

Р.П. САМУСЕВ

Анатомия человека

4-е издание, переработанное

Рекомендовано

*ГОУ ВПО «Московская медицинская академия
имени И. М. Сеченова» в качестве учебника
для студентов учреждений
среднего профессионального образования*

Москва
АСТ
Мир и Образование

Г Л А В А 2

ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И СОСТАВЛЯЮЩИЕ ЕГО СТРУКТУРЫ

КЛЕТКА

Организм человека — это сложная целостная, саморегулирующаяся и самообновляющаяся система, для которой характерна определенная организация ее структур. Основой строения и развития человека является **клетка** — элементарная структурная, функциональная и генетическая единица живого вещества. Организм человека построен из клеток и неклеточных структур, объединенных в процессе развития в ткани, органы, системы органов и целостный организм. Будучи элементарной единицей многоклеточного организма, клетка в то же время имеет очень сложную структурную и функциональную организацию (рис. 2.1). В теле человека огромное количество клеток (примерно 10^{14}), при этом величина их колеблется от 5–7 до 80–120 мкм. Наиболее крупными являются женские половые клетки (яйцеклетки) и нервные клетки, а самыми мелкими — клетки крови — лимфоциты. Наука, изучающая развитие, строение и функции клеток, называется *цитологией* (греч. *kytos* — клетка, *logos* — наука).

Форма клеток. Форма клеток, как и их величина, очень разнообразна. Клетки бывают плоскими, кубическими, округлыми, вытянутыми, звездчатыми, шаровидными, веретеновидными (рис. 2.2), что обусловлено выполняемой ими функцией и условиями их жизнедеятельности. Так, клетки крови округлые; клетки, осуществляющие проведение импульсов, звездчатые, с отростками; клетки, обеспечивающие движение отдельных частей тела человека или его органов, удлинённые, веретеновидные. Несмотря на различия в величине, форме и функциональной специализации, для всех клеток характерен общий принцип строения: основными частями клетки являются цитоплазма, ядро и цитолемма.

Строение цитоплазмы. *Цитоплазма* состоит из гиалоплазмы (основной плазмы), цитоплазматических оргanelл и включений.

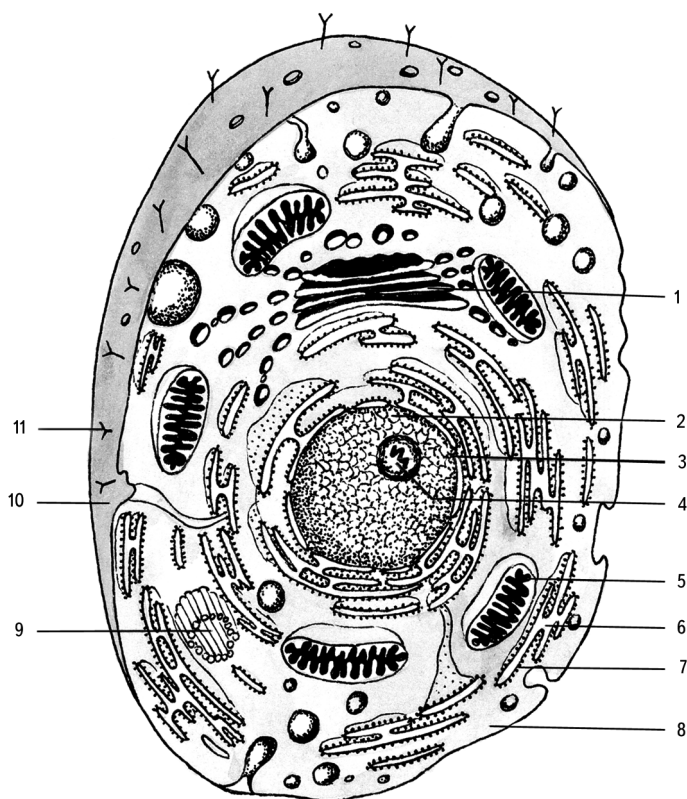


Рис. 2.1. Ультрамикроскопическое строение клетки животных организмов (схема).

1 — комплекс Гольджи; 2 — ядро клетки; 3 — ядерная оболочка; 4 — ядрышко; 5 — митохондрия; 6 — эндоплазматическая сеть; 7 — рибосомы; 8 — гиалоплазма; 9 — клеточный центр; 10 — внешняя клеточная мембрана; 11 — рецептор.

Цитоплазма является содержимым клетки и составляет 1–99% от ее массы. Она ограничена оболочкой — плазмолеммой, отделяющей клетку от окружающей среды. Плазмолемма состоит из двойного фосфолипидного слоя, внутри которого распределены интегральные белки. Оболочка клетки является универсальной биологической мембраной, обеспечивающей постоянство внутренней среды клетки путем регуляции обмена ве-

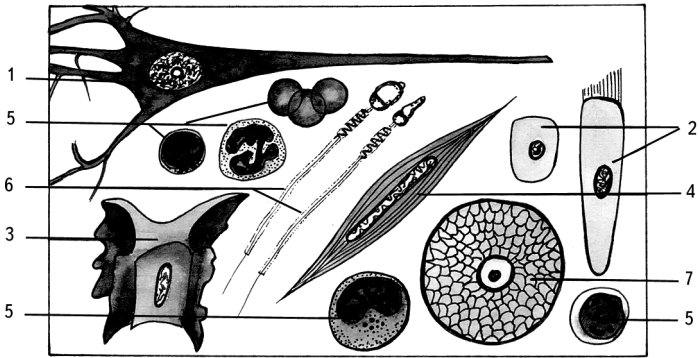


Рис. 2.2. Различные формы животных клеток.

1 — нервная; 2 — эпителиальные; 3 — соединительнотканная; 4 — гладкая мышечная; 5 — клетки крови; 6 — сперматозоид; 7 — яйцеклетка.

существ между клеткой и внешней средой, — это транспортная и барьерно-рецепторная система клетки. При помощи плазмолеммы образуются также специальные структуры поверхности клеток в виде микроворсинок, десмосом, поясков слипания, синапсов и т. д. Основная цитоплазма — **гиалоплазма** (греч. *hyalos* — стекло), или **цитоплазматический матрикс**, имеет полужидкую консистенцию и мелкозернистую структуру. В ней располагаются ядро и все органеллы, а также продукты внутриклеточного метаболизма. В состав цитоплазмы входят белки, жиры, углеводы, неорганические вещества, вода, липиды, нуклеиновые кислоты, ферменты. Белки составляют от 5 до 8%, углеводы — 1–5%, жиры — 5–9%, липиды — 2–3%, а вода — 75–85% от массы клетки. Неорганические вещества представлены солями калия, натрия, кальция, магния, нуклеиновые кислоты — дезоксирибонуклеиновой (ДНК) и рибонуклеиновой (РНК) кислотами.

Белки выполняют пластическую функцию — из них построены клеточные структуры; углеводы и жиры являются источником энергии. Вода и соли определяют физико-химические свойства клетки, создают осмотическое давление в клетке и ее электрический заряд. Важнейшей биологической функцией нуклеиновых кислот является их участие в

процессах биосинтеза белка, которые лежат в основе механизмов роста, развития организма, передачи и воспроизводства наследственных признаков. Основная роль гиалоплазмы заключается в том, что эта полужидкая среда объединяет все клеточные структуры и обеспечивает химическое взаимодействие их друг с другом.

Цитоплазматические органеллы, которые имеются во всех клетках, относятся к органеллам общего назначения — это эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, рибосомы, митохондрии, лизосомы, клеточный центр. Органеллы, присущие только специализированным клеткам, являются органеллами специального назначения (реснички, миофибриллы и др.).

Э н д о п л а з м а т и ч е с к а я с е т ь — структура сетевидного строения, состоящая из системы канальцев, мелких пузырьков, цистерн, стенки которых образованы цитоплазматическими мембранами (см. рис. 2.1). Каждому виду клеток свойственна определенная архитектура цитоплазматической сети, представляющей в клетке сложное трехмерное образование, пространство между петлями которого заполнено однородным веществом. Различают *гранулярную* и *агранулярную* (гладкую) *эндоплазматическую сеть*. На мембранах гранулярной эндоплазматической сети имеется большое количество гранул — рибосом. Эндоплазматическая сеть — это циркуляторная система клетки, обеспечивающая транспорт веществ внутри клетки между ее образованиями. Агранулярная эндоплазматическая сеть принимает участие в синтезе углеводов и липидов, гранулярная — в синтезе белка.

Р и б о с о м ы — самые маленькие по величине органеллы клетки, имеющие форму зерен (диаметр 15–25 нм). Располагаются рибосомы на мембранах гранулярной эндоплазматической сети, на оболочке ядра или свободно в цитоплазме. Они состоят из РНК (40%) и структурного белка (60%) и осуществляют синтез белка. Это своеобразные фабрики белка, обладающие высокой производительностью: за час рибосомы синтезируют белка больше, чем их общая масса.

М и т о х о н д р и и в световом микроскопе имеют вид мелких зерен, палочек, нитей (см. рис. 2.1). Количество их в клетке прямо пропорционально ее функциональной активности и может достигать 3000–4000. Диа-

метр митохондрий колеблется от 0,2 до 1 мкм, длина — от 1 до 15 мкм. Каждая митохондрия имеет наружную мембрану и внутреннюю мембрану, последняя образует выпячивания, направленные внутрь, которые называются *кристами*. На кристах располагаются ферментные системы. С их помощью в митохондриях происходят расщепление глюкозы, аминокислот, жирных кислот и превращение энергии их химических связей в макроэргические (энергоемкие) соединения типа аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) — универсального клеточного горючего. Синтезированная митохондриями АТФ обеспечивает все энергетические процессы жизнедеятельности клетки. Таким образом, митохондрии являются своеобразными силовыми энергетическими станциями клетки.

Л и з о с о м ы — округлые тельца размером 0,2–0,4 мкм, стенка которых образована цитоплазматической мембраной. Матрикс лизосом содержит большой набор (20–40) гидролитических ферментов. Эти ферменты участвуют в процессе внутриклеточного переваривания поступающих в клетку питательных веществ, переваривают разрушающиеся части клетки, инородные частицы, попавшие в нее. Поэтому лизосом особенно много в клетках, принимающих участие в фагоцитозе: в лейкоцитах, моноцитах, клетках печени, тонкой кишки.

П е р о к с и с о м ы — небольшие овальные тельца размером 0,3–1,5 мкм, ограниченные мембраной. Они содержат фермент каталазу, разрушающую перекись водорода, которая образуется в процессе жизнедеятельности клетки и является токсическим веществом для нее.

К о м п л е к с Г о л ь д ж и (внутренний сетчатый аппарат) назван в честь итальянского ученого К. Гольджи, впервые описавшего его в 1898 г. Имеет разветвленное сетчатое строение и состоит из системы плоских и уплощенных цистерн, трубочек, больших и малых пузырьков, стенки которых образованы цитоплазматическими мембранами. Функции комплекса связаны с накоплением и формированием секреторных гранул, синтезом полисахаридов и липидов, образованием мембранного материала для плазмолеммы. Его считают последним, «упаковочным» отделом для всех веществ, которые выделяются в клетке, в том числе и секретов, выделяемых ею.

К л е т о ч н ы й ц е н т р представлен двумя *центриолями*, расположенными примерно в геометри-

ческом центре клетки, в участке цитоплазмы, в котором обычно не наблюдается других органелл. Центриоли взаимно перпендикулярны, каждая из них имеет форму цилиндра длиной 0,3–0,6 мкм, стенка цилиндра состоит из 9 групп *микротрубочек*. Во время митоза от *центриолей* звездообразно расходятся микротрубочки *митотического* веретена, обеспечивая ориентацию и движение хромосом, и образуется лучистая зона, или астросфера. Одна из функций центриолей — образование базальных телец, располагающихся в основании ресничек и жгутиков клеток.

К органеллам специального назначения относятся миофибриллы, нейрофибриллы, тонофибриллы, жгутики, реснички, ворсинки, определяющие специфическую функцию клетки. Так, миофибриллы располагаются в клетках гладкой мышечной ткани и поперечнополосатых мышечных волокнах и обеспечивают сокращение мышц. Нейрофибриллы в клетках нервной системы проводят нервный импульс, тонофибриллы в эпителиальных клетках выполняют опорную функцию. Жгутики и реснички предназначены для перемещения специализированных клеток (сперматозоиды) или обуславливают движение жидкости около клеток (эпителиальные клетки трахеи, бронхов).

Цитоплазматические включения — это непостоянные структуры цитоплазмы, являющиеся продуктами клеточного метаболизма. Они накапливаются в виде вакуолей, гранул, капель, кристаллов. К ним относятся белковые, жировые, полисахаридные, пигментные и секторные включения.

Ядро (nucleus, caruon) — это вторая основная часть клетки. Обычно в клетке одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки (в эпителии, эндотелии сосудов), а также безъядерные клетки — эритроциты. Форма и величина ядра сильно изменчивы не только в разных клетках, но и в одной клетке в зависимости от ее состояния. По форме ядра бывают овальные, округлые, палочковидные, сегментированные. Величина ядра колеблется от 4 до 40 мкм. Ядро имеет ядерную оболочку — нуклеолемму, хроматин, ядрышко и ядерный сок — нуклеоплазму.

Нуклеолема состоит из двух мембран, между которыми имеется перинуклеарное (околоядерное) про-

странство. Наружная ядерная мембрана переходит в мембраны эндоплазматической сети, соединяясь с ее канальцами, а внутренняя ядерная мембрана тесно контактирует с кариоплазмой. Ядерную оболочку пронизывают поры, благодаря которым осуществляется тесный контакт между нуклеоплазмой и цитоплазмой. На 1 мкм² поверхности мембраны приходится от 10 до 100 пор. Однако поры не являются простыми отверстиями, они заполнены электронно-плотным материалом, имеющим гранулярное и фибриллярное строение. Ядерная оболочка не только отделяет ядро от цитоплазмы, но и активно участвует в обмене веществ между ними.

В ядре имеются одно или два **ядрышка**. В состав ядрышка входят РНК и фосфопротеины. Основу ядрышка составляют фибриллярная и гранулярная субстанции, являющиеся предшественниками рибосом. Последние синтезируются в ядрышке при помощи ДНК ядерных хромосом. Таким образом, ядрышко принимает участие в синтезе клеточных белков, а также одного из кофакторов, играющих важную роль в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в цитоплазме.

Хроматин ядра имеет вид глыбок и нитей, содержит белки и нуклеиновые кислоты. При делении клеток хроматиновые структуры ядра образуют спирали и становятся хорошо заметны в виде хромосом, каждая из которых содержит носители наследственности — гены.

Нуклеоплазма заполняет промежутки между структурами ядра и содержит белки, ферменты, гранулы РНК и обеспечивает взаимодействие различных ядерных структур.

Значение ядра в процессах жизнедеятельности клетки велико. В нем сосредоточена основная масса ДНК, являющейся носителем генной информации. Ядро является центром управления клетки и регулятором ее жизненных отправлений. Без ядра клетка долго существовать не может: утрачивает способность к размножению и погибает.

Основные функции клетки. Живая клетка — это сложная динамическая система, в которой в течение всей ее жизни происходят обмен веществ, а также постоянное самообновление и самовоспроизведение. Помимо обмена веществ, основными жизненными проявлениями

клетки являются раздражимость, движение, рост, развитие и способность к размножению.

Обмен веществ, или метаболизм, — это совокупность химических реакций, составляющих основу жизнедеятельности клетки. Он включает ассимиляцию, или анаболизм, — усвоение клеткой поступающих в нее веществ, и диссимиляцию — разложение веществ, которое сопровождается выделением энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки.

Подразжимимость понимают способность клеток реагировать на изменение факторов окружающей среды: температуру, свет, влажность, химические вещества, осмотическое давление, рентгеновское излучение и пр.

Реакция клетки на раздражение может проявляться в перемещении клеточных структур, усилении обмена веществ, выделении секрета, в мышечном сокращении и других формах возбуждения.

Подростом клетки понимают процесс увеличения размеров клеточных структур, за счет чего происходит увеличение объема клетки, а **подразвитие** — приобретение клеткой специфических функций.

Размножение, или способность клеток к самовоспроизведению, является основой сохранения и развития клеток, а вместе с ними и целого организма, замещения стареющих и погибших клеток, регенерации (возрождения, восстановления) тканей и роста организма. Все эти процессы связаны с клеточным делением. Различают две основные формы клеточного деления: *митоз*, или непрямоe деление, и *мейоз*, или редукционное деление, наблюдающееся в процессе развития только половых клеток.

Митоз является наиболее распространенной формой клеточного деления, поскольку обеспечивает равномерное распределение наследственного материала между вновь возникающими дочерними клетками. При митотическом делении клетка последовательно проходит через профазу, метафазу, анафазу, телофазу. Период между двумя делениями называется интермитотическим периодом, или **интерфазой**.

Профаза характеризуется усилением энергетических процессов в клетке, увеличением ядра, конденсацией хроматина в виде спиральных нитей — хромосом.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1	
Введение в анатомию человека	4
Содержание предмета, его задачи и значение для теории и практики медицины	4
Краткий исторический очерк развития анатомии	6
Методы исследования в анатомии	23
Глава 2	
Организм человека и составляющие его структуры	26
Клетка	26
Ткани	35
Основные анатомические понятия	53
Вопросы для самоконтроля	57
Глава 3	
Основные этапы индивидуального развития организма	59
Внутриутробный период развития организма	59
Внеутробный период развития организма	72
Типы телосложения человека	73
Вопросы для самоконтроля	75
Глава 4	
Кости и их соединения	76
Классификация костей	76
Скелет туловища	86
Череп	101
Кости верхней конечности	124
Кости нижней конечности	137
Вопросы для самоконтроля	156
Глава 5	
Мышечная система	158
Мышцы и фасции туловища	165
Мышцы и фасции головы	183
Мышцы и фасции шеи	189
Мышцы верхней конечности	197
Фасции верхней конечности	209
Топография верхней конечности	211
Мышцы нижней конечности	212
Фасции нижней конечности	226
Топография нижней конечности	228
Вопросы для самоконтроля	230
Глава 6	
Учение о внутренностях	232
Общая характеристика внутренних органов	232
Пищеварительная система	235
Вопросы для самоконтроля	282

Дыхательная система	283
Вопросы для самоконтроля	304
Мочеполовой аппарат	304
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>343</i>
Глава 7	
Эндокринные железы	344
Гипоталамус	347
Гипофиз	347
Шишковидная железа	350
Щитовидная железа	351
Околощитовидные железы	353
Надпочечная железа	534
Эндокринная часть поджелудочной железы	357
Эндокринная часть половых желез	358
Диффузная эндокринная система	359
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>360</i>
Глава 8	
Сердечно-сосудистая система	361
Общая характеристика сосудистой системы	361
Сердце и кровеносные сосуды	368
Сосуды малого круга кровообращения	379
Сосуды большого круга кровообращения	381
Вены	408
Лимфатическая система	424
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>439</i>
Глава 9	
Органы иммунной системы	441
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>450</i>
Глава 10	
Нервная система	451
Центральная нервная система	451
Вопросы для самоконтроля	504
Периферическая нервная система	504
Вегетативная (автономная) нервная система	535
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>542</i>
Глава 11	
Органы чувств	543
Зрительный аппарат	543
Орган слуха	555
Орган обоняния	564
Орган вкуса	565
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>566</i>
Глава 12	
Общий покров	567
<i>Вопросы для самоконтроля</i>	<i>574</i>