

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЧЕЛОВЕК (общие данные).....	7
Клетка.....	9
<i>Химический состав клетки</i>	9
<i>Строение клетки человека</i>	13
<i>Немембранные органеллы</i>	16
<i>Мембранные органеллы. Транспорт через мембраны</i>	19
<i>Клеточный цикл</i>	29
<i>Цитозоль. Рибосомы и синтез белка</i>	34
Ткани.....	35
<i>Эпителиальные ткани</i>	35
<i>Соединительные и опорные ткани</i>	38
<i>Кровь</i>	38
<i>Мышечная ткань</i>	56
<i>Нервная ткань</i>	60
Органы, системы и аппараты органов.....	67
Особенности строения, роста и развития человека.....	69
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ.....	77
Система скелета.....	77
Система соединений костей.....	82
Строение скелета.....	88
<i>Осевой скелет</i>	88
<i>Соединения позвоночного столба</i>	95
<i>Череп</i>	98
<i>Кости и соединения костей конечностей</i>	118
Миология (учение о мышцах).....	138
<i>Строение мышц</i>	138
<i>Элементы биомеханики</i>	140
<i>Мышцы головы</i>	141
<i>Мышцы шеи</i>	145
<i>Мышцы спины</i>	146
<i>Мышцы груди</i>	148
<i>Мышцы живота</i>	150
<i>Мышцы верхней конечности</i>	154
<i>Мышцы нижней конечности</i>	156
Функция опорно-двигательного аппарата.....	159
Работоспособность, работа, утомление и отдых.....	161
Физическая активность.....	165
ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ.....	167
Пищеварительная система.....	168
<i>Полость рта</i>	174
<i>Язык</i>	175
<i>Зубы</i>	177
<i>Глотка</i>	181
<i>Пищевод</i>	182
<i>Желудок</i>	183
<i>Тонкая кишка</i>	185
<i>Толстая кишка</i>	190
<i>Печень</i>	194
<i>Желчный пузырь</i>	199
<i>Поджелудочная железа</i>	200
Функции пищеварительной системы.....	201
<i>Пища</i>	202

<i>Пищеварение</i>	222
Дыхательная система	229
<i>Полость носа</i>	230
<i>Гортань</i>	231
<i>Трахея</i>	234
<i>Бронхи</i>	234
<i>Легкие</i>	237
<i>Плевра</i>	241
Функция дыхательной системы	241
<i>Газообмен в легких и тканях</i>	244
Мочеполовой аппарат	245
<i>Мочевые органы</i>	247
<i>Мужские половые органы</i>	252
<i>Женские половые органы</i>	260
<i>Половое созревание</i>	270
<i>Биологическая и социальная сущность пола человека</i>	271
<i>Половой цикл человека</i>	273
Полость живота. Брюшина	277
Сердечно-сосудистая система	280
<i>Сердце</i>	282
<i>Функции сердца</i>	286
<i>Кровоснабжение организма</i>	290
Функция сердечно-сосудистой системы	298
<i>Регуляция функций сердечно-сосудистой системы</i>	302
Лимфатическая система	303
Лимфоидная система (органы кроветворения и иммунной системы)	303
<i>Иммунитет</i>	303
<i>Лимфоидные органы</i>	304
НЕРВНАЯ СИСТЕМА	313
<i>Центральная нервная система</i>	314
<i>Периферическая нервная система</i>	334
<i>Автономный отдел периферической нервной системы</i> <i>(вегетативная нервная система)</i>	339
<i>Высшая нервная деятельность</i>	343
Интегративная функция нервной системы	346
<i>Ритмы мозга</i>	346
<i>Сон и бодрствование</i>	347
<i>Сознание и мышление</i>	347
<i>Членораздельная речь</i>	347
<i>Научение и память</i>	348
<i>Поведение</i>	350
<i>Мотивация</i>	351
<i>Интеллект</i>	353
ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА	354
<i>Эндокринные железы</i>	354
ОРГАНЫ ЧУВСТВ	367
Орган зрения	368
<i>Глазное яблоко</i>	368
<i>Вспомогательные органы глаза</i>	372
Ухо	373
Орган обоняния	378
Орган вкуса	379
Общий покров	379
<i>Кожная чувствительность</i>	383

ВВЕДЕНИЕ

Биология — это совокупность наук о живой природе о строении, развитии и многообразии живых существ, их взаимоотношениях и связях с внешней средой. Будучи единой, биология включает в себя два основных раздела: морфологию и физиологию. Морфология изучает форму и строение живых существ; физиология — наука о жизнедеятельности организмов, процессах, протекающих в их структурных элементах, о регуляции функций. Строение всех структур неразрывно связано с их функцией. К числу морфологических дисциплин относится и анатомия (в широком смысле) человека — наука о форме и строении, происхождении и развитии человеческого организма, его систем и органов, включая их микроскопическое и ультрамикроскопическое строение. Современная анатомия является функциональной.

Невозможно понять анатомию человека, не зная его происхождения как вида антропогенеза (от греч. *anthropos* — «человек», *genesis* — «происхождение»), исторического эволюционного развития организмов филогенеза (от греч. *phylen* — «род») и процесса его индивидуального развития, начиная с оплодотворения и кончая смертью — онтогенеза (от греч. *onthos* — «сущее»).

Человек как биологическое существо принадлежит к животному миру. Поэтому анатомия изучает строение человека с учетом биологических закономерностей, присущих всем живым организмам, в первую очередь высшим позвоночным, а также возрастных, половых и индивидуальных особенностей. Человек отличается от животных не только по целому ряду анатомических признаков, но и качественно (это главное!) благодаря развитию мышления, сознания, членораздельной речи интеллекту, своей социальной сущности. Человек — единственное существо, обладающее свободой выбора.

Анатомия и физиология традиционно (и заслуженно) являются одними из фундаментальных дисциплин в системе медицинского образования. Следует подчеркнуть, что эти дисциплины являются единственными, которые знакомят будущую медицинскую сестру со строением тела человека и закономерностями его жизнедеятельности.

Анатомия и физиология человека служит фундаментом ряда теоретических и клинических дисциплин: гистологии, цитологии, эмбриологии, патологической анатомии и патологической физиологии, терапии, хирургии, невропатологии и др. Именно анатомия и физиология лежат в основе сестринского дела.

Анатомия и физиология раскрывают важнейшие общебиологические закономерности, развивают мировоззрение медицинской сестры, ее мышление, вооружают знанием строения тела человека, раскрывают его связи с окружающей средой, а также позволяют понять формообразующую роль функции, связь биологических и социальных факторов.

Подготовка современной медицинской сестры, сестры милосердия должна начинаться с изучения строения и функционирования тела здорового («усредненного») человека. Без этого невозможно познать сущность человека как биологического существа, объяснить особенности его психики, поведения и повседневно заниматься предупреждением заболеваний и активно участвовать в лечении. В основе преподавания курса «Анатомии и физиологии» лежит принцип целостности, который предполагает изучение строения тела человека на всех уровнях (ультраструктурном, микро- и макроскопическом, популяционном и видовом) с учетом единства и взаимозависимости структуры и функции. Настоящий учебник написан с учетом специфики подготовки медицинской сестры, в том числе с высшим образованием.

Сегодня большинство людей очень мало знают о своем теле, построенном по божественному образу и подобию, о том, как оно функционирует, о сути здоровья и принципах его сохранения. Эта книга должна стать настольной для каждого человека, который заботится о себе и о своем здоровье — главной ценности в жизни.

Авторы

ЧЕЛОВЕК: ОБЩИЕ ДАННЫЕ

В процессе изучения человека его структуры условно подразделяют на клетки, ткани, органы, системы и аппараты органов, которые и формируют организм. Однако следует предостеречь читателя от буквального понимания этого деления. Организм един, он может существовать лишь благодаря своей целостности, но в нем выделяют ряд иерархических уровней: клеточный, тканевый, органный, системный, организменный (табл. 1).

КЛЕТКА

Клетка является основной структурной и функциональной единицей живых организмов, осуществляющей рост, развитие, обмен веществ и энергии, хранящейся, перерабатывающей и реализующей генетическую информацию. Клетка представляет собой сложную систему биополимеров, отделенную от внешней среды плазматической мембраной (цитолеммой, плазмалеммой) и состоящую из ядра и цитоплазмы, в которой располагаются органеллы и включения.

Немецкий ученый **Т. Шванн** в середине XIX века создал клеточную теорию, основные положения которой свидетельствовали о том, что все ткани и органы состоят из клеток; клетки растений и животных принципиально сходны между собой, все они возникают одинаково; деятельность организмов — сумма жизнедеятельности отдельных клеток. Большое влияние на дальнейшее развитие клеточной теории и вообще на учение о клетке оказал великий немецкий ученый **Р. Вирхов**. Он не только свел воедино все многочисленные разрозненные факты, но и убедительно показал, что клетки являются постоянной структурой и возникают только путем размножения.

Клеточная теория в современной интерпретации включает в себя следующие главные положения: клетка является универсальной элементарной единицей живого; клетки всех организмов принципиально сходны по своему строению, функции и химическому составу; клетки размножаются только путем деления исходной клетки; многоклеточные организмы являются сложными клеточными ансамблями, образу-

Таблица 1

Иерархические уровни строения организма



ющими целостные системы. Благодаря современным методам исследования были выявлены два основных типа клеток: более сложно организованные, высокодифференцированные *эукариотические клетки* (растения, животные и некоторые простейшие, водоросли, грибы и лишайники) и менее сложно организованные *прокариотические клетки* (сине-зеленые водоросли, актиномицеты, бактерии, спирохеты,

микоплазмы, риккетсии, хламидии). В отличие от прокариотической эукариотическая клетка имеет ядро, ограниченное двойной ядерной мембраной, и большое количество мембранных органелл.

► ВНИМАНИЕ

Клетка является основной структурной и функциональной единицей живых организмов, осуществляющей рост, развитие, обмен веществ и энергии, хранящей, перерабатывающей и реализующей генетическую информацию.

С точки зрения морфологии клетка представляет собой сложную систему биополимеров, отделенную от внешней среды плазматической мембраной (плазмолеммой) и состоящую из ядра и цитоплазмы, в которой располагаются органеллы и включения (гранулы) (рис. 1). Клетки разнообразны по своей форме, строению, химическому составу и характеру обмена веществ. Все клетки гомологичны, т.е. имеют ряд общих структурных признаков, от которых зависит выполнение основных функций. Клеткам присуще единство строения, метаболизма (обмена веществ) и химического состава. Вместе с тем различные клетки имеют и специфические структуры. Это связано с выполнением ими специальных функций.

Химический состав клетки

В состав клетки входит более 100 химических элементов, на долю четырех из них приходится около 98% массы, это *органогены*: кислород (65–75%), углерод (15–18%), водород (8–10%) и азот (1,5–3,0%). Остальные элементы подразделяются на три группы: макроэлементы — их содержание в организме превышает 0,01%; микроэлементы (0,00001–0,01%) и ультрамикроэлементы (менее 0,00001). К макроэлементам относятся сера, фосфор, хлор, калий, натрий, магний, кальций. К микроэлементам — железо, цинк, медь, йод, фтор, алюминий, медь, марганец, кобальт и др. К ультрамикроэлементам — селен, ванадий, кремний, никель, литий, серебро и др. Несмотря на очень малое содержание, микроэлементы и ультрамикроэлементы играют очень важную роль. Они влияют, главным образом, на обмен веществ. Без них невозможна нормальная жизнедеятельность каждой клетки и организма как целого.

Клетка состоит из неорганических и органических веществ. Среди неорганических наибольшее количество воды. Относительное количество воды в клетке составляет от 70 до 80%. Вода — универсальный растворитель, в ней происходит все биохимические реакции в клетке. При участии воды осуществляется терморегуляция. Вещества, растворяющиеся в воде (соли, основания, кислоты, белки, углеводы, спирты и др.), называются гидрофильными. Гидрофобные вещества (жиры

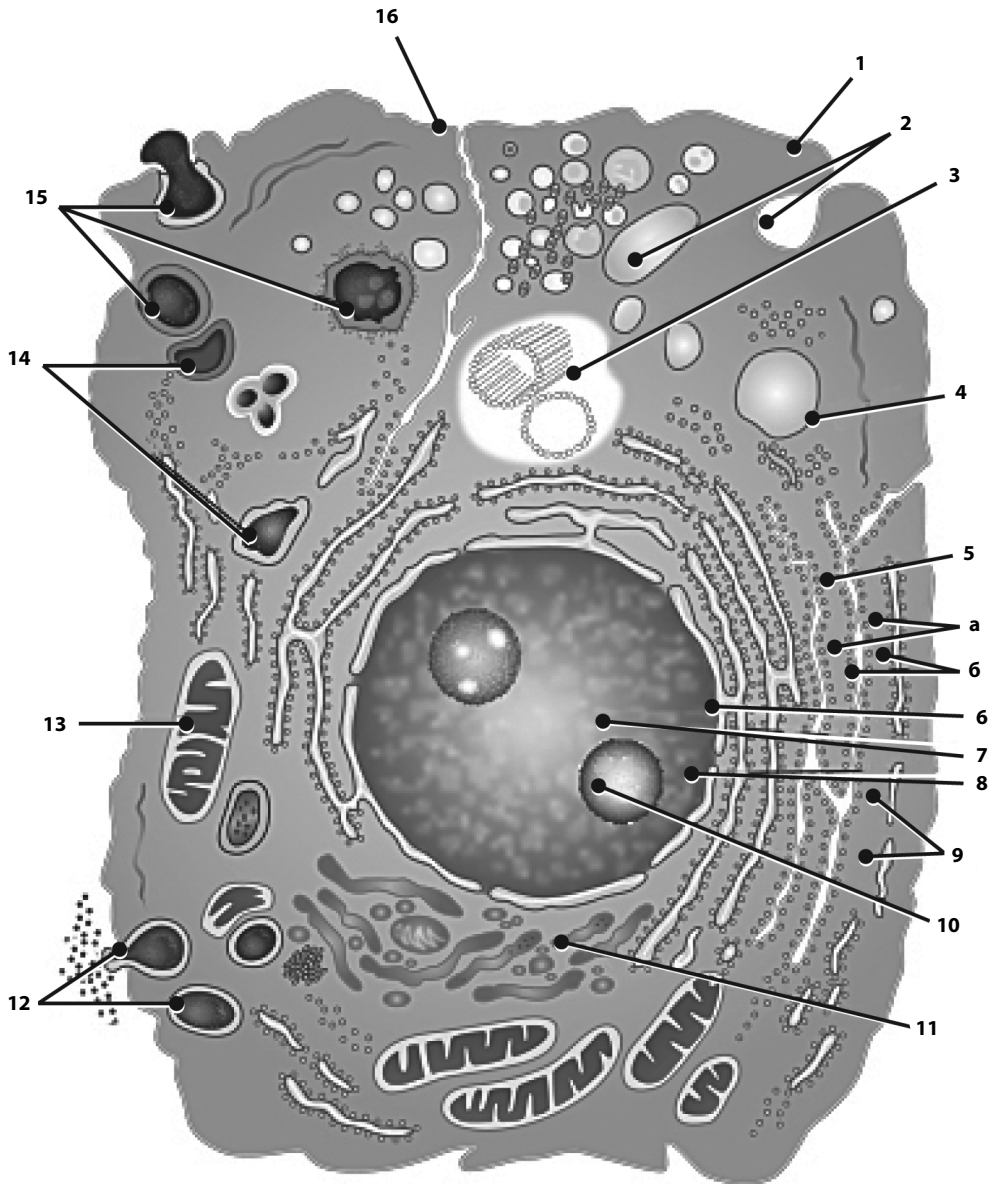


Рис. 1. Ультрамикроскопическое строение клетки

1 — цитолемма (плазматическая мембрана); 2 — пиноцитозные пузырьки; 3 — центросома клеточный центр (цитоцентр); 4 — гиалоплазма; 5 — эндоплазматическая сеть: а — мембрана зернистой сети; б — рибосомы; б — связь перинуклеарного пространства с полостями эндоплазматической сети; 7 — ядро; 8 — ядерные поры; 9 — незернистая (гладкая) эндоплазматическая сеть; 10 — ядрышко; 11 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 12 — секреторные вакуоли; 13 — митохондрия; 14 — липосомы; 15 — три последовательные стадии фагоцитоза; 16 — связь клеточной оболочки (цитолеммы) с мембранами эндоплазматической сети

и жироподобные) не растворяются в воде. Другие неорганические вещества (соли, кислоты, основания, положительные и отрицательные ионы) составляют от 1,0 до 1,5%.

Среди органических веществ преобладают белки (10–20%), жиры, или липиды (1–5%), углеводы (0,2–2,0%), нуклеиновые кислоты (1–2%). Содержание низкомолекулярных веществ не превышает 0,5%.

Молекула **белка** является полимером, который состоит из большого количества повторяющихся единиц мономеров. Мономеры белка аминокислоты (их 20) соединены между собой пептидными связями, образуя полипептидную цепь (первичную структуру белка). Она закручивается в спираль, образуя, в свою очередь, вторичную структуру белка. Благодаря определенной пространственной ориентации полипептидной цепи возникает третичная структура белка, которая определяет специфичность и биологическую активность молекулы белка. Несколько третичных структур, объединяясь между собой, образуют четвертичную структуру.

Белки, входя в состав всех клеточных структур, выполняют пластическую (строительную) функцию. Движения клеток также осуществляют белки. Они обеспечивают транспорт веществ в клетку, из клетки и внутри клетки. Важной является защитная функция белков (антитела). Белки являются одним из источников энергии. Ферменты являются белками.

Углеводы подразделяются на моносахариды и полисахариды. Последние построены из моносахаридов, являющихся, подобно аминокислотам, мономерами. Среди моносахаридов в клетке наиболее важны глюкоза, фруктоза (содержит шесть атомов углерода) и пентоза (пять атомов углерода). Пентозы входят в состав нуклеиновых кислот. Моносахариды хорошо растворяются в воде. Полисахариды плохо растворяются в воде (в животных клетках гликоген, в растительных — крахмал и целлюлоза). Углеводы являются источником энергии, сложные углеводы, соединенные с белками (гликопротеиды), жирами (гликолипиды), участвуют в образовании клеточных поверхностей и взаимодействиях клеток.

К **липидам** относятся жиры и жироподобные вещества. Молекулы жиров построены из глицерина и жирных кислот. К жироподобным веществам относятся холестерин, некоторые гормоны, лецитин. Липиды, являющиеся основным компонентом клеточных мембран (они описаны ниже), выполняют тем самым строительную функцию. Липиды — важнейшие источники энергии. Так, если при полном окислении 1 г белка или углеводов освобождается 17,6 кДж энергии, то при полном окислении 1 г жира — 38,9 кДж. Липиды осуществляют терморегуляцию, защищают органы (жировые капсулы).

Нуклеиновые кислоты являются полимерными молекулами, образованными мономерами нуклеотидами. Нуклеотид состоит из пуринового или пиримидинового основания, сахара (пентозы) и остатка фосфорной кислоты. Во всех клетках существует два типа нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК), которые отличаются по составу оснований и сахаров (табл. 2, рис. 2).

Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных одна вокруг другой в виде двойной спирали. Азотистые основания обеих цепей соединены между собой комплементарно водородными связями. **Аденин соединяется только с тиминном, а цитозин — с гуанином** (А — Т, Г — Ц). В ДНК записана генетическая информация, которая определяет специфичность синтезируемых клеткой белков, т. е. последовательность аминокислот в полипептидной цепи. ДНК передает по наследству все свойства клетки. ДНК содержится в ядре и митохондриях.

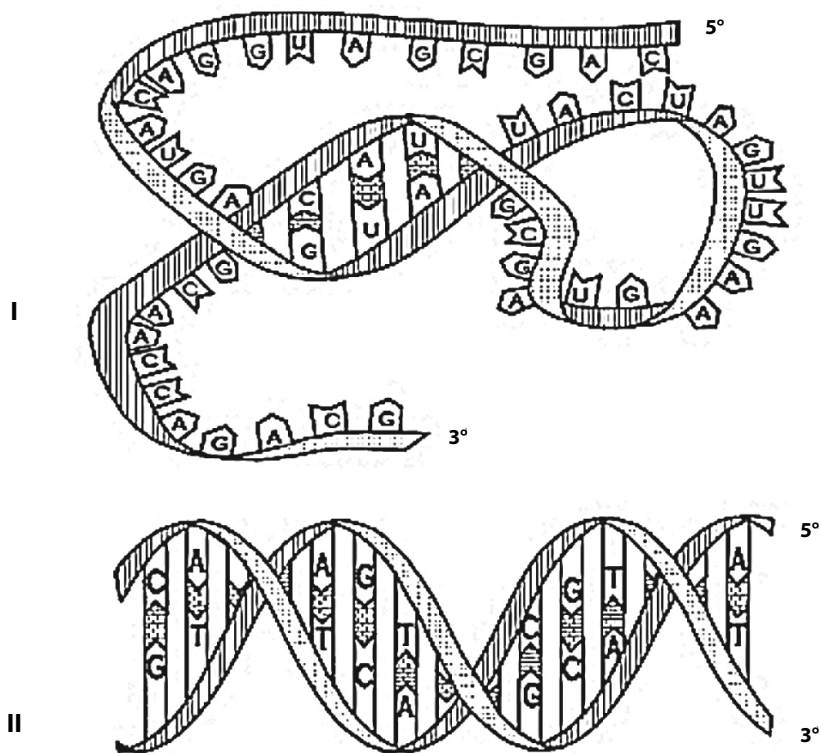


Рис. 2. Пространственная структура нуклеиновых кислот
(по Б. Албертсу и соавт., с изм.)

I — РНК; II — ДНК; ленты — сахарофосфатные остовы; А, С, Г, Т, Ц — азотистые основания, решетки между ними — водородные связи

Молекула РНК образована одной полинуклеотидной цепью. В клетках существует три типа РНК. Информационная, или мессенджер РНК тРНК (от англ. messenger — «посредник»), которая переносит информацию о нуклеотидной последовательности ДНК в рибосомы (см. ниже).

Транспортная РНК (тРНК), которая переносит аминокислоты в рибосомы. Рибосомальная РНК (рРНК), которая участвует в образовании рибосом. РНК содержится в ядре, рибосомах, цитоплазме, митохондриях, хлоропластах.

Таблица 2

Состав нуклеиновых кислот

Кислота	Сахар	Азотистые основания	
		<i>пуриновые</i>	<i>пириимидиновые</i>
РНК	Рибоза	Аденин (А) Гуанин (Г)	Цитозин (Ц) Урацил (У)
ДНК	Дезоксирибоза	Аденин (А) Гуанин (Г)	Цитозин (Ц) Тимин (Т)

Строение клетки человека

Для всех клеток типично наличие цитоплазмы и ядра (см. рис. 1). Цитоплазма включает в себя гиалоплазму. В клетках встречаются также временные клеточные структуры включения.

Размеры клеток человека варьируют от нескольких микрометров¹ (например, малый лимфоцит) до 200 мкм (яйцеклетка). В организме человека встречаются клетки различной формы: овоидные, шаровидные, веретеновидные, плоские, кубические, призматические, полигональные, пирамидальные, звездчатые, чешуйчатые, отросчатые, амёбовидные.

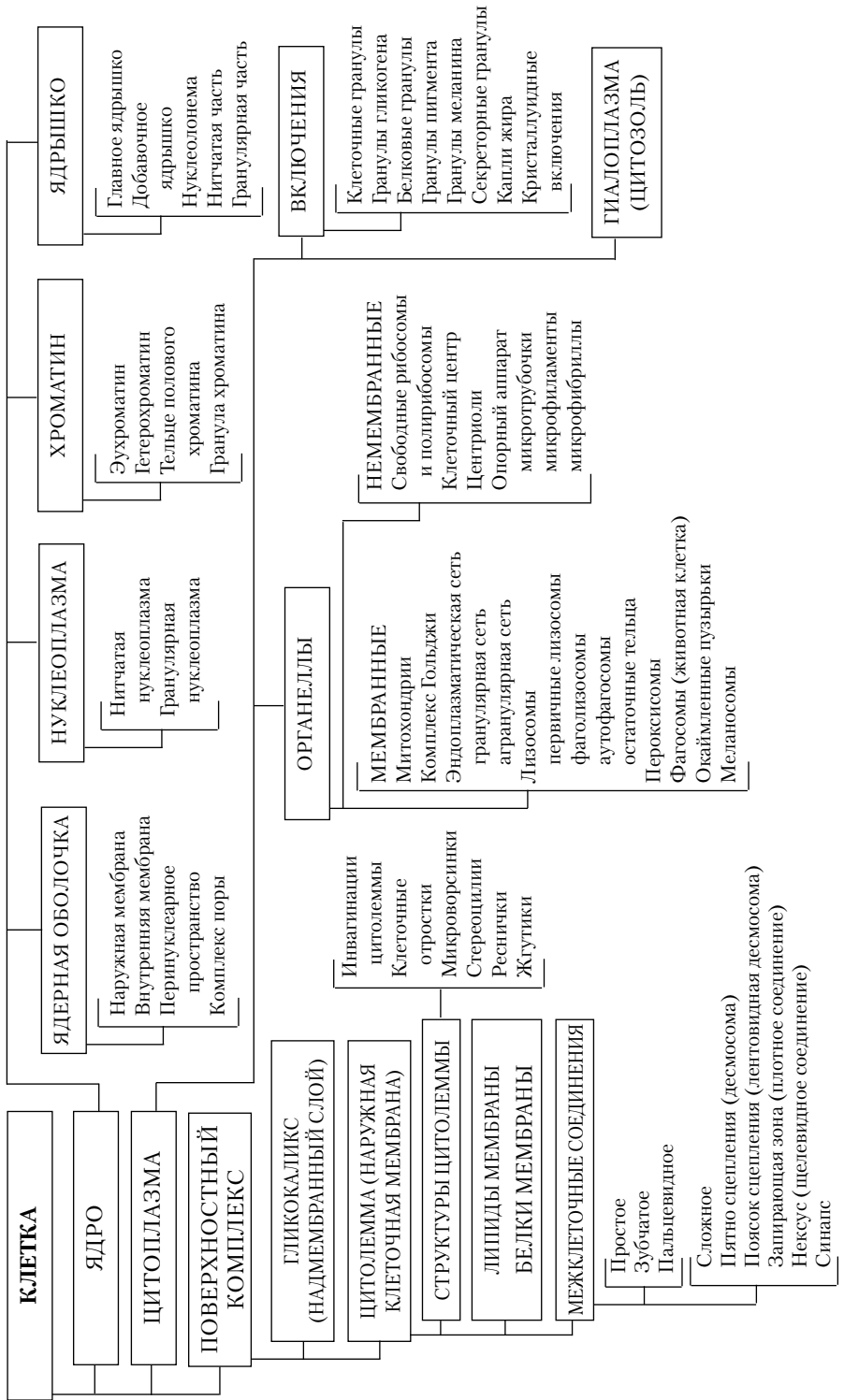
Снаружи каждая клетка покрыта **плазматической мембраной (плазмалеммой)** толщиной 9–10 нм, ограничивающей клетку от внеклеточной среды. Она выполняет следующие функции: транспортную, защитную, разграничительную, рецепторную восприятия сигналов внешней (для клетки) среды, участие в иммунных процессах, обеспечение поверхностных свойств клетки.

Будучи очень тонкой, плазмалемма не видна в световом микроскопе. В электронном микроскопе, если срез проходит под прямым углом к плоскости мембраны, последняя представляет собой трехслойную структуру, наружная поверхность которой покрыта тонкофибрилярным гликокаликсом толщиной от 75 до 2000 Å[°], совокупность молекул, связанных с белками плазмолеммы.

¹ 1 микрометр (мкм) = 10⁻⁶ м; 1 нанометр (нм) = 1⁻⁹ м; 1 ангстрем (Å[°]) 10⁻¹⁰ м.

Таблица 3

Структурные компоненты клетки



Плазмалемма, как и другие мембранные структуры, состоит из двух слоев амфипатических¹ молекул липидов (билипидный слой, или бислоем). Их гидрофильные «головки» направлены к наружной и внутренней сторонам мембраны, а гидрофобные «хвосты» обращены друг к другу. В билипидный слой погружены молекулы белка. Некоторые из них (интегральные, или внутренние трансмембранные белки) проходят через всю толщу мембраны, другие (периферические, или внешние) лежат во внутреннем или наружном монослое мембраны. Некоторые интегральные белки связаны нековалентными связями с белками цитоплазмы (рис. 3). Подобно липидам, белковые молекулы также являются амфипатическими их гидрофобные участки окружены аналогичными «хвостами» липидов, а гидрофильные обращены наружу или внутрь клетки или в одну сторону.

► ВНИМАНИЕ

Белки осуществляют большую часть мембранных функций: многие мембранные белки являются рецепторами, другие ферментами, третьи переносчиками.

Плазмалемма образует ряд специфических структур. Это межклеточные соединения, микроворсинки, реснички, клеточные инвагинации и отростки.

Микроворсинки — это лишённые органелл пальцевидные выросты клетки, покрытые плазмалеммой, длиной 1–2 мкм и диаметром до 0,1 мкм. Некоторые эпителиальные клетки (например, кишечные) имеют очень большое количество микроворсинок, образуя так называемую щеточную каемку. Наряду с обычными микроворсинками на поверхности

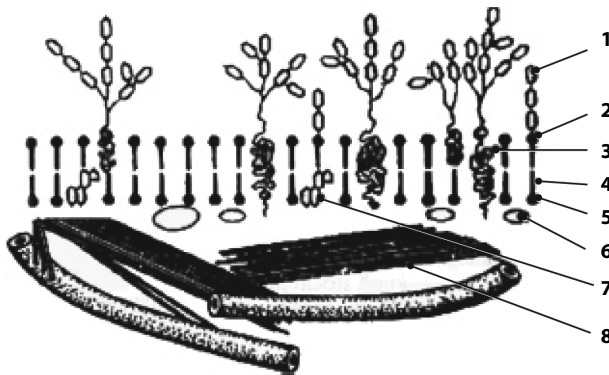


Рис. 3. Строение клеточной мембраны, схема (по А. Хэму и Д. Кормаку)

1 — углеводные цепи; 2 — гликолипид; 3 — гликопротеид; 4 — углеводородный «хвост»; 5 — полярная «головка»; 6 — белок; 7 — холестерин; 8 — микротрубочки

¹ Молекула, часть которой гидрофильная, а другая часть гидрофобная.

сти некоторых клеток имеются крупные микроворсинки стереоцилии (например, волосковые сенсорные клетки органов слуха и равновесия эпителиоциты протока придатка яичка и др.).

Немембранные органеллы

Реснички и жгутики выполняют функцию движения. До 250 ресничек длиной 5–15 мкм диаметром 0,15–0,25 мкм покрывают апикальную поверхность эпителиальных клеток верхних дыхательных путей, маточ-

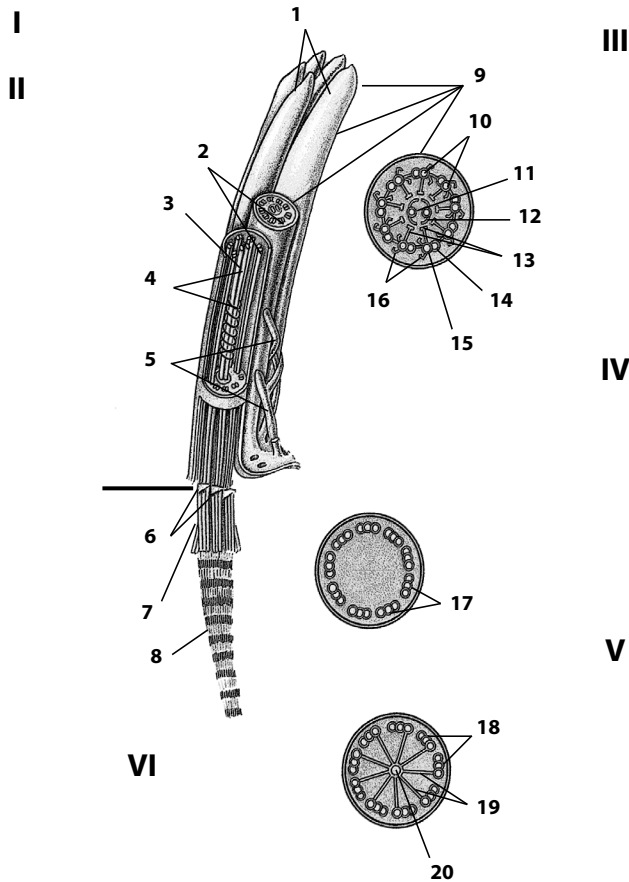


Рис. 4. Ресничка

I — ресничка на продольно-поперечном разрезе; II — внеклеточная часть; III — поперечный срез через внеклеточную часть; IV — поперечный срез через промежуточную область, соединяющую аксонему с базальным тельцем; V — срез через базальное тельце; VI — срез через базальное тельце; 1 — ресничка; 2 — периферические дуплеты; 3 — центральный дуплет; 4 — центральная капсула; 5 — микроворсинки; 6 — наружные микротрубочки; 7 — базальное тельце; 8 — базальный корешок; 9 — цитолемма; 10 — периферические дуплеты; 11 — центральный дуплет; 12 — центральная капсула; 13 — спица; 14 — субфибрилла а; 15 — субфибрилла б; 16 — динеин; 17 — триплеты микротрубочек; 18 — триплеты; 19 — спицы; 20 — центральный цилиндр

ных труб, семьевыводящих канальцев. **Ресничка** представляет собой вырост клетки, окруженный плазмолеммой. В центре реснички проходит осевая нить, или аксонема, образованная 9 периферическими дуплетами микротрубочек, окружающих одну центральную пару. Периферические дуплеты, состоящие из двух микротрубочек, окружают центральную капсулу. Периферические дуплеты заканчиваются в базальном тельце (кинетосоме), которое образовано из 9 триплетами микротрубочек. На уровне плазмалеммы апикальной части клетки триплеты переходят в дуплеты, здесь же начинается и центральная пара микротрубочек (рис. 4). **Жгуты** эукариотических клеток напоминают реснички. Реснички совершают координированные колебательные движения.

Клеточный центр, образованный двумя **центриолями** (диплосома), находится вблизи ядра, расположенными под углом друг к другу (рис. 5). Каждая центриоль представляет собой цилиндр, стенка кото-

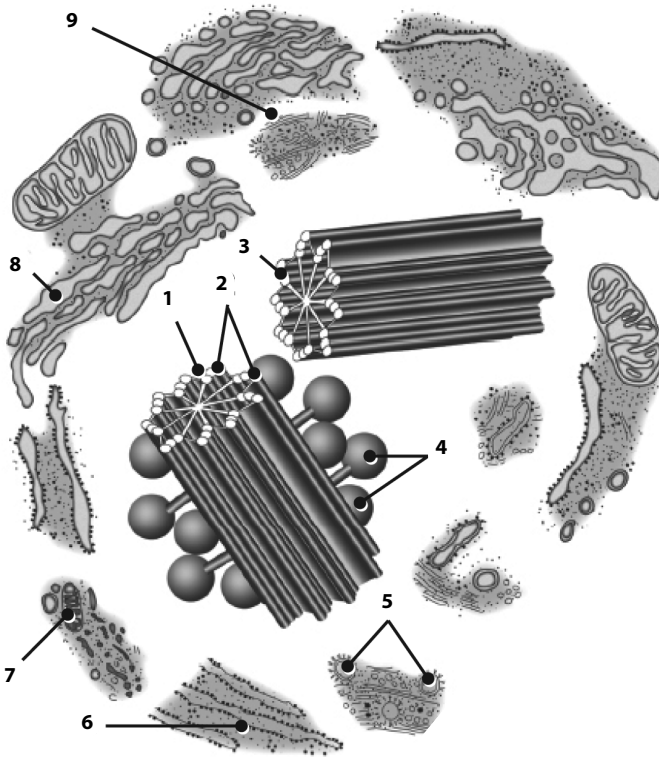


Рис. 5. Клеточный центр и другие структуры цитоплазмы, схема (по Р. Крстичу, с изм.)

1 — центросфера; 2 — центриоль на поперечном срезе (триплеты микротрубочек, радиальные спицы, центральная структура «колеса телеги»); 3 — центриоль (продольный разрез); 4 — сателлиты; 5 — окаймленные пузырьки; 6 — зернистая эндоплазматическая сеть; 7 — митохондрия; 8 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 9 — микротрубочки