

Тема 2.1. Клетка.

Клеточная теория - это обобщенные представления о строении клеток как единиц живого, об их размножении и роли в формировании многоклеточных организмов. Появлению и формулированию отдельных положений клеточной теории предшествовал довольно длительный (более трехсот лет) период накопления наблюдений о строении различных одноклеточных и многоклеточных организмов растений и животных. Этот период был связан с усовершенствованием различных оптических методов исследований и расширением их применения.

Роберт Гук (1665) первым наблюдал с помощью увеличительных линз подразделение тканей пробки на «ячейки», или «клетки». Его описания послужили толчком для появления систематических исследований анатомии растений, которые подтвердили наблюдения Роберта Гука и показали, что разнообразные части растений состоят из тесно расположенных «пузырьков», или «мешочков». Позднее **А. Левенгук(1680)** открыл мир одноклеточных организмов и впервые увидел клетки животных (эритроциты). Позднее клетки были вновь описаны животных, но эти и другие многочисленные исследования не привели в то время к пониманию универсальности клеточного строения, к четким представлениям о том, что же является собой клетка. Прогресс в изучении микроанатомии клетки связан с развитием микроскопирования в XIX в. К этому времени изменились представления о строении клеток: главным в организации клетки стала считаться не клеточная стенка, а собственно ее содержимое – протоплазма. В протоплазме был открыт постоянный компонент клетки — ядро. Все эти многочисленные наблюдения позволили **Т. Шванну** в **1838 г.** сделать ряд обобщений. Он показал, что клетки растений и животных принципиально сходны между собой (гомологичны). «Заслуга Т. Шванна заключалась не в том, что он открыл клетки как таковые, а в том, что он научил исследователей понимать их значение». Дальнейшее развитие эти представления получили в работах **Р. Вирхова (1858)**.

Создание клеточной теории стало важнейшим событием в биологии, одним из решающих доказательств единства всей живой природы. Клеточная теория оказала значительное влияние на развитие биологии, послужила главным фундаментом для развития таких дисциплин как эмбриология, гистология и физиология. Она дала

основы для понимания жизни, для объяснения родственной взаимосвязи организмов, для понимания индивидуального развития.

Основные положения клеточной теории сохранили свое значение и на сегодняшний день, хотя за более чем сто пятьдесят лет были получены новые сведения о структуре, жизнедеятельности и развитии клеток. В настоящее время клеточная теория постулирует следующее:

1. Клетка — элементарная единица живого: вне клетки нет жизни.
2. Клетки сходны (гомологичны) по строению и по основным свойствам.
3. Клетки увеличиваются в числе путем деления исходной клетки после удвоения ее генетического материала (ДНК): клетка от клетки.
4. 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).

Клетка - элементарная единица живого

Представление о клетке как о самостоятельной жизнедеятельной единице было дано еще в работах Т. Шванна. Р. Вирхов (1858) также считал, что каждая клетка несет в себе полную характеристику жизни: «Клетка есть последний морфологический элемент всех живых тел, и мы не имеем права искать настоящей жизнедеятельности вне ее».

Современная наука полностью доказала это положение. В популярной литературе клетку часто называют «атомом жизни», «квантом жизни», подчеркивая тем самым, что клетка — это наименьшая единица живого, вне которой нет жизни. Такая общая характеристика клетки должна в свою очередь опираться на определение живого — что такое живое, что такое жизнь. Очень трудно дать окончательное определение живого, жизни.

М.В. Волькенштейн (1965) дает следующее определение жизни: «Живые организмы представляют собой открытые (т.е. обменивающиеся с окружающей средой веществом и энергией), саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, важнейшими функционирующими веществами которых являются белки и нуклеиновые кислоты». Живому свойствен ряд совокупных признаков, таких, как способность к воспроизведению (репродукции), обмен веществ, раздражимость,

изменчивость и т.д. И такую совокупность этих признаков можно обнаружить на клеточном уровне. Нет меньшей единицы живого, чем клетка. Мы можем выделить из клетки отдельные ее компоненты или даже молекулы и убедиться, что многие из них обладают специфическими функциональными особенностями. Так, выделенные актиномиозиновые фибриллы (за счет сокращения этих структур сокращаются мышечные клетки) могут сокращаться в ответ на добавление АТФ. Вне клетки прекрасно «работают» многие ферменты, участвующие в синтезе или распаде сложных биоорганических молекул; выделенные рибосомы в присутствии необходимых факторов могут синтезировать белок, разработаны неклеточные системы ферментативного синтеза нуклеиновых кислот и т.д. Можно ли считать все эти клеточные компоненты, структуры, ферменты, молекулы живыми? Можно ли считать живым актиномиозиновый комплекс? А белковую молекулу — фермент? Думается, что нет, хотя бы потому, что они обладают лишь частью набора свойств живого. Например, белок не может сам по себе синтезировать новый белок (функция воспроизведения отсутствует), он не может сам осуществлять обмен веществ и энергии, расти и развиваться. То же относится и к остальным примерам. Только клетка как таковая является наименьшей единицей, обладающей всеми вместе взятыми свойствами, отвечающими определению «живое».

Что же такое клетка, какое ей можно дать общее определение? Из школьного курса известно, что разнообразные клетки имеют совершенно несходную морфологию, их внешний вид и величины значительно расходятся. Действительно, что общего между звездчатой формой некоторых нервных клеток, шаровидной формой лейкоцита и трубкообразной формой клетки эндотелия. Такое же разнообразие форм встречается и среди микроорганизмов. Поэтому мы должны находить общность живых объектов не в их внешней форме, а в общности их внутренней организации.

Среди живых организмов встречаются два типа организации клеток. К наиболее простому типу строения можно отнести клетки бактерий и синезеленых водорослей (цианобактерий), к более высокоорганизованному — клетки всех остальных живых существ, начиная от низших растений и кончая человеком.

Принято называть клетки бактерий и синезеленых водорослей прокариотическими (доядерными клетками), а клетки всех остальных

представителей живого — эукариотическими (собственно ядерными), потому что у последних обязательной структурой служит клеточное ядро, отделенное от цитоплазмы ядерной оболочкой. Клетки прокариот сильно отличаются от клеток эукариот: они не только не имеют оформленного ядра, но и не имеют многих органоидов (митохондрий, лизосом, аппарата Гольджи и так далее). Более подробно об этих различиях мы поговорим на соответствующем уроке. А пока что разберемся с тем, что объединяет эти организмы и почему же все-таки клетки всего живого сходны по строению.

Несмотря на четкие морфологические отличия, и прокариотические и эукариотические клетки имеют много общего, что и позволяет отнести их к одной, клеточной, системе организации живого. И те и другие одеты плазматической мембраной, обладающей сходной функцией активного переноса веществ из клетки и внутрь ее; синтез белка у них происходит на рибосомах; сходны и другие процессы, такие, как синтез РНК и репликация ДНК, похожи и биоэнергетические процессы. Исходя из вышесказанного, клетке можно дать общее определение.

Клетка —

это ограниченная активной мембраной упорядоченная структурированная система биополимеров и их макромолекулярных комплексов, участвующих в единой совокупности метаболических и энергетических процессов, осуществляющих поддержание и воспроизведение всей системы в целом.

Короче: клетка — самоподдерживающаяся и самовоспроизводящаяся система биополимеров. Это определение дает описание основных свойств «живого» — воспроизведение подобного себе из неподобного себе.

У многоклеточных организмов часть клеток утрачивает свойство размножаться, но они остаются клетками до тех пор, пока способны осуществлять синтетические процессы, регулировать транспорт веществ между клеткой и средой, использовать для этих процессов энергию. Есть примеры безъядерных клеток (эритроциты млекопитающих, некоторые мышечные клетки моллюсков), это скорее не собственно клетки, а их остатки — одетые мембраной участки цитоплазмы с ограниченными функциональными потенциями.

Одно время первый постулат клеточной теории подвергался многочисленным нападкам и критике. Некоторые авторы указывали, что в многоклеточных

организмах, особенно у животных, кроме клеток существуют и межклеточные, промежуточные вещества, которые тоже, казалось бы, обладали свойствами живого. Однако было показано, что межклеточные вещества (так называемое основное вещество и волокна соединительной ткани) представляют собой не самостоятельные образования, а продукты активности отдельных групп клеток.

Гомологичность клеток

Термин «гомологичность» означает сходство по коренным свойствам и отличие по второстепенным. Например, руки человека, крыло птицы, передняя нога лошади гомологичны не только по плану строения, но и по своему происхождению. Подобно этому можно говорить, что разные клетки организмов растительного или животного происхождения сходны, гомологичны.

Это обобщение, сделанное еще Т. Шванном, нашло свое подтверждение и развитие в современной цитологии, использующей новые достижения техники, такие, как электронный микроскоп. Гомологичность строения клеток наблюдается внутри каждого из типов клеток: прокариотическом и эукариотическом. Хорошо известно разнообразие клеток как бактериальных, так и высших организмов. Такое одновременное сходство строения и разнообразие форм определяются тем, что клеточные функции можно грубо подразделить на две группы: обязательные и факультативные. Обязательные функции, направленные на поддержание жизнеспособности самих клеток, осуществляются специальными внутриклеточными структурами.

Так, у всех прокариотических клеток плазматическая мембрана не только ограничивает собственно цитоплазму, но и функционирует как структура, обеспечивающая активный транспорт веществ и клеточных продуктов, как система окислительного фосфорилирования, как источник образования клеточных бактериальных стенок. ДНК нуклеоида бактерий и синезеленых водорослей обеспечивает генетические свойства клеток и т.д. Рибосомы цитоплазмы — единственные аппараты синтеза полипептидных цепей — также обязательный компонент цитоплазмы прокариотической клетки. Разнообразие же прокариотических клеток — это результат приспособленности отдельных бактериальных одноклеточных организмов к условиям среды обитания. Прокариотические клетки могут отличаться друг от друга толщиной и устройством

клеточной стенки, складчатостью плазматической мембраны, количеством и структурой цитоплазматических выростов этой мембраны, количеством и свойствами внутриклеточных вакуолей и мембранных скоплений и др. Но «общий план» строения прокариотических клеток остается постоянным.

Та же картина наблюдается и для эукариотических клеток. При изучении клеток растений и животных бросается в глаза разительное сходство не только в микроскопическом строении этих клеток, но и в деталях строения их отдельных компонентов. У эукариот, как и у прокариот, клетки отделены друг от друга или от внешней среды активной плазматической мембраной, которая может принимать участие в выделении веществ из клетки и построении внеклеточных структур, что особенно выражено у растений. У всех эукариотических клеток от низших грибов до позвоночных всегда имеется ядро, принципиально сходное по построению у разных организмов. Строение и функции внутриклеточных структур также в принципе определяются гомологичностью общеклеточных функций, связанных с поддержанием самой живой системы (синтез нуклеиновых кислот и белков, биоэнергетика клетки и т.д.).

Одновременно мы видим и разнообразие клеток даже в пределах одного многоклеточного организма. Например, по форме мало похожи друг на друга такие клетки, как мышечная или нервная. Современная цитология показывает, что различие клеток связано со специализацией их функций, с развитием особых функциональных клеточных аппаратов. Так, если рассматривать мышечную клетку, то в ней кроме общеклеточных структур (мембранные системы ретикулума, аппарат Гольджи, рибосомы и др.) встречаются в большом количестве фибриллярные компоненты, обеспечивающие специальную функциональную нагрузку, характерную для этой клетки.

Структурное разнообразие клеток многоклеточного организма можно объяснить отличием их специальных функций, осуществляющихся данной клеткой как бы на фоне общих, обязательных клеточных функций. Другими словами, гомологичность в строении клеток определяется сходством общеклеточных функций, направленных на поддержание жизни самих клеток и на их размножение. Разнообразие же в строении клеток многоклеточных организмов — результат функциональной специализации.

Клетка от клетки

Формулировка положения «всякая клетка от клетки» («*omnis cellula e cellula*») связана с именем знаменитого ученого **Р. Вирхова**. Т. Шванн в своих обобщениях подчеркивал одинаковость принципа развития клеток как у животных, так и у растений. Это представление базировалось на выводах Шлейдена о том, что клетки могут образовываться из зернистой массы в недрах клеток заново. Р. Вирхов как противник идеи о самозарождении жизни настаивал на «преемственном размножении клеток». Сегодня сформулированное Р. Вирховым афористическое определение можно считать биологическим законом.

Размножение прокариотических и эукариотических клеток происходит только путем деления исходной клетки, которому предшествует воспроизведение ее генетического материала (редупликация ДНК).

У эукариотических клеток единственно полноценным способом деления является митоз (или мейоз при образовании половых клеток). При этом образуется специальный аппарат клеточного деления — клеточное веретено, с помощью которого равномерно и точно по двум дочерним клеткам распределяются хромосомы, до этого удвоившиеся в числе. Этот тип деления наблюдается у всех эукариотических (как растительных, так и животных) клеток.

Прокариотические клетки, делящиеся так называемым бинарным образом, также используют специальный аппарат разделения клеток, значительно напоминающий митотический способ деления эукариот.

Современная наука отвергает иные пути образования клеток и увеличение их числа. Появившиеся одно время описания образования клеток из «неклеточного живого вещества» оказались в лучшем случае результатом методических недостатков или даже ошибок, а в худшем — плодом научной недобросовестности.

Клетка и многоклеточный организм

Роль отдельных клеток в многоклеточном организме подвергалась неоднократному обсуждению и критике и претерпела наибольшие изменения. Т. Шванн представлял себе многогранную деятельность организма как сумму жизнедеятельности отдельных клеток. Действительно, какую бы сторону деятельности целого организма мы ни брали, будь то реакция на раздражение или движение, иммунные реакции, выделение и многое другое, каждая из них

осуществляется специализированными клетками. Клетка — это единица функционирования в многоклеточном организме. Но клетки объединены в функциональные системы, в ткани и органы, которые находятся во взаимной связи друг с другом. Поэтому нет смысла в сложных организмах искать главные органы или главные клетки. Многоклеточные организмы представляют собой сложные ансамбли клеток, объединенные в целостные интегрированные системы тканей и органов, подчиненные и связанные межклеточными, гуморальными и нервными формами регуляции. Вот почему мы говорим об организме как о целом. Специализация частей многоклеточного единого организма, расчлененность его функций дают ему большие возможности приспособления для размножения отдельных индивидуумов, для сохранения вида.

В итоге можно сказать, что клетка в многоклеточном организме — это единица функционирования и развития. Кроме того, первоосновой всех нормальных и патологических реакций целостного организма является клетка. Действительно, все многочисленные свойства и функции организма выполняются клетками. Когда в организм попадают чужеродные белки, например бактериальные, то развивается иммунологическая реакция. При этом в крови появляются белки — антитела, которые связываются с чужими белками и их инактивируют. Эти антитела представляют собой продукты синтетической активности определенных клеток — плазматитов. Но чтобы плазматиты начали вырабатывать специфические антитела, необходимы работа и взаимодействие целого ряда специализированных клеток — лимфоцитов и макрофагов. Другой пример, простейший рефлекс — слюноотделение в ответ на предъявление пищи. Здесь проявляется очень сложная цепь клеточных функций: зрительные анализаторы (клетки) передают сигнал в кору головного мозга, где активируется целый ряд клеток, передающих сигналы на нейроны, которые посылают сигналы к разным клеткам слюнной железы, где одни клетки вырабатывают белковый секрет, другие выделяют слизистый секрет, третьи, мышечные, сокращаясь, выдавливают секрет в протоки, а затем в полость рта. Такие цепи последовательных функциональных актов отдельных групп клеток можно проследить на множестве примеров функциональных отправлений организма.

Жизнь нового организма начинается с зиготы — клетки, получившейся в результате слияния женской половой клетки (ооцита) со спермием. При делении

зиготы возникает клеточное потомство, которое также делится, увеличивается в числе и приобретает новые свойства, специализируется, дифференцируется. Рост организма, увеличение его массы есть результат размножения клеток и выработки ими разнообразных продуктов (например, вещества кости или хряща).

И наконец, именно поражение клеток или изменение их свойств является основой для развития всех без исключения заболеваний. Данное положение было впервые сформулировано Р. Вирховым (1858) в его знаменитой книге «Клеточная патология». Классическим примером клеточной обусловленности развития болезни может служить сахарный диабет, широко распространенное заболевание современности. Его причина — недостаточность функционирования лишь одной группы клеток — так называемых В-клеток островков Лангерганса в поджелудочной железе. Эти клетки вырабатывают гормон инсулин, участвующий в регуляции сахарного обмена организма. Все эти примеры показывают важность изучения структуры, свойств и функций клеток для самых различных биологических дисциплин и для медицины.

Подводя итог рассмотрению современного состояния клеточной теории, нужно сказать, что именно клетка является единицей развития многоклеточных, единицей их строения, функционирования и единицей патологических изменений организма.