в., существенно не изменился до начала XIX в. В дальнейшем по мере усовершенствования микроскопа и техники микроскопирования накапливались и сведения о клетках животных и растений. На их основе складывались представления о клеточной организации всего органического мира.

Опираясь на многочисленные данные и собственные исследования, немецкий ботаник *Маттиас Шлейден* сделал важный вывод о клеточной организации растений. Немецкий зоолог *Теодор Шванн* на основе исследований зоологических объектов и данных его предшественников утвердил важнейшее достижение теоретической биологии: клетка является элементарной единицей строения и развития всех растительных и животных, организмов (1839).

Обобщив многочисленные данные и собственные исследования ботаник *Маттиас Шлейден* и физик *Теодор Шванн* в 1838-1839гг. сформулировали **клеточную теорию** (в 1839 году в работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений»).

Основными исходными положениями **клеточной теории** были следующие:

- все ткани состоят из клеток;
- клетки растений и животных имеют общие принципы строения, так как возникают одинаковыми путями;
- каждая отдельная клетка самостоятельна, а деятельность организма представляет собой сумму жизнедеятельности отдельных клеток.

Но они ошибочно считали, что клетки в организме возникают путем новообразования из первичного неклеточного вещества. Это представление было опровергнуто (1858г.) немецким ученым *Рудольфом Вирховым*: клетка может происходить только от клетки в результате ее деления. Именно он показал, что развитие патологических процессов в организме связано с нарушением жизнедеятельности клеток.

Изучение химической организации клетки привело к выводу, что именно химические процессы лежат в основе ее жизни, что клетки всех организмов сходны по химическому составу, у них однотипно протекают основные процессы обмена веществ. Данные о сходстве химического состава клеток еще раз подтвердили единство всего органического мира.

Клеточная теория – это обобщенные представления о строении клеток как единиц живого, об их размножении и роли в формировании многоклеточных организмах.

Суть: все организмы, как растительные, так и животные, начиная с низших и кончая самым высокоорганизованными, состоят из простейших элементов – клеток.

Основные положения клеточной теории (по Ченцову Ю.С., 2004).

1. **Клетка – элементарная структурно-функциональная единица живого**, вне клетки нет жизни.
2. Клетка — единая система, включающая множество закономерно связанных друг с другом элементов, представляющих собой определенное целостное образование, состоящее из сопряженных функциональных единиц — органелл или органоидов.
3. **Все клетки гомологичны (сходны) по своему строению, химическому составу и основным свойствам.**
4. Клетки увеличиваются в числе путем **деления исходной клетки** после удвоения ее генетического материала (ДНК): клетка от клетки.
5. **Многоклеточный организм** представляет собой новую систему, сложный ансамбль из множества клеток, объединенных и интегрированных в системы тканей и органов, связанных друг с другом с помощью химических факторов, гуморальных и нервных (молекулярная регуляция).
6. Клетки многоклеточных организмов тотипотентны, т.е. обладают генетическими потенциями всех клеток данного организма, равнозначны по генетической информации, но отличаются друг от друга разной экспрессией (работой) различных генов, что приводит к их морфологическому и функциональному разнообразию — к дифференцировке.

Клеточная теория, будучи важнейшим достижением естествознания, обосновав единство клеточной организации и общность происхождения растений и животных, сыграла огромную роль в развитии всех разделов биологии, особенно гистологии, эмбриологии, физиологии клетки, эволюционного учения, генетики. На ее основе сложилось и развивалось учение о болезненных процессах у животных, растений и человека. Открытие клетки и создание клеточной теории помогло объяснить основные закономерности живой природы с материалистических позиций.

Таким образом, клетка – это элементарная открытая биологическая система, способная к самообновлению, самовоспроизведению и развитию.

Методы исследования клетки: микроскопирование (световой и электронный микроскоп).

В связи с этим на сегодняшний день для изучения клеток используется:

1. световая микроскопия
2. электронная микроскопия.
3. метод фракционирования клеток
4. рентгеноструктурный анализ
5. прижизненное изучение клеток
6. Изучение фиксированных клеток
7. микрохирургия
8. прижизненное окрашивание
9. цитофизиологический метод
10. метод культуры тканей.

Световая микроскопия. С помощью световой микроскопии можно изучать как живые, так и мертвые (фиксированные) биологические объекты, окрашенные специфическими красителями. Дифференцированная окраска клеточных структур позволяет детально изучать их строение. Современные световые микроскопы могут иметь увеличение до 3000.

Фазово-контрастная микроскопия. Отдельные структуры клетки незначительно отличаются друг от друга по плотности и светопреломлению. Используя фазово-контрастный микроскоп, можно получить более контрастное изображение объекта.

Флуоресцентная микроскопия. При изучении живых клеток применяют флуоресцирующие красители. Поглощая световую энергию, вещества способны светиться. Это явление используют, изучая структуры и локализацию органелл или химических веществ в клетках с помощью ультрафиолетовых люминесцентных микроскопов.

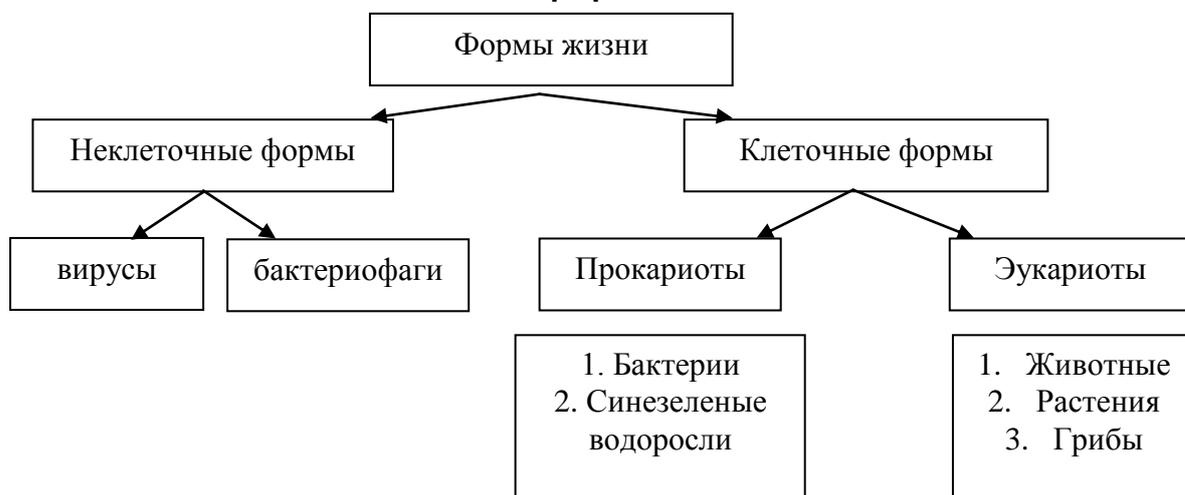
Электронная микроскопия. В электронном микроскопе используют не свет, а поток электронов, проходящий через электромагнитные поля. С помощью электронного микроскопа можно получить увеличение более 250 000 и рассмотреть тонкие клеточные структуры, которые нельзя увидеть с помощью светового микроскопа. Для получения трехмерных изображений клеток применяют сканирующий электронный микроскоп.

Дифференциальное центрифугирование. Применяется для изучения состава и функции тех или иных клеток. Оболочку изучаемых клеток разрушают и помещают в центрифугу. Изменяя число ее оборотов в единицу времени, отделяют органеллы клетки друг от друга. Это основано на том, что различные клеточные органеллы и включения имеют различную плотность. При очень быстром вращении в специальном приборе – ультрацентрифуге – органеллы тонко измельченных клеток выпадают в осадок из раствора, располагаясь в соответствии со своей плотностью: более плотные компоненты осаждаются при более низких скоростях, а менее плотные – при более высоких. Эти слои разделяются и изучаются отдельно. После центрифугирования проводят химический анализ фракций. Таким образом ученые выяснили химический состав ядра, митохондрий и других органелл.

Цитохимические методы. Они позволяют определить локализацию и количественное содержание различных химических веществ в клетке после окрашивания специальными реактивами, избирательно действующими на клеточные структуры.

Метод автордиографии или метод меченых атомов. Этот метод позволяет проследить жизненный цикл клетки, изучить ее строение и функции отдельных органелл благодаря использованию меченых радиоактивных изотопов (^3H , ^{32}P , ^{14}C), которые вводятся в клетку. Затем их обнаруживают на фотоэмульсии, нанесенной на препарат. В тех местах, где находились радиоизотопы, фотоэмульсия засвечивается. Данный метод применяется при изучении биохимических процессов, происходящих в клетках, т.к. позволяет проследить за определенным химическим веществом, установить последовательность этапов его химических превращений, продолжительность их во времени, зависимость от условий и т.д.

Основные формы жизни



На Земле существует две **формы жизни**: первая представлена вирусами и фагами, не имеющими клеточного строения – неклеточные формы жизни. **Вторая группа**, самая многочисленная, имеет клеточное строение.

Неклеточные формы жизни

Вирусы – это неклеточные формы жизни, которые являются облигатными паразитами, т.е. они могут функционировать только внутри одно- или многоклеточных организмов.

Первый вирус – **вирус мозаичной болезни табака**, поражающий **хлоропласты** растительных клеток, открыл в **1892 г.** русский ученый Дмитрий Иосифович **Ивановский**.

Он получил инфекционный экстракт из растений табака, пораженных мозаичной болезнью. Когда такой экстракт пропустили через фильтр, способный удерживать бактерии, отфильтрованная жидкость все еще сохранила способность инфицировать. Он определил их свойства: они столь малы, что проходят через фильтры, и их невозможно, в отличие клеток, выращивать на искусственных питательных средах. Лишь с помощью электронного микроскопа удалось увидеть эти мельчайшие из живых существ и оценить многообразие их форм.

В 1898 году голландец Бейрик придумал новое слово «вирус» (от латинского слова обозначающего – яд). Это субмикроскопические доклеточные формы жизни, способные проникать в живые клетки и воспроизводиться внутри них. Они проявляют характерные для живой природы признаки, только находясь в другом живом организме, являясь внутриклеточными паразитами на генетическом уровне.

Примерами вирусных заболеваний человека являются: грипп, герпес, геморрагическая лихорадка, гепатит, краснуха, ветряная оспа, корь, полиомиелит, таежный энцефалит, вирус иммунодефицита человека (ВИЧ).

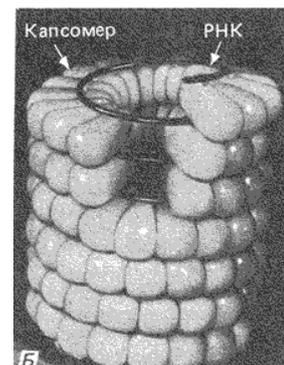
Строение.

Вирусы могут быть:

- Чаще РНК-содержащими - **ретровирусы** (грипп, корь, бешенство, энцефалит, краснуха, вирус иммунодефицита человека - ВИЧ и др.).
- Реже ДНК-содержащими (аденовирус, герпес, оспа).
- Простыми (РНК-вирус мозаичной болезни табака) – оболочка представлена капсидом.
- Сложными (ВИЧ, герпес) – оболочка представлена суперкапсидом.

Вирусы устроены очень просто. Они состоят из

- фрагмента **генетического материала**: либо ДНК либо РНК, составляющей сердцевину вируса,



- **капсида** - окружающая эту сердцевину белковая оболочка. В ее состав дополнительно могут входить липиды и углеводы.

Размножение вирусов.

1. Прикрепление вируса к клетке-хозяина,
2. Проникновения внутрь.
3. Встраивают свою генетическую информацию в ДНК-хозяина.
4. Далее нуклеиновая кислота вируса может вести себя по-разному:
 - может реплицироваться вместе с ДНК клетки-хозяина, а затем синтезировать вирусные белки, при этом синтез собственных белков клетки-хозяина подавляется.
 - Либо может встраиваться в ДНК хозяина и оставаться в таком состоянии в течение нескольких поколений, реплицируясь вместе с ДНК хозяина.

Если вирусная генетическая информация – РНК (**ретровирусы**) то в результате обратной транскрипции (при участии фермента обратной транскриптазы) вначале образуется вирусная ДНК, а затем она встраивается в ДНК-хозяина.

5. По окончании синтеза белков и нуклеиновых кислот вируса в клетке-хозяина происходит сборка вирусных частиц и выход их из клетки. При этом вирусы могут «забирать» фрагмент ДНК хозяина. После нескольких таких циклов клетка погибает. При заражении некоторыми вирусами, клетки не разрушаются, а наоборот начинают усиленно делиться.

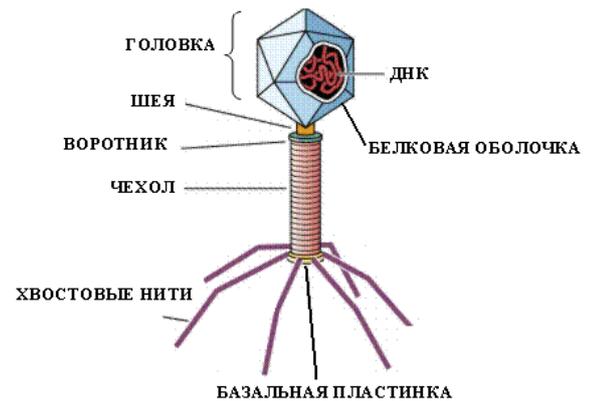
Бактериофаги.

Это вирусы, поражающие клетки бактерий. Впервые были описаны в 1915г. Фредериком Туортом.

Тело бактериофага состоит из **белковой головки**, в центре которой находится вирусная ДНК, и **хвостика**, покрытого сократительным чехлом со спиральной симметрией. На конце хвоста располагаются хвостовые отростки, служащие для закрепления на поверхности клетки бактерии, и фермент, разрушающий бактериальную стенку.

По каналу в хвостике вирус выплескивает исключительно ДНК в клетку бактерии и подавляет синтез бактериальных белков, вместо которых синтезируются ДНК и белки вируса. В клетке происходит сборка новых вирусов, которые покидают погибшую бактерию и внедряются в новые.

Бактериофаги могут использоваться как лекарства против возбудителей инфекционных заболеваний (холеры, брюшного тифа и др.).



ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРУСОВ.

Вирусы – это мельчайшие живые организмы, размеры которых варьируют от 20 до 300 нм; в среднем они в 50 раз меньше бактерий.

Вирусы находятся на самой границе между живым и неживым, и это лишний раз напоминает, что существует непрерывный спектр все возрастающей сложности, которая начинается с простых молекул и кончается сложнейшими замкнутыми системами клеток.

Предполагают, что вирусы произошли из «беглой» нуклеиновой кислоты, то есть, нуклеиновой кислоты, которая приобрела способность реплицироваться независимо от клетки, из которой она возникла, хотя подразумевается, что такая нуклеиновая кислота реплицируется с использованием структур этой или другой клетки.

Таким образом, вирусы, должно быть, произошли из клеточных организмов, и их не следует рассматривать как примитивных предшественников клеточных организмов.

Строение.

Вирусы могут быть:

- простыми (РНК-вирус мозаичной болезни табака) – оболочка представлена капсидом.
- сложными (ВИЧ, герпес) – оболочка представлена суперкапсидом.
- ДНК-содержащие вирусы
- РНК-содержащие вирусы.

Вирусы устроены очень просто. Они состоят из фрагмента генетического материала, либо ДНК (аденовирус, герпес, оспа) либо РНК (грипп, корь, бешенство, энцефалит, краснуха и др.), составляющей сердцевину вируса и окружающей эту сердцевину белковой оболочки (а иногда дополнительной липидной), которую называют **капсидом**, он состоит из отдельных субъединиц. Каждый вирус характеризуется упорядоченным расположением субъединиц. Капсид предохраняет нуклеиновую кислоту от повреждения и содержит рецепторы обеспечивающие прикрепление вирусных частиц к клетке. Белки капсида обу-

славивают ферментативные и антигенные свойства вирусов. Полностью сформированная инфекционная частица называется **вирионом**. У некоторых вирусов, таких как вирус герпеса или гриппа, есть еще дополнительная оболочка, которая возникает из плазматической мембраны клетки – хозяина.

Наружной плазматической мембраны, цитоплазмы и оргanelл - вирусы не имеют.

Вирусы могут существовать в виде – внеклеточная форма (у некоторых вирусов в виде кристаллов). В таком состоянии они не размножаются (состояние покоя), не проявляют никаких признаков жизни и могут сохраняться длительное время, устойчивы к воздействию низких температур, высушиванию, высоким дозам радиации. Но при внедрении в живую клетку, начинают размножаться – внутриклеточная.

Вирусы могут воспроизводить себя только внутри живой клетки, поэтому они являются облигатными паразитами.

Размножение вирусов начинается с прикрепления вирионов к определенным клеткам-хозяина и проникновения внутрь. Проникая в клетку, они встраивают свою генетическую информацию в ДНК-хозяина.

Далее нуклеиновая кислота вируса может вести себя по-разному:

- Нуклеиновая кислота вируса может реплицироваться и заставить клетку-хозяина синтезировать вирусный белок, при этом синтез собственных белков клетки-хозяина подавляется.
- Либо может встраиваться в ДНК хозяина и оставаться в таком состоянии в течение нескольких поколений, реплицируясь вместе с ДНК хозяина.

Если вирусная генетическая информация – РНК, то в результате обратной транскрипции (при участии фермента обратной транскриптазы) вначале образуется вирусная ДНК, а затем она встраивается в ДНК-хозяина. Такие вирусы называются - **ретровирусами**.

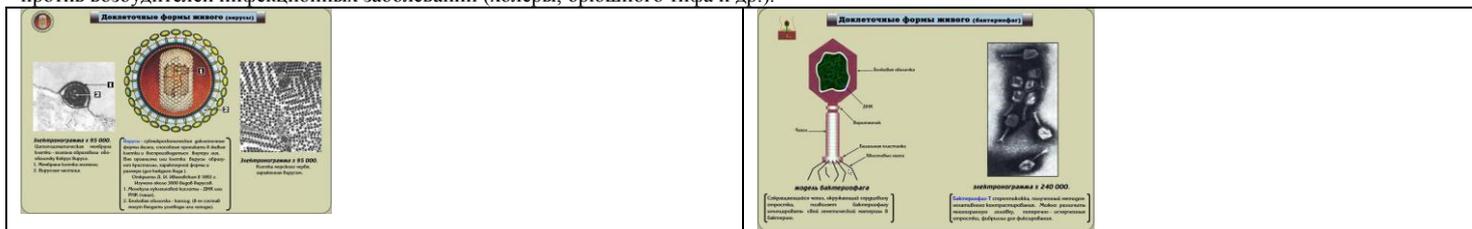
По окончании синтеза белков и нуклеиновых кислот вируса в клетке хозяина происходит сборка вирусных частиц и выход их из клетки. После нескольких таких циклов клетка погибает. При заражении некоторыми вирусами, клетки не разрушаются, а наоборот начинают усиленно делиться.

Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) – это ретровирус, генетический материал которого представлен двумя молекулами РНК и ферментом обратная транскриптаза, который обеспечивает прохождение обратной транскрипции в **клетках-мишенях-лимфоцитах**. Длинный вирус может долго себя не проявлять, при этом при делении клеток передается дочерним клеткам. При каких-либо условиях он может активироваться и начать синтез вирусных белков.

Наиболее чувствительны к вирусу ВИЧ – Т-лимфоциты крови, которые в норме отвечают за иммунитет. В результате их поражения иммунитет снижается

Бактериофаги.

Это вирусы, поражающие клетки бактерий. Впервые были описаны в 1915г. Фредериком Туортом. Тело бактериофага состоит из белковой головки, в центре которой находится вирусная ДНК, и хвостика, покрытого сократительным чехлом со спиральной симметрией. На конце хвоста располагаются хвостовые отростки, служащие для закрепления на поверхности клетки бактерии, и фермент, разрушающий бактериальную стенку. По каналу в хвостике вирус выплескивает исключительно ДНК в клетку бактерии и подавляет синтез бактериальных белков, вместо которых синтезируются ДНК и белки вируса. В клетке происходит сборка новых вирусов, которые покидают погибающую бактерию и внедряются в новые. Бактериофаги могут использоваться как лекарства против возбудителей инфекционных заболеваний (холеры, брюшного тифа и др.).



Клеточные формы жизни

Прокариотическая и эукариотическая клетки.

Среди организмов, имеющих клеточное строение, выделяют два типа организации клеток: **прокариоты** (бактерии и сине-зеленые водоросли) и **эукариотические** (все остальные), к которым относятся 3 царства: животные, растения, грибы.

Строение клеток прокариот.

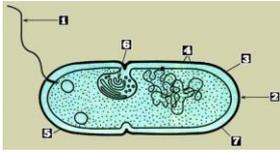
Прокариоты (от греч. *про* – до и *карион* – ядро) – это доядерные клетки не имеющие оформленного ядра.

Прокариоты появились на Земле около 3,5 млрд лет назад и были, вероятно, первой клеточной формой жизни, дав начало современным прокариотам и эукариотам.

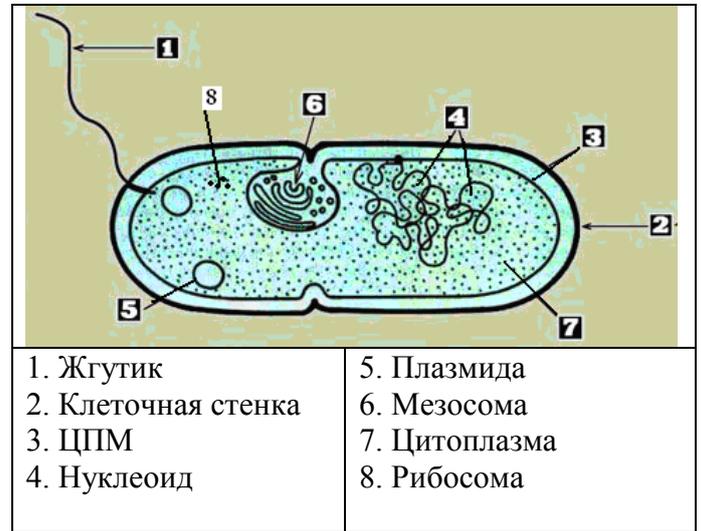
Клетки прокариот имеют небольшие размеры, их диаметр составляет **0,3–5–10** мкм. ($1\text{мм}=10^3\text{мкм}=10^6\text{нм}$).

Строение прокариот (рис.1).

1. нуклеоид
2. цитоплазма
3. плазматическая мембрана
4. клеточная стенка.



Основной генетический материал находится непосредственно в цитоплазме в виде **кольцевой молекулы ДНК**. Эта молекула – **нуклеоид** - не окружена ядерной оболочкой, характерной для эукариот, и прикрепляется к плазматической мембране.



В цитоплазме прокариот можно обнаружить:

- Плазмиды – это небольшая кольцевая молекула ДНК, лежащие вне нуклеоида. Плазмиды могут перемещаться из одной клетки в другую и встраиваться в основную молекулу ДНК.
- Органеллы (органойды) у прокариот незначительны, у них нет мембранных органелл.
 - **Мезосомы** – выросты плазматической мембраны, содержащие ферменты, участвующие в фотосинтезе, в процессах дыхания, синтезе ДНК и секреции белка.
 - **Рибосомы 70 S** типа («мелкие») – немембранные органеллы не связанные с мембранными структурами, участвующие в синтезе белков.

С наружной стороны плазматической мембраны всех прокариот (за исключением микоплазм) находится **клеточная стенка**. Она состоит из комплексов **белков и олигосахаридов**, уложенных слоями, защищает клетку и поддерживает ее форму. От плазматической мембраны она отделена небольшим межмембранным пространством.

Размножаются прокариоты обычно путем деления надвое (**бинарным**). Делению предшествует очень короткая стадия удвоения, или репликации, хромосом. Так что прокариоты – гаплоидные организмы.

К прокариотам относятся бактерии и синезеленые водоросли (цианобактерии).

Бактерии по форме делятся на округлые - кокки, извитые – вибрионы, палочковидные бациллы, спиральные – спироиллы.

Примеры бактерий человека:

- Кишечная палочка – живет в кишечнике человека (симбиоз по типу мутуализма), «помогает» переваривать клетчатку, участвует в синтезе витаминов В, К, др.
- Стафилококки и стрептококки – вызывают воспалительные заболевания человека.
- Холерные вибрионы – возбудители **холеры**.
- Спирохеты - возбудители сифилиса, возвратного **тифа**, лептоспироза и др.
- Туберкулезная палочка – возбудитель **туберкулеза**.
- Чумная палочка – возбудитель **чумы**.
- и др.

Некоторые прокариоты имеют выросты плазматической мембраны: *мезосомы, ламеллярные тилакоиды, хроматофоры*. В них сосредоточены ферменты, участвующие в фотосинтезе и в процессах дыхания. Кроме того, мезосомы ассоциированы с синтезом ДНК и секрецией белка.

Клетки прокариот имеют небольшие размеры, их диаметр составляет 0,3–5 мкм. С наружной стороны плазматической мембраны всех прокариот (за исключением микоплазм) находится *клеточная стенка*. Она состоит из комплексов белков и олигосахаридов, уложенных слоями, защищает клетку и поддерживает ее форму. От плазматической мембраны она отделена небольшим межмембранным пространством.

В цитоплазме прокариот обнаруживаются только немембранные органеллы *рибосомы*. По структуре рибосомы прокариот и эукариот сходны, однако рибосомы прокариот имеют меньшие размеры и не прикрепляются к мембране, а располагаются прямо в цитоплазме.

Многие прокариоты подвижны и могут плавать или скользить с помощью жгутиков.

Размножаются прокариоты обычно путем деления надвое (*бинарным*). Делению предшествует очень короткая стадия удвоения, или репликации, хромосом. Так что прокариоты – гаплоидные организмы.

К прокариотам относятся бактерии и синезеленые водоросли, или цианобактерии. Бактерии по форме делятся на округлые - кокки, извитые – вибрионы, палочковидные бациллы, спиральные – спираиллы.

Прокариоты появились на Земле около 3,5 млрд лет назад и были, вероятно, первой клеточной формой жизни, дав начало современным прокариотам и эукариотам.

Строение клеток эукариот.

Эукариоты (от греч. *эу* – истинный, *карион* – ядро) – **истинно ядерные**. Они появились на Земле примерно 1,5 млрд лет назад.

Диаметр клеток эукариот составляет 5–80-100 мкм.

Строение эукариот (рис.1).

1. Ядро
2. цитоплазма
3. плазматическая мембрана

В отличие от прокариот, имеют **оформленное ядро**, окруженное *ядерной оболочкой*, которая состоит из двух мембран.

Молекулы ДНК, обнаруживаемые в ядре, имеют **линейную структуру** (незамкнуты). Связываясь с белками образуют хроматин или хромосомы.

Кроме ядра часть генетической информации содержится в органеллах – это **ДНК митохондрий и пластид** (хлоропластов), которая определяет **цитоплазматическую наследственность**.

В отличие от прокариот, представленных одиночными организмами и колониальными формами, эукариоты могут быть одноклеточными (например, амеба), колониальными (вольвокс) и многоклеточными организмами. Их делят на три больших царства: Животные, Растения и Грибы.

Как и прокариотические клетки, клетки эукариот окружены *плазматической мембраной*, состоящей из белков и липидов.

У растительных клеток и клеток грибов кроме цитоплазматической мембраны имеется клеточная стенка. В ее состав у растений входит – целлюлоза, а у грибов – хитин.

Эта мембрана работает как селективный барьер, проницаемый для одних соединений и непроницаемый для других.

В цитоплазме эукариот имеются многочисленные органеллы, в том числе и рибосомы. Рибосомы эукариот более крупные – 80S типа.

Сходства и отличия про- и эукариот

Сходства:

- клетки прокариот и эукариот содержат **генетическую информацию**, представленную нуклеиновой кислотой (ДНК или РНК),
- окружены **плазматической мембраной**,
- снаружи от которой во многих случаях имеется *клеточная стенка*.
- Внутри клетки находится полужидкая **цитоплазма**.
- В цитоплазме имеются рибосомы.

Однако клетки прокариот устроены значительно проще, чем клетки эукариот.

Отличие прокариот от эукариот

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Организмы	Бактерии и цианобактерии (синезеленые водоросли)	Простейшие, грибы, растения, животные.
Клеточная организация	В основном, одноклеточные	В основном, многоклеточные, с выраженной дифференцировкой клеток и тканей
Размер клеток	1-10 мкм	10-100 мкм
Метаболизм или энергетический обмен	Аэробный или анаэробный	Аэробный
Органеллы	Отсутствуют или весьма малочисленные	Многочисленные
Рибосомы	Имеются 70s	Имеются 70s в органеллах, в цитоплазме 80s
Синтез РНК и белка	В цитоплазме	Разделен: транскрипция в ядре, трансляция в цитоплазме
Ядерная оболочка	Отсутствует	Имеется
Ядрышко	Отсутствует	Имеется
Генетический материал	Кольцевая ДНК, образующая нуклеоид	ДНК имеет линейную структуру связанную с белками и на определенном этапе организуется в хромосомы
Клеточная стенка	Имеется, жесткая. состоит из аминокислот и мурамовой кислоты (мурина)	У животных клеток - отсутствует, у растений имеется, но состоит из целлюлозы
Капсула	Имеется	Отсутствует
Цитоскелет	Отсутствует	Имеется
Способ поглощения веществ и их выделение	Адсорбция через мембрану	Фагоцитоз, пиноцитоз Экзоцитоз
Деление клеток	Бинарное (деление пополам)	Митоз, мейоз, гаметогенез
Жгутики	Простые, состоят из одной или нескольких нитей белка (флагеллина)	Сложные, состоят из микротрубочек (белок – тубулин)

Сходство и различие между растительными и животными клетками.

Общие признаки для животной и растительной клетки:

1. единство структурных систем – ядро, цитоплазма, мембрана.
2. Сходство процессов обмена веществ и энергии.
3. Единство принципов наследственного (генетического) кода.
4. Универсальное мембранное строение – жидкостно-мозаичная модель мембран.
5. Единство химического состава.
6. Сходство процессов деления клеток.

Строение растительной клетки.

Основные структуры растительной клетки:

1. ядро
2. цитоплазма
3. цитоплазматическая мембрана
4. клеточная стенка

Снаружи от плазматической мембраны расположена прочная *клеточная стенка*, которая у растений состоит главным образом из волокон целлюлозы, а у грибов – из хитина.

Основная функция клеточной стенки – обеспечение постоянной формы клеток, препятствует увеличению объема клетки и ее разрушению.

Поскольку плазматическая мембрана проницаема для воды, а клетки растений и грибов обычно соприкасаются с растворами меньшей ионной силы, чем ионная сила раствора внутри клетки, вода будет поступать внутрь клеток. За счет этого объем клеток будет увеличиваться, плазматическая мембрана начнет растягиваться и может разорваться. Клеточная стенка препятствует увеличению объема и разрушению клетки.

В растительных клетках присутствуют все органеллы, обнаруженные в животных клетках (**за исключением центриолой**).

Однако имеются в них и свойственные только для растений структуры.

Клеточные стенки растений состоят из целлюлозы, образующей микрофибриллы. В клетках древесных растений слои целлюлозы пропитываются лигнином, придающим им дополнительную жёсткость. Клеточные стенки служат растениям опорой, предохраняют клетки от разрыва, определяют форму клетки, играют важную роль в транспорте воды и питательных веществ от клетки к клетке. Соседние клетки связаны друг с другом *плазмодесмами*, проходящими через мелкие поры клеточных стенок.

Вакуоль – заполненный **клеточным соком** мембранный мешочек. Растительные клетки, как правило, имеют одну большую центральную вакуоль.

Клеточный сок - это концентрированный раствор сахаров, минеральных солей, органических кислот, пигментов и других веществ. Вакуоли накапливают воду, могут содержать красящие пигменты, защитные вещества (например, танины), гидролитические ферменты, вызывающие автолиз клетки, отходы жизнедеятельности, запасные питательные вещества.

В животных клетках могут наблюдаться подобные вакуолям небольшие структуры - везикулы, выполняющие фагоцитарную, пищеварительную, сократительную и другие функции.

Пластиды – органеллы, свойственные только растительным клеткам. Они окружены двойной мембраной.

Пластиды делятся на

- **хлоропласты**, содержащие хлорофилл и осуществляющие фотосинтез,
- **хромoplastы**, содержащие пигмент (красный, оранжевый и др.) и окрашивающие отдельные части растений в красные, оранжевые и жёлтые тона,
- и **лейкопласты**, прозрачные пластиды, приспособленные для хранения питательных веществ: белков (протеинопласты), жиров (липидопласты) и крахмала (амилопласты).

Пластиды, как и митохондрии, это **двумембранные органеллы**, обладают относительной **автономией**.

Причина заключается в том, что эти они содержат небольшое количество **собственной кольцевой ДНК**, которая определяет небольшую долю генетической информации клетки (цитоплазматическая). Эта часть ДНК реплицируется (удвоение) и транскрибируется (на ее основе синтезируется РНК) независимо от ядерной ДНК.

Кроме того, пластиды имеют **собственные 70S рибосомы**, что позволяет им синтезировать **собственные белки**.

Перечисленные особенности подтверждают симбиотическую теорию происхождения эукариот.

Подобная внехромосомная наследственность не подчиняется менделевским законам. Анализ мутаций показывает, что ДНК органелл отвечает лишь за малую часть наследственной информации. По-видимому, пластиды также произошли от симбиотических прокариот, поселившихся в клетках организма хозяина миллиарды лет назад.

Образуются они только из родительских пластид.

Строение животной клетки.

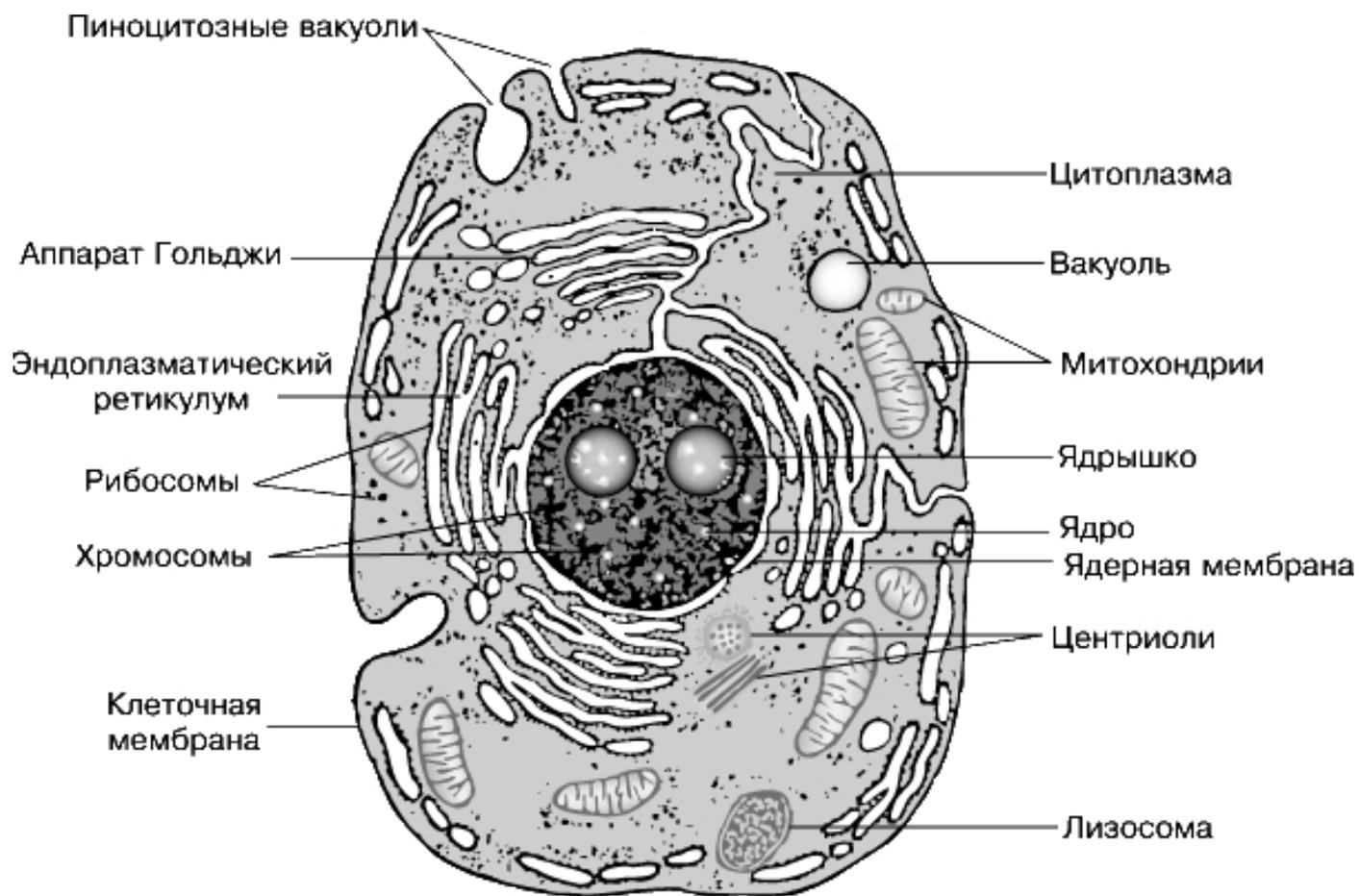
Основные структуры животной клетки:

1. ядро
2. цитоплазма
3. цитоплазматическая мембрана

У животных клеток клеточная стенка отсутствует, но наружный слой плазматической мембраны обогащен углеводными компонентами - этот слой *гликокаликса*.

Клетки многоклеточных животных не нуждаются в прочной клеточной стенке, поскольку есть другие механизмы, обеспечивающие регуляцию клеточного объема. Так как клетки многоклеточных животных и одноклеточные организмы, живущие в море, находятся в среде, в которой суммарная концентрация ионов близка к внутриклеточной концентрации ионов, клетки не набухают и не лопаются. Одноклеточные животные, живущие в пресной воде (амеба, инфузория туфелька), имеют сократительные вакуоли, которые постоянно выводят наружу поступающую внутрь клетки воду.

Признак	Растительная клетка	Животная клетка	Грибы
Клеточная стенка	Имеется и состоит из целлюлозы	отсутствует	Имеется в состав входит хитин
Вакуоли	Имеются. Крупные полости, заполненные клеточным соком — водным раствором различных веществ, являющихся запасными или конечными продуктами. Осмотические резервуары клетки.	Нет вакуолей с клеточным соком. Обычно мелкие вакуоли (везикулы): сократительные, пищеварительные, выделительные вакуоли.	Имеются мелкие
Расположение цитоплазмы	По периферии клетки	Равномерно по всей клетке	Равномерно по всей клетке
Расположение ядра	На периферии	В центральной части	Ядер много и они распределены по всей цитоплазме
Пластиды	Имеются лейкопласты, хлоропласты, хромопласты	Отсутствуют	Отсутствуют
Реснички, жгутики	Как правило отсутствуют (нет у высших растений)	Имеются	Отсутствуют
Клеточный центр (центриоли)	Как правило отсутствуют (нет у высших растений)	Имеются	Отсутствуют
Способ питания	Автотрофный (фототрофный, хемотрофный)	Гетеротрофный (сапротрофный, паразитический).	Гетеротрофный (сапротрофный, паразитический).
Синтез АТФ	В хлоропластах, митохондриях	В митохондриях	В митохондриях
Расщепление АТФ	В хлоропластах и всех частях клетки, где необходимы затраты энергии	Во всех частях клетки, где необходимы затраты энергии	Во всех частях клетки, где необходимы затраты энергии
Включения	Запасные питательные вещества в виде зерен крахмала, белка, капель масла; вакуоли с клеточным соком; кристаллы солей	Запасные питательные вещества в виде зерен и капель (белки, жиры, углевод гликоген); конечные продукты обмена, кристаллы солей; пигменты	
Зпасное питательное вещество	Крахмал	Гликоген	Гликоген



Цитоплазма

Цитоплазма – это все содержимое клетки за исключением ядра.

Цитоплазма составляет основную массу клетки. Она на $\approx 85\%$ состоит из воды и на 10% - из белков. Остальной объем приходится на долю липидов, углеводов, нуклеиновых кислот и минеральных соединений.

Основные компоненты цитоплазмы:

1. Гиалоплазма
2. Органеллы (органойды)
3. Включения

Гиалоплазма (цитозоль, цитоплазматический матрикс).

Это основное вещество клетки, ее истинная внутренняя среда. Это многофазная коллоидная система.

Химический состав: до 90% воды, белки, аминокислоты, жирные кислоты, ионы, неорганические соединения, и др. вещества.

Гиалоплазма имеет вид гомогенного или тонкозернистого вещества с низкой электронной плотностью.

Эта система способна переходить из золеобразного (жидкого) состояния в гелеобразное (более вязкое) и обратно.

Она имеет наружный и внутренний слои. Наружный слой, или эктоплазма – более вязкий, зернистый, менее подвижный. Внутренний слой, или эндоплазма – более жидкий, более подвижный.

Белки цитоплазмы выполняют ферментативную функцию: гликолиза (около 13), ферменты для обезвреживания азотистых соединений, липидов, белков и т.д. – т.е. это биохимическая лаборатория. Ее роль – участие в различных метаболических процессах клетки и организма. В ней постоянно идет поток веществ, энергии и информации в клетку и из нее.

Роль сети:

1. создает и поддерживает внутренний каркас клетки.
2. обеспечивает правильную организацию, распределению ферментов по клетке.
3. является местом внутриклеточного обмена
4. производит инактивацию перекисных соединений
5. в гиалоплазме происходит отложение запасных продуктов (гликогена, жировых капель); продуктов обмена веществ и т.д.
6. в гиалоплазме при участии рибосом и полирибосом (полисом) происходит синтез белков, необходимых для собственно клеточных нужд, для поддержания и обеспечения жизни данной клетки.

Это среда обеспечивает вязкость, эластичность, сократимость и движение цитоплазмы для поддержания клеточных органелл и включений.

Важнейшая роль гиалоплазмы заключается, в том, что:

- эта среда объединяет все клеточные структуры и обеспечивает химическое взаимодействие их друг с другом;
- через гиалоплазму осуществляется большая часть внутриклеточных транспортных процессов: перенос АМК, жирных кислот, нуклеотидов, сахаров. В гиалоплазме идет постоянный поток ионов к плазматической мембране и от нее, к митохондриям, ядру вакуолям;
- гиалоплазма является основным вместилищем и зоной перемещения массы молекул АТФ;
- в гиалоплазме происходит отложение запасных продуктов (гликогена, жировых капель); продуктов обмена веществ и т.д.
- в гиалоплазме при участии рибосом и полирибосом (полисом) происходит синтез белков, необходимых для собственно клеточных нужд, для поддержания и обеспечения жизни данной клетки.

Органеллы цитоплазмы (микротрубочки, актиновые микрофиламенты, промежуточные филаменты) формируют в цитоплазме *цитоскелет* клетки. Цитоскелет обеспечивают упругое состояние клетки. В точках пересечения этих нитей, равномерно по цитоплазме распределяются все ее внутренние компоненты (ферменты, рибосомы, полисомы, на которых идет синтез белка).

Включения

Это временные, непостоянные компоненты цитоплазмы клетки, которые образуются в результате жизнедеятельности клетки и расходуются по мере необходимости.

группа	пример
трофические	Белки - алейроновые зерна в злаковых растениях. Капли жира – в липоцитах Углеводы – гликоген в гепатоцитах и миоцитах, крахмал в растениях.
секреторные	Образуются секреторными клетками: ферменты, гормоны
экскреторные	В животных клетках – соли различных кислот в растворенном состоянии, в растительных клетках – кристаллы солей.
пигментные	Меланин в меланоцитах, гемоглобин в эритроцитах, билирубин

Органеллы (органоиды)

Это постоянные структурные компоненты цитоплазмы клетки, которые имеют определенное строение и выполняют определенные функции.

Классификация органелл.



«Классификация органелл по выполняемым функциям»

Функции	Органеллы
1. Органеллы, образующие цитоскелет клетки	Микротрубочки, микрофиламенты, микрофибриллы
2. Органеллы, участвующие в движении клетки и внутриклеточных структур	Реснички, жгутики

3. Органеллы, участвующие в биосинтезе веществ	Рибосомы, ЭПС
4. Органеллы, участвующие в энергопроизводстве	Митохондрии, пластиды (растительные клетки)
5. Органеллы, участвующие в пищеварении, защитных и в обезвреживающих реакциях	Лизосомы, пероксисомы
6. Органеллы, участвующие в накоплении и транспорте веществ	Аппарат Гольджи, ЭПС

Вакуолярная система клетки

Вакуолярная система выполняет общую функцию синтеза, перестройки (модификации), сортировки и выведения (экспорта) из клетки биополимеров, главным образом белков-гликопротеидов, а также функцию синтеза мембранных компонентов этой системы и плазматической мембраны.

К вакуолярной системе относятся

- Эндоплазматическую сеть (ЭПС или эндоплазматический ретикулум ЭР) двух видов: гладкий и гранулярный,
- Различные вакуоли возникающие из этого ретикулума (вакуоли растительных клеток, микротельца, сферосомы и др.).
- Вакуолярный комплекс Гольджи (аппарат Гольджи)
- Лизосомы.

Для всех органелл, входящих в вакуолярную систему характерно наличие одинарной ограничивающей мембраны.

Эндоплазматическая сеть

(одномембранная органелла общего значения, участвующая в биосинтезе веществ, в накоплении и транспорте веществ).

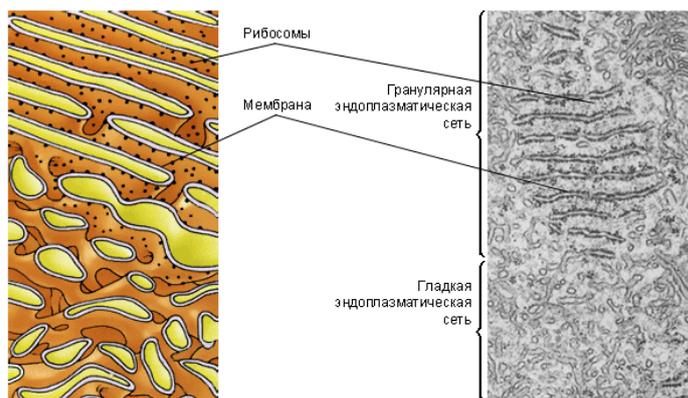
Эндоплазматическая сеть была открыта К.Р.Поттером и др. в 1945 году.

Представлена замкнутыми мембранами, которые образуют на сечениях выгнутые мешки, цистерны или же имеют вид узких каналов.

Это система многочисленных канальцев и полостей пронизывает всю гиалоплазму. ЭПС берет начало от наружной ядерной мембраны.

Выделяют два типа ЭПС:

- гранулярная
- гладкая.



Шероховатая (гранулярная) ЭПС. На ее мембранах находятся **рибосомы**, которые придают ей шероховатый вид. Функция гранулярной ЭПС: синтез (модификация) белка (за счет рибосом) и его транспортировка к аппарату Гольджи.

Гладкая ЭПС. Без рибосом на ее поверхности. На ее мембранах локализованы ферментные системы жирового и углеводного обмена, депонирование ионов кальция. В большом количестве встречается в клетках коркового слоя надпочечников. Функция гладкой ЭПС: синтез и расщепление жиров и углеводов, и их транспортировка.

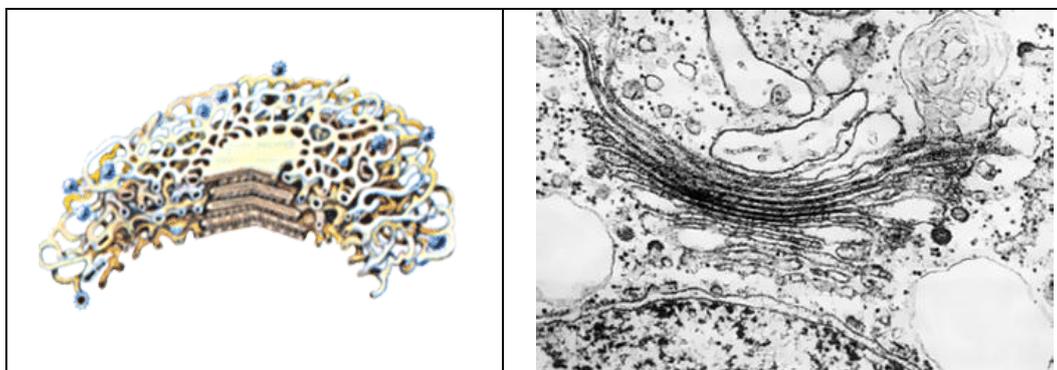
Мембраны ЭПС делят клетку на отсеки, изолирующие ферментные системы, что необходимо для их последовательного вступления в биохимические реакции. По каналам ЭПС идет транспорт веществ, как

синтезированных в клетке, так и поступивших из вне. Существует мнение, согласно которому ЭПС принимает участие в формировании структурных компонентов Аппарата Гольджи и ядерной оболочки во время деления клетки.

Выраженность сети неодинакова как для различных клеток, так и внутри одной клетки. Как правило, они образуют скопления, или зоны.

Аппарат Гольджи или Пластинчатый комплекс
(одномембранная органелла общего значения,
участвующие в накоплении и транспорте веществ)

В 1898г. итальянский ученый Камилло Гольджи, используя особую окраску с применением осмия и серебра, обнаружил в нервных клетках сетчатые образования, которые назвал «внутренним сетчатым аппаратом». Подробно описать строение аппарата Гольджи стало возможным только с использованием электронного микроскопа.



Представляет собой систему гладких мембран, как правило, около ядра или вблизи клеточного центра, расположенных параллельно – стопка из 5-7 «цистерн». Цистерны переходят в систему тонких ветвящихся трубочек. Кроме плотно расположенных плоских цистерн в зоне аппарата Гольджи наблюдается множество вакуолей (везикул). Мелкие вакуоли встречаются главным образом в периферических участках зоны аппарата Гольджи.

Состоит из 5-7 окруженных мембраной полостей – «цистерн», которые расположены друг над другом образуя «стопки». Цистерны переходят в систему тонких ветвящихся трубочек на концах которых образуются мелкие везикулы (пузырьки). Совокупность цистерн и везикул, образует структурную единицу аппарата Гольджи – **диктиосому**.

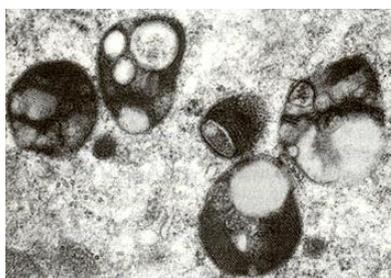
Функции аппарата Гольджи: принимает транспортные пузырьки от ЭПС, модифицирует липиды, участвует в дозревании белков, в сборке мембран, упаковывает вещества подлежащие секреции и экскреции, участвует в образовании лизосом.

Следовательно, большое количество данного органоида встречается в клетках интенсивно синтезирующих стероидные гормоны липидной природы и выводит их наружу.

Лизосомы

(одномембранные органеллы общего значения, участвуют во внутриклеточном пищеварении, в защитных и обезвреживающих реакциях).

Лизосомы были открыты в 1949 году де Дювом.



Лизосомы представляют собой пузырьки диаметром 0,2-0,8 мкм, ограниченные одиночной мембраной.

Каждая лизосома содержит около 40-50 видов различных гидролитических ферментов в дезактивированном (неактивном) состоянии (протеазы, липазы, фосфолипазы, нуклеазы, гликозидазы, фосфатазы, в том числе кислая фосфатаза; последняя является маркером лизосом). Эти ферменты, способны расщеплять биологические продукты в слабокислой среде.

Функции лизосомы:

1. участвуют во внутриклеточном пищеварении,
2. в защитных и обезвреживающих реакциях

Т.е. функционирование лизосом связано с процессом **фагоцитоза**.

Виды лизосом:

Первичная лизосома.

Этапы образования первичной лизосомы:

1. В ядре на основе определенного гена ДНК в ходе транскрипции синтезируется информационная РНК, которая пройдя через ядерную пору взаимодействует с рибосомами шероховатой ЭПС.
2. В ходе трансляции **рибосомы синтезируют** первичную структуру **белка** (полипептид).
3. первичная структура белка по каналам шероховатой ЭПС транспортируется у аппарату Гольджи.
4. **В аппарате Гольджи** в ходе модификации белки приобретают вторичную, третичную, четверичную структуру. Сформированные белки стекают в концевые части – пузырьки, мешочки, которые отрываются от мембран аппарата Гольджи и идут в цитоплазму.
5. Такой пузырек, покрытый мембраной и содержащий ферменты, называется первичной лизосомой. Они всегда имеются в цитоплазме клетки.

Т.о. первичная лизосома – это одномембранный пузырек, содержащий ферменты, образованный в аппарате Гольджи.

Вторичная лизосома.

На начальных этапах фагоцитоза, в результате проникновения подлежащего расщеплению субстрата в клетку, образуется **фагосома**. Это пузырек с поглощенным телом.

В цитоплазме фагосома взаимодействует с первичной лизосомой. В точке слипания оболочки расплавляются и лизосома изливает в фагосому ферменты.

В результате слияния фагосомы и первичной лизосомы образовалась **вторичная лизосома**. Она содержит субстрат и ферменты.

В зависимости от субстрата фаголизосома может быть:

- гетерофагосома - содержат чужеродные частицы (например, бактерии);
- аутофагосома или аутолизосомы - содержат фрагменты или целые структуры клеток данного организма.

В процессе перевыживания происходит расщепление субстрата на:

- «нужные» клетке компоненты, которые всасываются в цитоплазму и включаются в различные синтетические и обменные процессы (например аминокислоты идут на построение собственных белков);
- «ненужные» клетке компоненты, которые остаются в лизосоме, где уже нет ферментов (они израсходовались в процессе расщепления субстрата) – это **третичная лизосома**, которая представляет собой остаточное тельце (телолизосома).

Телолизосома по своим свойствам относится к экскреторным включениям и подлежит удалению из клетки в ходе экзоцитоза.

В некоторых случаях (незавершенный фагоцитоз) остаточные тельца остаются в клетке вплоть до ее гибели.

Пероксисомы

(одномембранные органеллы общего значения, участвуют в обезвреживающих реакциях).

По своему строению похожи на лизосомы, но их основные ферменты – каталаза и пероксидаза.

Эти ферменты участвуют в нейтрализации перекисных соединений, которые токсичны для клеток – следовательно функция пероксисом – защитная и обезвреживающая.

Термин «пероксисомы» был впервые использован в 1966 году де Дювом.

Они имеют не совсем правильную сферическую форму, окружены одинарной мембраной, их содержимое имеет зернистую структуру, но иногда в нем попадает кристаллоид (кристаллы ферментов – каталаза (как ядро в клетке), которые обезвреживают продукты выделения окислительных реакций – перексид водорода, который очень токсичен, расщепляя его на воду и кислород, которые не токсичны, безвредны). Как и лизосомы образуются в ЭПС (ферменты) и аппарате Гольджи (фермент упаковывается в мембрану). Их много в клетках печени, почек т.е. в органах обезвреживания. Содержат до 40 важных ферментов: пероксидаза, каталаза и др.

Функции пероксисом:

1. защитная – нейтрализация перекисных соединений, которые токсичны для клеток образуют депо ряда ферментов, которые играют важную роль при превращении жиров в углеводы и катаболизме пуринов.

Митохондрии

(двумембранные органеллы, общего значения, выполняющие функцию энергопроизводства).

Термин "митохондрии" был введен Бенда в 1897 году для обозначения зернистых и нитчатых структур в цитоплазме различных клеток.

Митохондрии можно наблюдать в живых клетках, так как они обладают достаточно высокой плотностью. В живых клетках митохондрии могут двигаться, перемещаться, сливаться друг с другом.

Митохондрии имеют вытянутую форму, их длина около 7 мкм ($1\text{мм}=10^3\text{мкм}=10^6\text{нм}$), поэтому они видны в световой микроскоп.

Строение митохондрий:

1. Внутренняя митохондриальная мембрана по площади больше чем наружная, что приводит к образованию складок внутренней мембраны – **крист**.

Кристы – содержат ферменты дыхательного цепи (это третий этап энергетического обмена (катаболизм, диссимиляция) - цикл трикарбоновых кислот, цикл Кребса).

И выполняет функцию протонного градиента, участвует в переносе метаболитов в матрикс и из него.

Количество крист может быть различным, напр. клетки жировой ткани содержат митохондрии с малым числом крист, а нервные – наоборот много, существуют клетки не содержащие митохондрий - эритроциты.

2. Пространство между наружной и внутренней мембраной – **межмембранное пространство**.

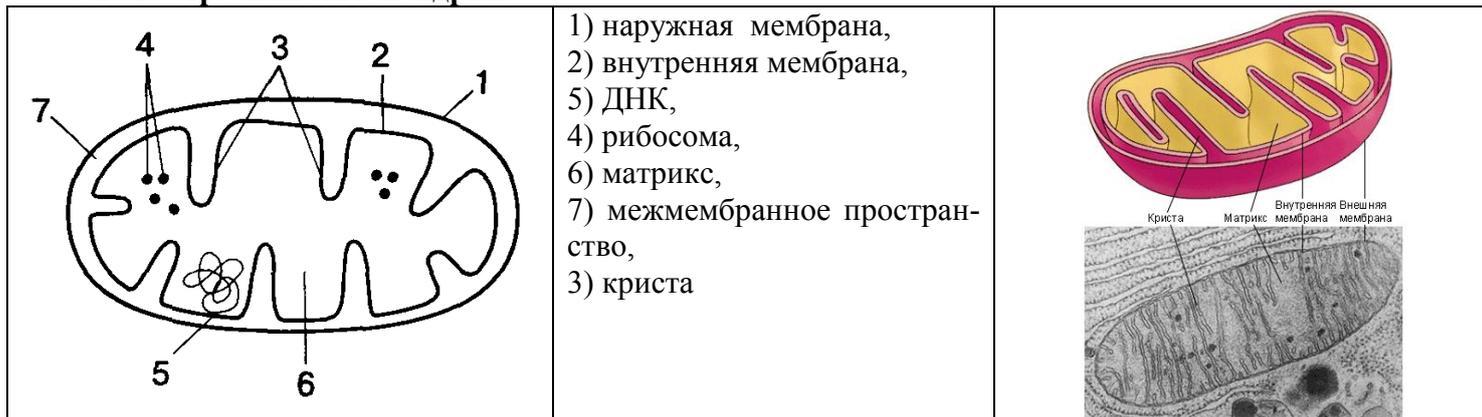
3. Пространство, ограниченное внутренней мембраной называется **матриксом**. Он содержит, ферменты, **кольцевая ДНК, РНК, рибосомы 70S**.

Благодаря наличию собственного генетического аппарата они способны размножаться. Участвует в биохимических процессах, репликации, транскрипции и трансляции.

В то же время митохондриальные ДНК, РНК и рибосомы весьма сходны с прокариотическими. Это послужило толчком для разработки симбиотической гипотезы, согласно которой митохондрии (и хлоропласты) возникли из симбиотических бактерий (Л. Маргулис, 1996). Митохондриальная ДНК кольцевидная (как у бактерий) на нее приходится около 2% ДНК клетки.

1. Наружная мембрана – содержит ферменты липидного обмена. Функция – транспорт и превращение липидов в промежуточные метаболиты.
2. Межмембранное пространство
3. Внутренняя мембрана, образующая кристы – содержит ферменты дыхательного цепи. И выполняет функцию протонного градиента, участвует в переносе метаболитов в матрикс и из него. Количество крист может быть различным, напр. клетки жировой ткани содержат митохондрии с малым числом крист, а нервные – наоборот много, существуют клетки не содержащие митохондрий - эритроциты.
4. Субмитохондриальные частицы – АТФ-синтазы, участвующие в синтезе и гидролизе АТФ.
5. Матрикс или пространство, ограниченное внутренней мембраной – содержит, ферменты, ДНК, РНК, рибосомы. Благодаря наличию собственного генетического аппарата они способны размножаться. Участвует в биохимических процессах, репликации, транскрипции и трансляции. В то же время митохондриальные ДНК, РНК и рибосомы весьма сходны с прокариотическими. Это послужило толчком для разработки симбиотической гипотезы, согласно которой митохондрии (и хлоропласты) возникли из симбиотических бактерий (Л. Маргулис, 1996). Митохондриальная ДНК кольцевидная (как у бактерий) на нее приходится около 2% ДНК клетки.

Схема строения митохондрии:



Основные функции митохондрии:

1. Митохондрии участвуют в процессах клеточного дыхания.
2. Осуществляют **синтез АТФ** (т.е. преобразуют энергию, которая при этом выделяется, в форму, доступную другим структурам клетки). Поэтому их называют «**энергетическими станциями клетки**».
3. В них происходит процесс полного окисления низкомолекулярных органических соединений до неорганических.
4. Т.к. наружная мембрана содержит ферменты липидного обмена – участвует в преобразовании липидов.
5. Имея собственную генетическую систему способна синтезировать некоторые специфические белки и стероидные гормоны.

Количество, размеры и расположение митохондрий зависят от функции клетки, в частности от ее потребности в энергии и от места, где эта энергия расходуется.

Так, в одной печеночной клетке их количество достигает 2500. Множество крупных митохондрий содержится в кардиомиоцитах (мышечные клетки сердца) и миоцитах (миосинапластах) мышечных волокон. Много митохондрий в шейке сперматозоида, что обеспечивает их подвижность.

В спермиях богатые кристами митохондрии окружают аксонему промежуточной части жгутика.

Размножение митохондрий (и хлоропластов) - путем бинарного деления. Таким образом, они являются самовоспроизводящимися структурами.

Вместе с тем генетическая информация содержащаяся в их ДНК, не обеспечивает их всеми необходимыми для полного самовоспроизведения белками; часть этих белков кодируется ядерными генами и поступает в митохондрии из гиалоплазмы. Поэтому в отношении их самовоспроизведения называют полуавтономными структурами. У человека и других млекопитающих митохондриальный геном наследуется от матери, что определяет цитоплазматическую наследственность: при оплодотворении митохондрии спермия в яйцеклетку не проникают.

Митохондрии в процессе эволюции произошли от свободно живущих прокариотических клеток, что соответствует симбиогенетической теории возникновения эукариот. В пользу этой теории имеется ряд доказательств: рибосомы митохондрий более мелкие, чем рибосомы цитоплазмы; митохондрии имеют собственный генетический аппарат в виде кольцевой молекулы ДНК, что определяет их способность к синтезу белков; как и прокариоты митохондрии размножаются путем бинарного деления; химический состав мембраны так же имеет сходство.

Хлоропласты

(двумембранные органеллы общего значения для растений, участвующие в процессе фотосинтеза).

Хлоропласты – это фотосинтетические органоиды растительных клеток, содержащий главным образом пигмент – **хлорофилл**, расположенный в **мембране гран**. Мембранная система которых является местом прохождения световых реакций фотосинтеза.

Они встречаются у всех растений и некоторых бактерий, за исключением некоторых бактерий, водорослей, миксомицетов и грибов.

Именно хлоропласты поражаются вирусом мозаичной болезни табака.

Строение хлоропласта.

Число хлоропластов в одной клетке колеблется от 1 до 35 и зависит от типа клеток и вида растений. Расположены по периферии клетки рядом с ЦПМ.

Форма чаще линзовидная (двояковыпуклая), у водорослей чашеобразная и т.д.

У большинства крупных наземных растений хлоропластов много, у мелких одноклеточных водорослей – только один, который занимает почти все клетку.

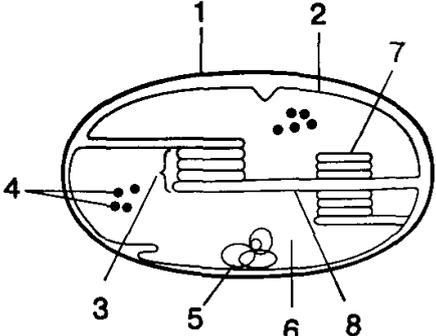
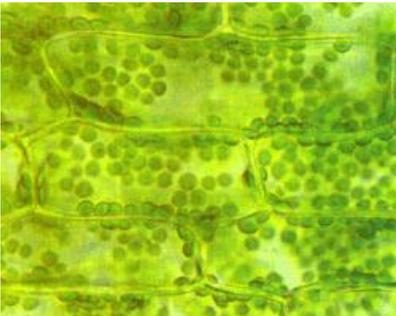
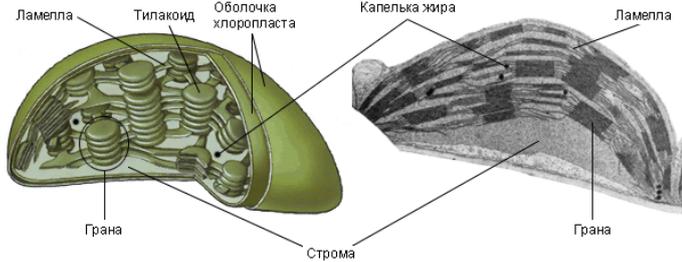
Хлоропласт покрыт **двумембранной оболочкой**, что напоминает строение митохондрий.

1. Между мембранами находится межмембранное пространство.
2. **Внутренняя мембрана** образует мешочки **тилакоиды** двух типов:

- Тилакоиды гран. Эти тилакоиды образуют стопки (от 10 до 150 тилакоидов в каждой) – **граны** (\approx 50 в клетке), расположенные в шахматном порядке. **Граны – это место прохождения световой фазы фотосинтеза.**
 - Тилакоиды (ламеллы) стромы (межгранные тилакоиды).
3. Содержимое хлоропласта, ограниченное внутренней мембраной, заполнено **стромой (матрикс)** – гелеобразная масса растворенных белков, причем на 75% это вода.

В строме содержатся **кольцевая ДНК**, РНК и **рибосомы 70S** – т.е. имеется, как и у митохондрий, **собственный генетический аппарат**, следовательно, они (как и митохондрии) **«полуавтономны»** и могут синтезировать белки, необходимые для их деятельности.

В мембране тилакоида расположены белки, аналогичные белкам митохондрий, которые участвуют в цепи переноса электронов.

	<p>1) наружная мембрана, 2) внутренняя мембрана, 3) грана, 6) строма (место прохождения темновой стадии фотосинтеза), 5) ДНК, 4) рибосома, 7) тилакоид граны, 8) тилакоид стромы</p>
 <p>Хлоропласты в растительных клетках</p>	 <p>Строение хлоропластов. Хорошо видны содержащие хлорофилл граны, собранные из стопки тилакоидных мембран. Справа – электронная фотография.</p>

Рибосомы

(немембранные органеллы общего значения, участвующие в биосинтезе веществ).

Рабочая рибосома, видимая только в электронный микроскоп, состоит из двух субчастиц: малой и большой.

В состав каждой субчастицы входят:

- **рибосомальные РНК**, синтезирующиеся в ходе транскрипции в ядре в **области ядрышка** (ядрошко-вый организатор – вторичные перетяжки спутничных (13,14, 15, 21 и 22 пары хромосом)).
- **белки**.

Объединение малой и большой субчастиц происходит в цитоплазма, при взаимодействии малой субчастицы с информационной РНК во время трансляции.

Рибосома - это округлая рибонуклеопротеидная частица диаметром 20-30 нм (видны только в электронный микроскоп), в состав которой входят десятки белков и молекулы рибосомальной РНК.

Она состоит из малой и большой субъединиц, объединение которых происходит в присутствии информационной РНК (и-РНК) во время трансляции. Синтез рРНК осуществляется на петлях хромосом – ядрышковых организаторах (в области ядрышка).

Значительная часть рибосом прикреплена к мембранам: к поверхности ЭПС (шероховатая) и к наружной мембране ядерной оболочки.

В зависимости от органа, его функции **количество рибосом колеблется** от тысячи до сотни тысяч.

Малая субчастица имеет 2 центра:

1. Центр связывания с мРНК, которая проходит через «шею» малой субчастицы.
2. Участок, удерживающий тРНК.

Большая субчастица так же имеет 2 центра.

1. аминоацильный (акцепторный, центр узнавания аминокислоты)
2. пептидилный (донорный, центр присоединения аминокислоты к пептидной цепочке).

Функция рибосом: синтез полипептидной цепочки белка (этап трансляции биосинтеза белка). Т.е. на них «мертвые» молекулы нуклеиновых кислот обретают жизнь.

Рибосомы присутствуют как в прокариотических так и в эукариотических клетках. Вирусы рибосом не имеют.

В клетках эукариот существуют две разновидности рибосом:

- **рибосомы цитоплазмы (80S)**, содержащие 4 молекулы РНК
- **и рибосомы клеточных органоидов (70S)** в митохондриях, хлоропластах, содержащие 3 молекулы РНК.

80S и 70S – это коэффициент седиментации, (а S – константа седиментации Сведберга) который характеризует скорость осаждения рибосом при ультрацентрифугировании.

В клетках прокариот существует только один вид рибосом - **70S** (что и определяет общность митохондрий с прокариотами).

Новообразование в клетке: считается, что рибосома формируется в ядрышках и затем из ядра поступает в цитоплазму.

Каждая отдельная рибосома прочитывает 1 молекулу и-РНК и в соответствии с программой РНК создает 1 молекулу белка.

Обычно **1 молекула м(и)-РНК** читается сразу **несколькими рибосомами**. Комплекс рибосом объединенных одной м(и)-РНК называется **полисомой**. Т.к. каждая рибосома, входящая в состав полисомы, считывает информацию с одной и той же м-РНК, следовательно, все рибосомы полисомы синтезируют одинаковые белки.

Обычно **1 молекула м(и)-РНК** читается сразу **несколькими рибосомами**, которые двигаются по м-РНК друг за другом и при этом, независимо друг от друга, такая структура называется **полисомой**. Полисомы свободно располагаются в основном веществе цитоплазмы или прикрепляются к мембранам шероховатой цитоплазматической сети. В обоих случаях они служат местом синтеза белка, т.е. – это молекулы в которых «мертвые» молекулы нуклеиновых кислот обретают жизнь.

Клеточный центр (центриоли)

(немембранные органеллы общего значения, участвующие в делении клеток).

Клеточный центр - совокупность 2 центриолей (материнская и дочерняя, расположенные под углом 90° друг к другу) и центросферы (зона более светлой цитоплазмы, от которой отходят радиально тонкие фибриллы).

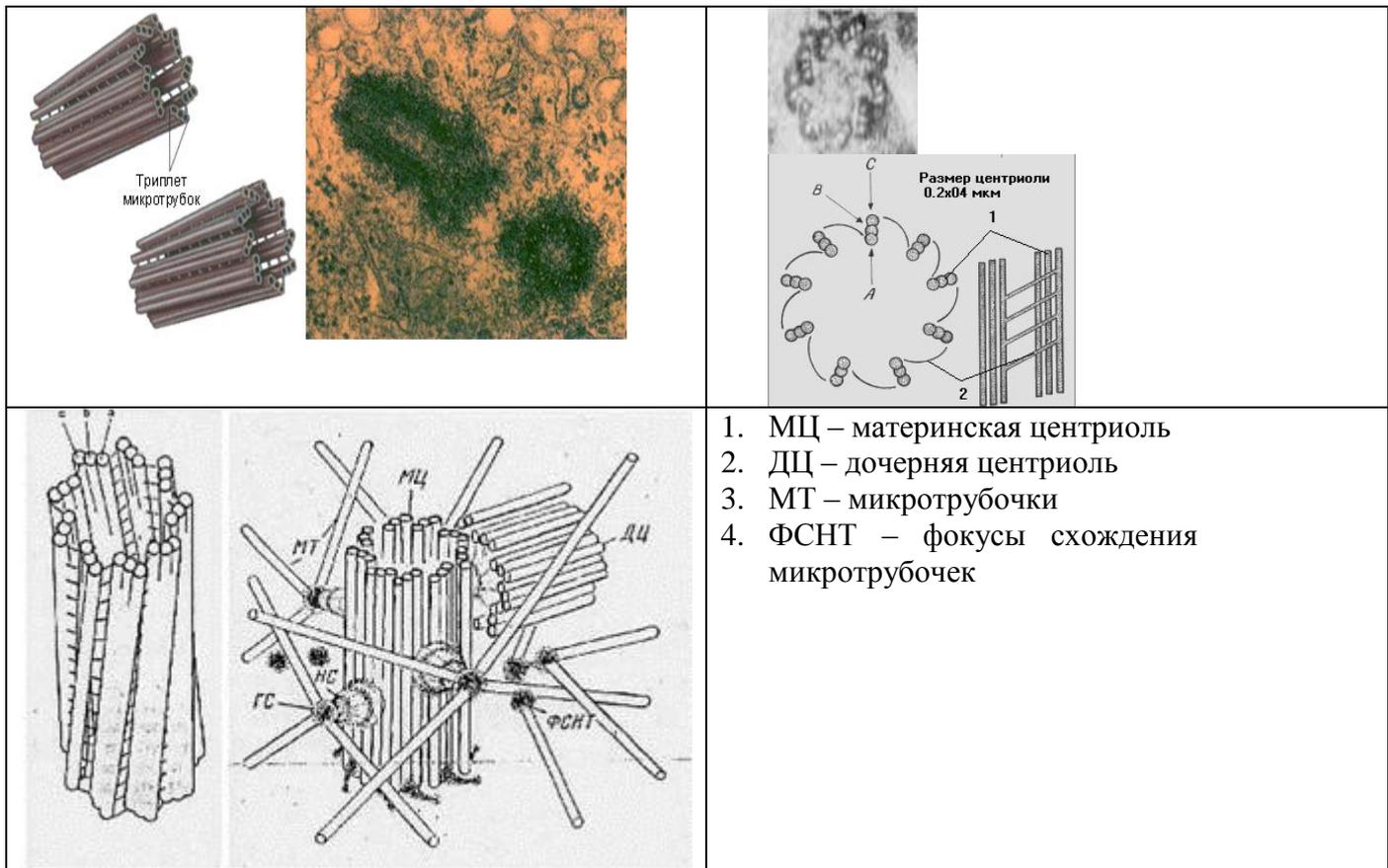
Строение.

Каждая центриоль состоит из **микротрубочек**. Они образуют девять триплетов, в результате чего образуется полый цилиндр диаметром 150 миллимикрон, длиной – 300 ммикрон.

Все микротрубочки идут параллельно основной оси и связаны между собой фибриллярными нитями (белковые). В центре трубочек нет. Общая формула центриоли $9_{(3)}+0$.

Центриоли характерны и **обязательны для клеток животных**, их нет у высших растений, у низших грибов и некоторых простейших.

Строение и активность центриолей меняется в зависимости от периода клеточного цикла (интерфаза или митоз). Перед деление количество центриолей удваивается и они расходятся к полюсам клетки и образуют микротрубочки веретена деления.



Функции клеточного центра:

1. образование цитоплазматических микротрубочек.
2. построение веретена деления
3. образование жгутиков и ресничек.

Новообразование: образуются путем синтеза дочерних центриолей из материнской, путем дупликации.

Органеллы цитоскелета

Цитоскелет — опорно-двигательная система клетки, включающая немембранные белковые нитчатые образования, выполняющие как каркасную, так и двигательную функции в клетке.

Эти нитчатые или фибриллярные структуры являются динамическими образованиями, они могут быстро возникать в результате полимеризации их элементарных молекул и так же быстро разбираться, исчезать при деполимеризации. К этой системе относятся фибриллярные структуры и микротрубочки.

Фибриллярные структуры цитоплазмы. К ним в эукариотических клетках относятся *микрофиламенты (microfilamenti)* толщиной 5—7 нм и так называемые *промежуточные филаменты*, или *микрофибриллы (microfibrillae)*, толщиной около 10 нм.

В состав цитоскелета входят:

- микротрубочки
- микрофиламенты (напр., актиновые нити)

- промежуточные филаменты (микрофибриллы)

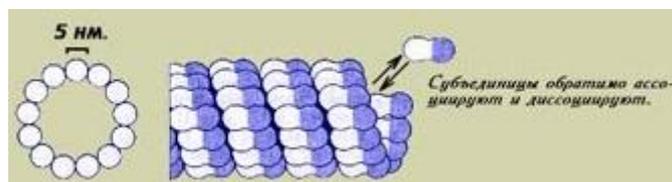
	<p>Микротрубочки. Диаметр 25 нм</p> <p>Актиновые нити Диаметр 7 нм</p> <p>Промежуточные филаменты Диаметр 10 нм</p>
<p>Трабекулярная сеть гиалоплазмы. 1 — трабекулярные нити, 2 — микротрубочка, 3 — полисомы, 4 — клеточная мембрана, 5 — эндоплазматический ретикулум, 6 — митохондрия, 7 — микрофиламенты (по Porter, 1980).</p>	<p>Три основных вида волокон цитоскелета.</p>

Микротрубочки

(немембранные органеллы специального значения, образующие цитоскелет клетки).

Это полые трубочки из белка тубулина.

Представляют собой прямые, эластичные, не ветвящиеся, сложно устроенные, длинные полые цилиндры (различной длины), стенка которых построена за счет плотно уложенных по спирали округлых субъединиц – глобул белка тубулина.



Диаметр 24 нм (толще микрофиламентов).

Выделяют два вида микротрубочек: свободные и входящие в состав клеточных структур.

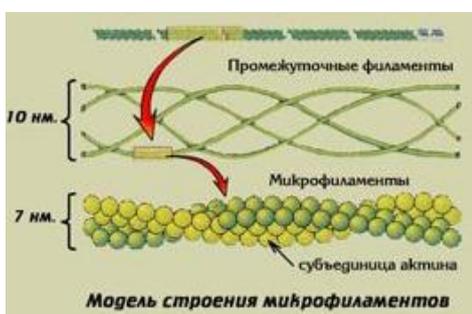
Функция зависит от вида микротрубочек:

1. Свободные МТ – выполняют опорную функцию, участвуют в образовании цитоскелета и клеточной оболочки, определяют направление перемещения пузырьков и других структур клетки.
2. МТ, входящие в состав клеточных структур – клеточный центр, жгутики, реснички.

Исходя из этого **функции МТ** в живых клетках:

- принимают участие в создании ряда временных или постоянных структур: цитоскелет, веретено клеточного деления, реснички и жгутики, центриоли.
- Т.к. они полые внутри них идет транспорт ионов, молекул и т.д. в различные точки клетки.
- Многие органеллы в своем строении содержат микротрубочки: центриоли, базальные тельца.

Новообразование: центром организации микротрубочек являются центриоли. Формируются в результате полимеризации белка тубулина.



Микрофиламенты

(немембранные органеллы специального значения, участвующие в движении клетки и клеточных структур).

МФ представляют собой тонкие (диаметр 6 нм) белковые нити актина и миозина.

Участвуют в движении клетки в целом, в эндоцитозе, экзоцитозе, в образовании сократительного кольца при цитокинезе животной клетки, определяет форму клетки.

Реснички и жгутики

(немембранные органеллы специального значения, участвующие в движении клетки и внутриклеточных структур).

Встречаются в клетках реснитчатого эпителия, в сперматозоидах (жгутик), у простейших, у зооспор водорослей, мхов, папоротников и т.д.

Клетки, имеющие реснички и жгутики, способны двигаться или обеспечивать движение тока жидкостей вдоль их поверхности.

Длина ресничек меньше (5-10 мкм) чем жгутиков (может достигать 150 мкм). Жгутик, как правило, один, а ресничек много.

Строение:

Это выросты мембраны, состоящие из микротрубочек.

В световом микроскопе и эти структуры выглядят как тонкие цилиндрические выросты цитоплазмы клетки, покрытые плазматической мембраной (собственной мембраны не имеют).

В основании ресничек и жгутика в цитоплазме видны хорошо красящиеся мелкие гранулы - базальные тельца.

На поперечном срезе реснички или жгутика видно, что по периметру располагаются **9 пар** микротрубочек и в центре – центральная пара (**9₂+2**).

Между соседними периферическими парами имеются перепошки. От каждой периферической пары к центральной направлены радиальные нити (спицы).

Ближе к основанию реснички или жгутика (приближаясь к базальному телу) центральная пара МТ обрывается и замещается полой осью. Периферические пары, проникая в цитоплазму, приобретают третью МТ. В результате получается структура, характерная для базального тельца 9₃+0.

Жгутики отличаются от ресничек большей длиной.

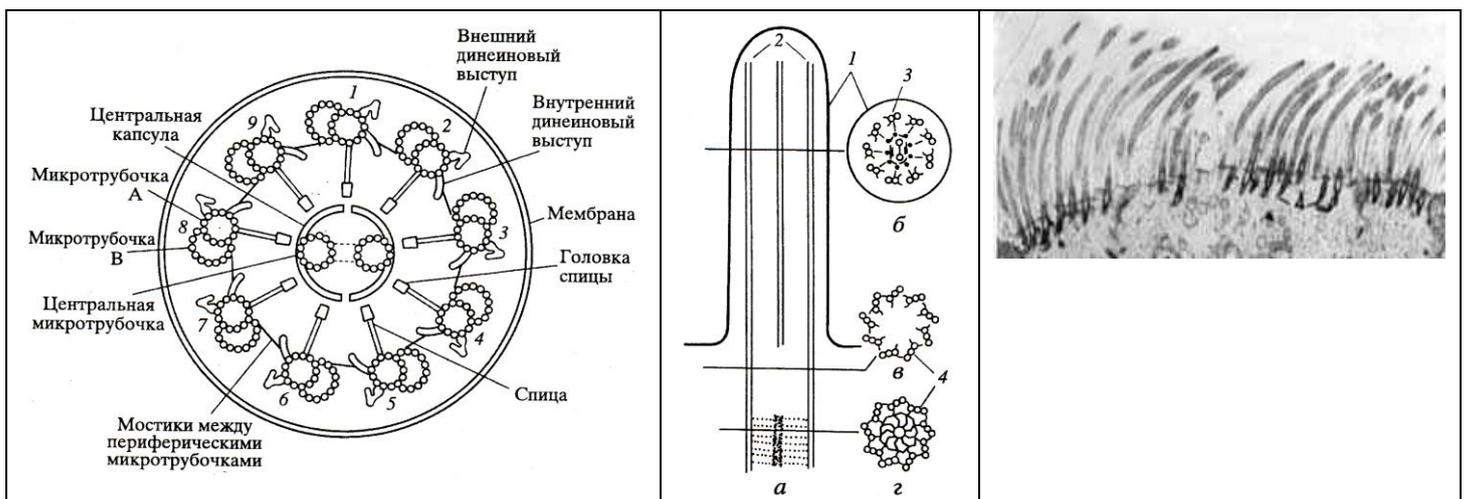
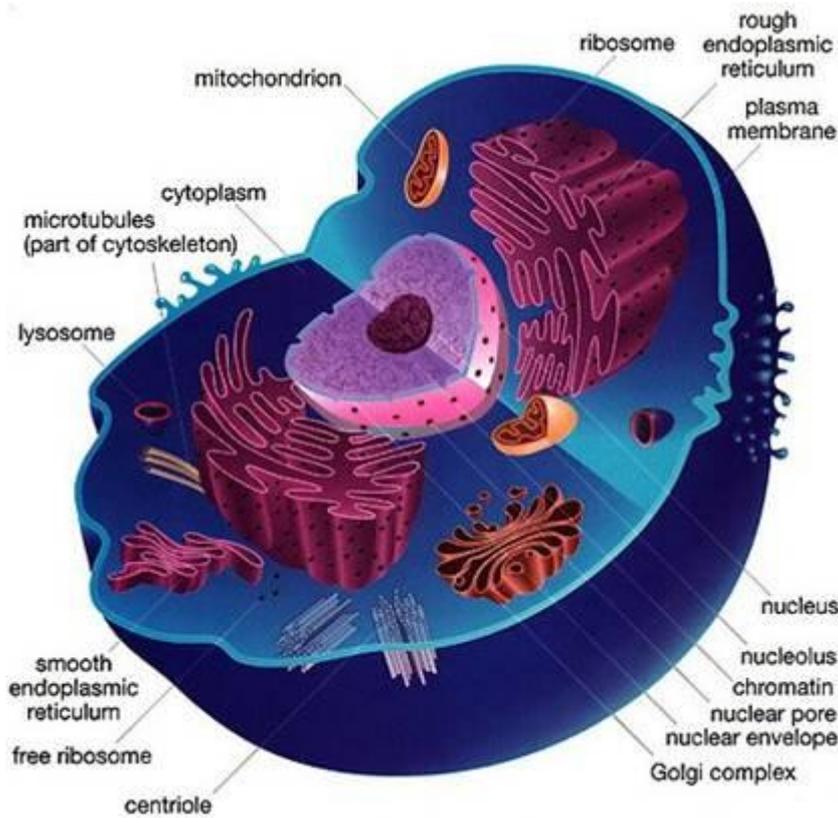
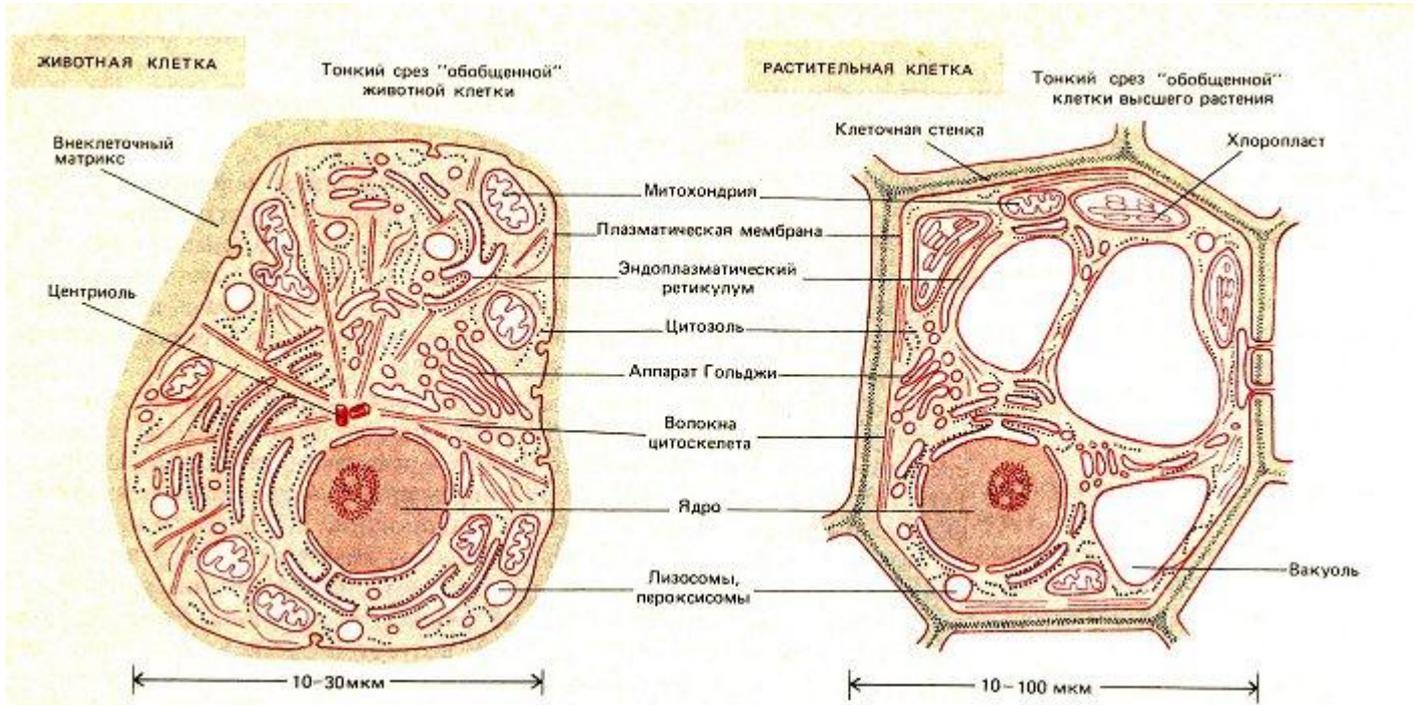


Схема тонкого строения реснички или жгутика (из учебника Ченцова, 2004).

а – продольный срез, б – поперечный срез тела реснички, в,г – срезы базального тела. 1 – плазматическая мембрана, 2 – микротрубочки, 3 – дуплеты микротрубочек, 4 – триплеты микротрубочек

Микрофотография ресничек.



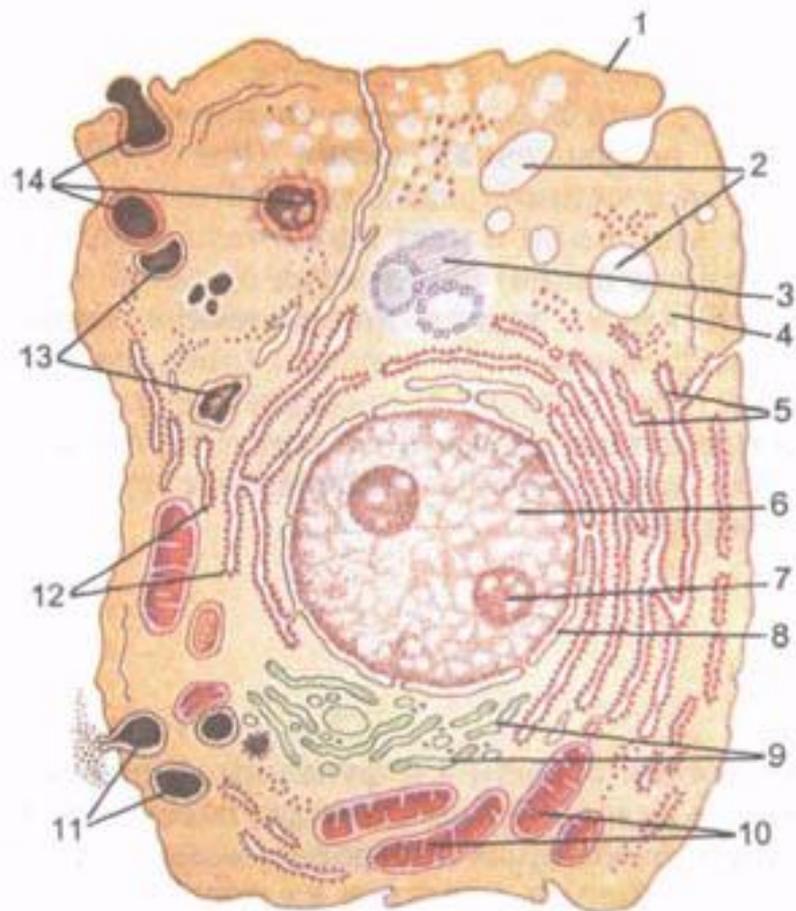


Рис. 2. Схема ультрамикроскопического строения клетки.

1 — цитолемма (цитоплазматическая мембрана); 2 — пиноцитозные пузырьки; 3 — клеточный центр (цитоцентр); 4 — гиалоплазма; 5 — эндоплазматическая сеть; 6 — ядро; 7 — ядрышко; 8 — перинуклеарное пространство; 9 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 10 — митохондрии; 11 — секреторные вакуоли; 12 — рибосомы; 13 — лизосомы; 14 — три последовательные стадии фагоцитоза.