**Основные понятия цитологии**

**Введение**

Наука о клетке называется цитологией (греч. "цитос" клетка, "логос" – наука). Цитология изучает строение и химический состав клеток, функции внутриклеточных структур и клеток внутри организма, размножение и развитие клеток, приспособление клеток к условиям окружающей среды.

Впервые название "клетка" применил Роберт Гук в середине XVII в. при рассмотрении под микроскопом, им сконструированным, тонкого среза пробки. Он увидел, что пробка состоит из ячеек - клеток (англ. "cell" - камера, келья). К началу XIX в., после того как появились хорошие микроскопы, были разработаны методы фиксации и окраски клетки, представления о клеточном строении организмов получили общее признание.

В 1838 - 1939 гг. двое немецких ученых - ботаник М. Шлейден и зоолог Т. Шванн, собрали все доступные им сведения и наблюдения в единую теорию, утверждавшую, что клетки, содержащие ядра, представляют собой структурную и функциональную основу всех живых существ. Спустя примерно 20 лет после провозглашения Шлейдоном и Шванном клеточной другой немецкий ученый - врач Р. Вирхов сделал очень важное обобщение: клетка может возникнуть из предшествующей клетки. Академик Российской Академии наук Карл Бэр открыл яйцеклетку млекопитающих и установил, что все многоклеточные организмы начинают свое развитие с клетки и этой клеткой является зигота.

Современная клеточная теория включает следующие основные положения:

1. Клетка - основная единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого.

2. Клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов сходны (гомологичны) по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.

3. Размножение клеток происходит путем их деления, т.е. каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки. Положения о генетической непрерывности относиться не только к клетке в целом, но и некоторым из её более мелких компонентов - к генам и хромосомам, а также к генетическому механизму, обеспечивающему передачу вещества наследственности следующему поколению.

4. В сложных многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемой ими функции и образуют ткани; из тканей состоят органы, которые тесно связаны между собой и подчинены нервным и гуморальным системам регуляции.

**1. Клеточное строение живого**

Все живые организмы состоят из клеток – из одной клетки (простейшие) или многих (многоклеточные). Клетка – это один из основных структурных, функциональных и воспроизводящих элементов живой материи; это элементарная живая система. Существует эволюционно неклеточные организмы (вирусы), но и они могут размножаться только в клетках. Различные клетки отличаются друг от друга и по строению, и по размерам (размеры клеток колеблются от 1мкм до нескольких сантиметров – это яйцеклетки рыб и птиц), и по форме (могут быть круглые как эритроциты, древовидные как нейроны), и по биохимическим характеристикам (например, в клетках, содержащих хлорофолл или бактериохлорофилл, идут процессы фотосинтеза, которые невозможны при отсутствии этих пигментов), и по функциям (различают половые клетки – гаметы и соматические – клетки тела, которые в свою очередь подразделяются на множество разных типов).

Клетка обладает всеми основными свойствами живой системы: обменом веществ и энергии (метаболизм), размножением и ростом, реактивностью и движением. Она является наименьшей структурной и функциональной единицей живого.

Клетка состоит из трех основных частей: 1) поверхностной или клеточной мембраны, которая отделяет клетку от внешней среды и контролирует обмен между клеткой и средой; 2) цитоплазмы, содержащей разнообразные микроструктуры и органеллы и 3) клеточного ядра, в котором содержится ДНК - хранитель генетической информации.

Клеточная мембрана представляет собой двойной слой молекул липидов, в который встроены молекулы белков. Клетка способна выделять за пределы своей наружной мембраны различные вещества, например слизь, целлюлозу, образующие клеточные стенки, и другие материалы, а также избирательно поглощать различные вещества извне. Мембрана обеспечивает поддержание определенной концентрации солей внутри клетки на постоянном уровне. Гибнущая клетка теряет контроль над внутренней концентрацией различных веществ, особенно солей.

Поглощение и выделение различных веществ живой клеткой контролируется особыми белками, встроенными в мембрану. Эти белки служат как бы воротами или насосами, и их работа связана с потреблением энергии.

Внутри мембраны заключено клеточное содержимое - очень вязкая среда, называемая цитоплазмой. В цитоплазме находятся разнообразные органеллы, которые также обычно окружены мембранами. К ним относятся митохондрии, в которых заключены дыхательные ферменты. Здесь “сжигаются” сахара и синтезируется АТФ (аденозинтрифосфорная кислота), богатая энергией. В растительных клетках кроме митохондрий есть хлоропласты, содержащие хлорофилл. Здесь происходит фотосинтез, в ходе которого синтезируются сахара и молекулы АТФ.

В клетках бактерий ДНК свободно располагается в цитоплазме. В клетках грибов, растений и животных ДНК входит в состав хромосом, которые располагаются в ядре. Ядро отделено от цитоплазмы ядерной мембраной.

В типичной клетке содержится свыше 500 различных ферментов и протекают сотни и даже тысячи химических реакций, которые осуществляются с помощью белков-ферментов. Синтез всех необходимых клетке веществ контролируется следующим образом:

1) С помощью репрессии (подавление) или индукции синтеза на генном уровне. Конечный продукт биосинтеза может выключить работу соответствующего гена (репрессия). Поступившее в клетку или образовашееся в ней вещество может включить работу соответствующего гена (индукция).

2) Посредством ингибирования (подавления) конечным продуктом активности ферментов. Если вещество становится доступным в достаточном количестве, то это ведет к подавлению синтеза как его самого, так и ферментов, участвующих в его образовании.

Ингибирование конечным продуктом есть проявление отрицательной обратной связи, обычного механизма регуляции, который встречается не только в клетках.

**2. Жизненный цикл клетки**

*Жизненный цикл клетки* (клеточный цикл) — это период жизни клетки от одного деления до следующего или от деления до смерти. Для разных типов клеток клеточный цикл различен. Интерфаза — период между делениями, в котором происходят процессы роста, удвоения молекул ДНК, синтеза белков и других органических соединений, деления митохондрий и пластид, разрастания эндоплазматической сети. Интенсивно аккумулируется энергия. Митоз — деление, сопровождающееся спирализацией хромосом и образованием аппарата, обеспечивающего равномерное распределение наследственного материала материнской клетки между двумя дочерними. Мейоз — это особый способ деления клеток, в результате которого количество хромосом уменьшается вдвое и образуются гаплоидные клетки.

*Сравнение процессов митоза и мейоза.* Митоз и Мейоз Имеют одинаковые фазы деления. Перед делением происходят спирализация и удвоение молекул ДНК. В метафазе на экваторе клетки располагаются удвоенные хромосомы. В метафазе на экваторе клетки располагаются пары гомологичных хромосом. Конъюгация хромосом отсутствует. В профазе гомологичные хромосомы конъюгируют и могут обмениваться участками (кроссинговер). Между делениями происходит удвоение хромосом. Между первым и вторым делениями нет удвоения хромосом. Формируются две дочерние клетки с диплоидным набором хромосом (2п). Формируются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом (п). В профазе митоза хромосомы спирализуются, сокращаются и утолщаются. Хроматиды отходят друг от друга, оставаясь соединенными только центромерами. Метафазные хромосомы имеют Х-образную форму, состоят из двух хроматид, концы которых разошлись. В анафазе каждая хромосома разделяется на отдельные хроматиды, которые называются дочерними хромосомами. Они имеют вид палочек, согнутых в месте первичной перетяжки

*Метафаза.* Завершаются процессы спирализации хромосом и формирования веретена деления. Каждая хромосома прикрепляется центромерой к микротрубочке веретена деления и направляется к центральной части клетки. Центромеры хромосом располагаются на одинаковых расстояниях от полюсов клетки. Хроматиды отделяются друг от друга

*Анафаза* (самая короткая). Происходит деление центромер и расхождение хроматид к разным полюсам клетки. У каждого полюса собирается диплоидный набор хромосом. Происходит деспирализация хромосом, вокруг скоплений хроматид формируется ядерная оболочка, появляются ядрышки; дочерние ядра принимают вид интерфазных. Цитоплазма материнской клетки делится. Образуются две дочерние клетки. Образуются две дочерние клетки с диплоидным набором хромосом

*Профаза I.* Начинается спирализация хромосом, однако хроматиды каждой из них не разделяются. Гомологичные хромосомы сближаются, образуя пары — имеет место конъюгация. Во время конъюгации может наблюдаться процесс кроссинговера, во время которого гомологичные хромосомы обмениваются определенными участками. Вследствие кроссинговера образуются новые комбинации различных состояний определенных генов. Через определенное время гомологичные хромосомы начинают отходить друг от друга. Исчезают ядрышки, разрушается ядерная оболочка и начинается формирование веретена деления

*Метафаза I.* Нити веретена деления прикрепляются к центромерам гомологичных хромосом, лежащих не в плоскости экваториальной пластинки, а по обе стороны от нее.

*Анафаза I.* Гомологичные хромосомы отделяются друг от друга и двигаются к противоположным полюсам клетки. Центромеры отдельных хромосом не разделяются, и каждая хромосома состоит из двух хроматид. У каждого из полюсов клетки собирается половинный (гаплоидный) набор хромосом.

*Телофаза I.* Формируется ядерная оболочка. У животных и некоторых растений хромосомы деспирализуются, и осуществляется деление цитоплазмы Вследствие первого деления возникают клетки или только ядра с гаплоидными наборами хромосом. Интерфаза между первым и вторым делениями сокращена, молекулы ДНК в это время не удваиваются.

*Профаза II*. Спирализуются хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид, исчезают ядрышки, разрушается ядерная оболочка, центриоли перемещаются к полюсам клеток, начинает формироваться веретено деления. Хромосомы приближаются к экваториальной пластинке.

*Метафаза II.* Завершается спирализация хромосом и формирование веретена деления. Центромеры хромосом располагаются в один ряд вдоль экваториальной пластинки, к ним присоединяются нити веретена деления.

*Анафаза II.* Делятся центромеры хромосом и хроматиды расходятся к полюсам клетки благодаря укорочению нитей веретена деления.

*Телофаза II.* Хромосомы деспирализуются, исчезает веретено деления, формируются ядрышки и ядерная оболочка. Происходит деление цитоплазмы.

Гибель (смерть) отдельных клеток или целых их групп постоянно встречается у многоклеточных организмов, так же как гибель одноклеточных организмов. Причины гибели, процессы морфологического и биохимического характера развития клеточной смерти могут быть различными. Но все же их можно четко разделить на две категории: некроз (от греч. nekrosis – омертвление) и апоптоз (от греч. корней, означающих "отпадение" или "распадение"), который часто называют программируемой клеточной смертью (ПКС) или даже клеточным самоубийством (рис. 354).

# *Некроз.* Этот вид клеточной смерти обычно связывается с нарушением внутриклеточного гомеостаза в результате нарушения проницаемости клеточных мембран, приводящим к изменению концентрации ионов в клетке, с необратимыми изменениями митохондрий, что сразу приводит к прекращению всех жизненных функций, включая синтез макромолекул. Некроз вызывают повреждения плазматической мембраны, подавление активности мембранных насосов под действием многих ядов, а также необратимые изменения энергетики при недостатке кислорода (при ишемии – закупорке кровеносного сосуда) или отравлении митохондриальных ферментов (действие цианидов). При этом при повышении проницаемости плазматической мембраны клетка набухает за счет ее обводнения, в цитоплазме происходит увеличение концентрации ионов Na+ и Ca2+, закисление цитоплазмы, набухание вакуолярных компонентов и разрыв их мембран, прекращение синтеза белков в цитозоле, освобождение лизосомных гидролаз и лизис клетки. Одновременно с этими изменениями в цитоплазме изменяются и клеточные ядра: вначале они компактизируются (пикноз ядер), но по мере набухания ядра и разрыва его оболочки пограничный слой хроматина распадается на мелкие массы (кариорексис) а затем наступает кариолизис, растворение ядра. Особенностью некроза является то, что такой гибели подвергаются большие группы клеток (например, при инфаркте миокарда из-за прекращения снабжения кислородом участка сердечной мышцы). Обычным является то, что участок некроза подвергается атаке лейкоцитов и в зоне некроза развивается воспалительная реакция.

# *Апоптоз.* В процессе развития организмов и их функционировании во взрослом состоянии постоянно происходит гибель части клеток, но без их физического или химического повреждения, происходит как бы их "беспричинная" смерть.

Процесс начинается с того, что клетки теряют контакты с соседними клетками, они как бы сморщиваются, в ядрах по их периферии происходит специфическая конденсация хроматина, затем ядро фрагментируется на отдельные части, вслед за этим сама клетка фрагментируется на отдельные тельца, отграниченные плазматической мембраной – апоптические тельца. Апоптоз - процесс, приводящий не к растворению клетки, а к ее фрагментации, распаду.

**3. Единство и многообразие клеточных типов**

Многочисленные исследования в области цитологии – биологической науки, специально занимающейся исследованием живой клетки, показали, что все клетки имеют некоторые общие свойства не только в строении, но и функциях. Так, клетки осуществляют обмен веществ, способны к саморегуляции своего состояния, могут передавать наследственную информацию. Клеткам свойственны рост и размножение. Каждая из образовавшихся дочерних клеток растет и достигает размеров материнской. Новые клетки выполняют функцию материнской клетки.

Вместе с тем выяснилось, что клетки весьма многообразны. Они могут существовать как одноклеточные организмы (амебы), а также в составе многоклеточных. Продолжительность жизни клеток различна: от нескольких часов до десятков лет. Так, некоторые клетки пищевода отмирают через несколько дней после появления, а срок жизни нервных клеток может совпадать с продолжительностью жизни человека. Жизненный цикл любой клетки завершается или делением и продолжением жизни, но уже в обновленном виде, или гибелью.

Размеры клеток колеблются от одной тысячной сантиметра до 10 см, что, правда, встречается очень редко.

Проще всего устроены клетки цианобактерий и настоящих бактерий. У них отсутствуют ядра, митохондрии, пластиды и некоторые другие структуры, характерные для клеток высших организмов, не развита система внутренних мембран. В связи с отсутствием ядра такие клетки называются прокариотическими.

Бактериальные клетки могут быть округлыми, палочковидными, изогнутыми или скрученными. Клетки шарообразных бактерий (кокков) способны склеиваться друг с другом, образуя пары, комочки, пленки или длинные цепи. Палочковидные бактерии (бациллы) могут образовывать пары или цепочки, но чаще живут как одиночные клетки.

Клетки настоящих водорослей и наземных растений, грибов и животных имеют оформленное ядро и называются эукариотическими.

Огромное число эукариотических организмов существуют как отдельные клетки: одноклеточные водоросли (хлореллы), одноклеточные грибы (дрожжи) и одноклеточные животные (амебы, инфузории).

Клетки многоклеточных растений и животных могут выглядеть совершенно по-разному. Человек, например, как и все прочие позвоночные, состоит из нервных и мышечных клеток, клеток печени, костной ткани и многих других. Разнообразие формы и размеров клеток соответствует разнообразию их функций.

Таким образом, живая клетка обладает рядом жизненных свойств: обменом веществ, раздражимостью, ростом и размножением, подвижностью, на основе которых осуществляются функции целого организма.

**Заключение**

Значение клеточной теории в развитии науки состоит в том, что благодаря ей стало понятно, что клетка – это важнейшая составляющая часть всех живых организмов. Она их главный «строительный» компонент, клетка является эмбриональной основой многоклеточного организма, т.к. развитие организма начинается с одной клетки – зиготы. Клетка – основа физиологических и биохимических процессов в организме, т.к. на клеточном уровне происходят, в конечном счёте, все физиологически и биохимические процессы. Клеточная теория позволила прийти к выводу о сходстве химического состава всех клеток и ещё раз подтвердила единство всего органического мира.