

Содержание

Участники издания	7
Сокращения	8
ВВЕДЕНИЕ	9
Оси и плоскости. Анатомические термины общего назначения	9
СТРОЕНИЕ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА	12
Клетка, строение и функция	12
Обмен веществ на уровне клетки.	13
Деление клетки. Клеточный цикл	15
Ткани	16
Эпителиальная ткань	16
Соединительная ткань	17
Скелетные ткани	21
Мышечная ткань	22
Нервная ткань	25
Основные этапы индивидуального развития человека	36
Изменения тела человека в постнатальном онтогенезе	37
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ	40
ОСТЕОЛОГИЯ	40
Строение костей	40
Классификация костей	41
Кости туловища	42
Ребра и грудина	44
Череп	47
Кости мозгового отдела черепа	47
Кости лицевого отдела черепа	56
Череп в целом	58
Скелет конечностей	65
Кости верхней конечности	65
Кости нижней конечности	69
СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ	74
Соединения костей черепа	75
Соединения костей туловища	76
Соединения костей верхней конечности	79
Соединения костей нижней конечности	83
Своды стопы	88
МИОЛОГИЯ (УЧЕНИЕ О МЫШЦАХ)	89
Мышцы спины	92
Фасции и клетчаточные пространства спины	96
Мышцы груди	96
Фасции и клетчаточные пространства груди	100
Мышцы живота	100
Фасции и клетчаточные пространства живота	103
Мышцы шеи	104
Поверхностные мышцы шеи	104
Глубокие мышцы шеи	105

Фасции, топография и клетчаточные пространства шеи	106
Мышцы головы	107
Мимические мышцы	107
Жевательные мышцы	108
Фасции, топография и клетчаточные пространства головы	109
Мышцы верхней конечности	110
Мышцы плечевого пояса	112
Мышцы свободной части верхней конечности	112
Фасции, топография и клетчаточные пространства верхней конечности	119
Мышцы нижней конечности	121
Мышцы пояса нижних конечностей	122
Мышцы свободной части нижней конечности	124
Фасции, топография и клетчаточные пространства нижней конечности	130
Физиология мышечной системы	132
СПЛАНХНОЛОГИЯ (УЧЕНИЕ О ВНУТРЕННОСТЯХ)	134
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	135
Полость рта	135
Зубы	137
Слюнные железы	139
Глотка	142
Пищевод	144
Желудок	145
Тонкая кишка	150
Толстая кишка	154
Питание	156
Печень	158
Желчный пузырь	160
Поджелудочная железа	161
Брюшина	162
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА	166
Нос	167
Гортань	168
Трахея	171
Главные бронхи	172
Легкие	172
Плевра	176
Физиология дыхательной системы	177
Дыхательный цикл	178
Физиологическая характеристика функций дыхательных путей	178
Газообмен в легких	178
Транспортировка газов кровью к органам и тканям	179
Газообмен между кровью и тканями	179
Тканевое дыхание	179
Негазообразовательные функции, которые выполняют легкие	180
Средостение	180
МОЧЕПОЛОВОЙ АППАРАТ	181
Мочевая система	181

Почка	181
Мочеточник	186
Мочевой пузырь	186
Физиология мочевыделительной системы	188
Мочеиспускательный канал (уретра)	190
Половые органы	191
Мужские половые органы	191
Женские половые органы	194
Физиология половой системы	198
Промежность	199
ИММУННАЯ СИСТЕМА	200
Центральные органы иммунной системы	200
Костный мозг (<i>medulla ossium</i>)	200
Тимус	200
Периферические органы иммунной системы	201
Миндалины	201
Аппендикс (червеобразный отросток) и лимфоидный аппарат кишечника	201
Селезенка	202
Лимфатические узлы	203
Физиология иммунной системы	204
ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	205
Лимфатические сосуды и регионарные лимфатические узлы тела	207
Физиология лимфатической системы	211
ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ (ЭНДОКРИННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ)	212
Физиология эндокринной системы	212
Механизмы действия гормонов	212
Гипофиз	213
Щитовидная железа	217
Паращитовидные железы	217
Эндокринная часть поджелудочной железы	218
Половые железы	218
Надпочечники	218
Шишковидное тело	219
Параганглии	219
Диффузная нейроэндокринная система	219
Организация эндокринной системы	219
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА	221
Физиология сердечно-сосудистой системы	221
Сердце	224
Физиология сердца как компонента системы кровообращения	227
Сосуды сердца	236
Перикард	237
Сосуды малого круга кровообращения	237
Артерии большого круга кровообращения	238
Аорта	238
Ветви дуги аорты	238

Подмышечная артерия	243
Артерии свободной верхней конечности	244
Ветви нисходящей части аорты.	247
Артерии таза	250
Артерии свободной нижней конечности	251
Вены большого круга кровообращения.	256
Физиология гемодинамики.	268
Физиологическая характеристика сосудистого тонуса	268
НЕРВНАЯ СИСТЕМА.	269
Физиология нервной системы	269
Центральная нервная система	269
Спинной мозг	269
Головной мозг	272
Конечный мозг	274
Промежуточный мозг.	280
Ствол мозга.	283
Средний мозг	283
Задний мозг	284
Мост	284
Мозжечок.	285
Продолговатый мозг.	286
Четвертый желудочек	287
Ромбовидная ямка	287
Проводящие пути головного и спинного мозга.	289
Оболочки головного мозга.	292
Периферическая нервная система.	294
Черепные нервы	295
Спинномозговые нервы	304
Физиология рефлекторной деятельности нервной системы	319
Вегетативная нервная система.	320
Симпатическая часть вегетативной нервной системы	321
Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы	326
Физиология вегетативной нервной системы.	328
ОРГАНЫ ЧУВСТВ.	329
Физиология сенсорных систем	329
Орган зрения.	329
Вспомогательные аппараты глаза.	333
Физиология зрительного анализатора	334
Механизм зрения	335
Орган слуха и равновесия (преддверно-улитковый орган)	336
Физиология слухового анализатора	345
Орган обоняния	346
Физиология обонятельного анализатора	346
Орган вкуса.	347
Физиология вкусового анализатора	348
ОБЩИЙ ПОКРОВ ТЕЛА. КОЖА.	350
Физиология общего покрова тела и кожи	352
Молочная железа.	352
Указатель латинских терминов.	353
Предметный указатель.	357
Рекомендуемая литература	366

Введение

Анатомия человека — наука о строении его тела. Анатомия изучает строение и развитие тела человека, его органов и систем с учетом возрастных и половых особенностей организма. Анатомия — важная фундаментальная теоретическая и практическая база, необходимая для последующего изучения других медицинских дисциплин. Анатомия изучает строение тела человека в связи с функциями его органов и систем, поэтому ее называют функциональной. Физиология — наука о функциях организма.

Организм человека образован огромным количеством клеток, которые входят в состав его тканей, органов. Органы и системы органов взаимосвязаны, образуя единый целостный организм.

Анатомия и физиология изучают человека с учетом типов его телосложения. Выделяют *долихоморфный*, *брахиморфный* и *мезоморфный* типы телосложения (рис. 1). У людей долихоморфного типа телосложения высокий рост, длинные туловище и конечности, узкая грудная клетка. Людям брахиморфного типа телосложения свойственны относительно низкий рост, короткие конечности, широкая грудная клетка, часто повышенное жиротложение. Промежуточный тип телосложения, встречаемый наиболее часто, называют мезоморфным.

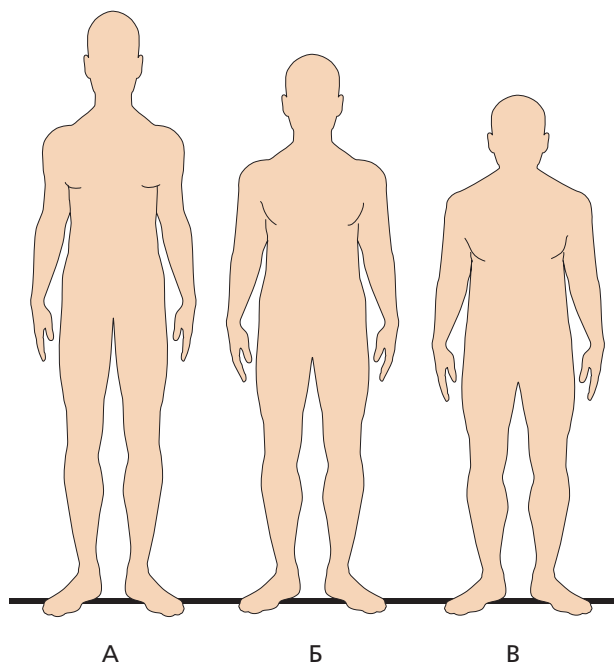


Рис. 1. Разные типы телосложения: А — долихоморфный; Б — мезоморфный; В — брахиморфный

Оси и плоскости. Анатомические термины общего назначения

Тело человека организовано по принципу двусторонней (билатеральной) симметрии, в нем выделяют правую и левую половины, которые разделяет *срединная сагиттальная плоскость*, ориентированная вертикально в переднезаднем направлении. *Фронтальная плоскость* расположена также вертикально, она разделяет переднюю и заднюю части тела. *Горизонтальная плоскость* отделяет нижнюю часть тела от верхней (рис. 2). Все три плоскости могут быть проведены через любую точку тела.

Соответственно ориентации плоскостей выделяют оси, которые позволяют определять положение органов в теле. *Вертикальная (продольная) ось* ориентирована вдоль тела стоящего человека, вдоль его конечностей.

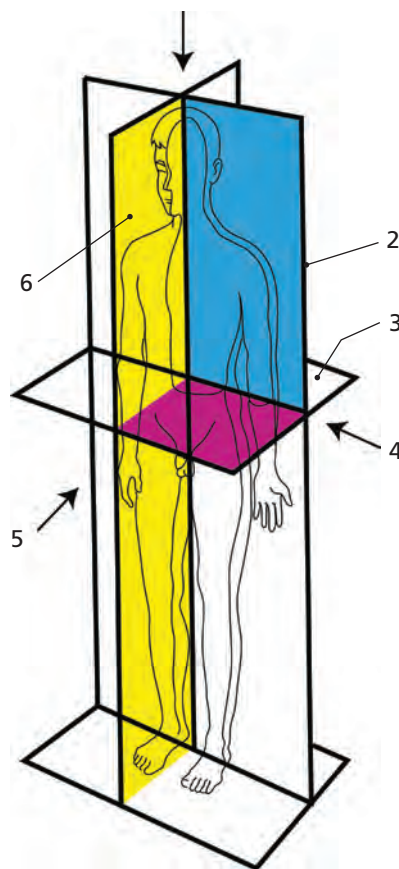


Рис. 2. Ориентация осей и плоскостей, проводимых через тело человека (схема), вид спереди и слева: 1 — вертикальная (продольная) ось; 2 — фронтальная плоскость; 3 — горизонтальная плоскость; 4 — поперечная ось; 5 — сагиттальная ось; 6 — сагиттальная плоскость

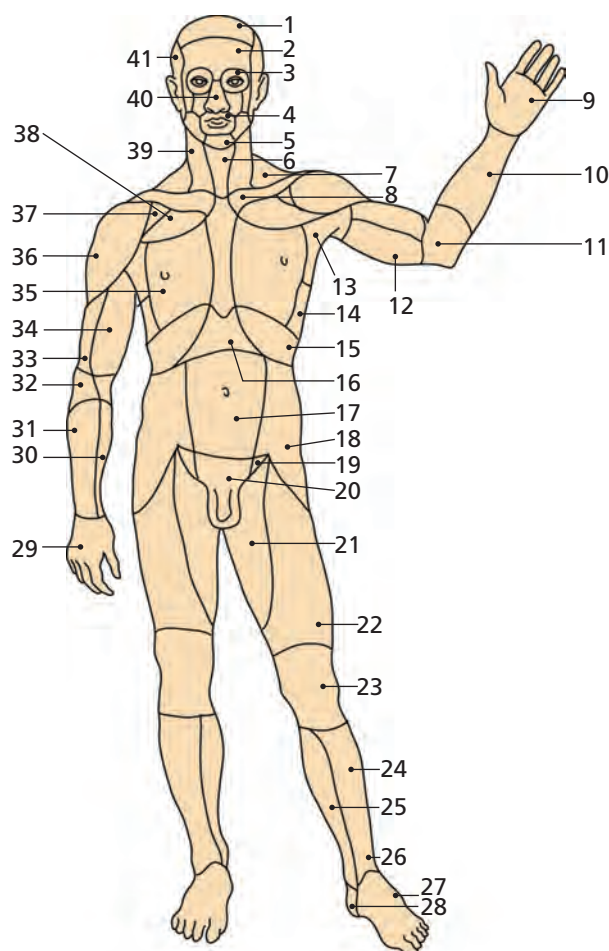


Рис. 3. Расположение областей на передней стороне тела человека: 1 — теменная область; 2 — лобная область; 3 — область глазницы; 4 — область рта; 5 — подбородочная область; 6 — передняя область шеи; 7 — латеральная область шеи; 8 — область ключицы; 9 — ладонь; 10 — передняя область предплечья; 11 — передняя локтевая область; 12 — задняя область плеча; 13 — подмышечная область; 14 — латеральная область груди; 15 — подреберная область; 16 — надчревная область; 17 — пупочная область; 18 — боковая область живота; 19 — паховая область; 20 — лобковая область; 21 — медиальная область бедра; 22 — передняя область бедра; 23 — передняя область колена; 24 — передняя область голени; 25 — задняя область голени; 26 — передняя голеностопная область; 27 — тыл стопы; 28 — пяточная область; 29 — тыл кисти; 30 — передняя область предплечья; 31 — задняя область предплечья; 32 — задняя область локтя; 33 — задняя область плеча; 34 — передняя область плеча; 35 — область молочной железы; 36 — дельтовидная область; 37 — ключично-грудной треугольник; 38 — подключичная ямка; 39 — грудино-ключично-сосцевидная область; 40 — область носа; 41 — височная область

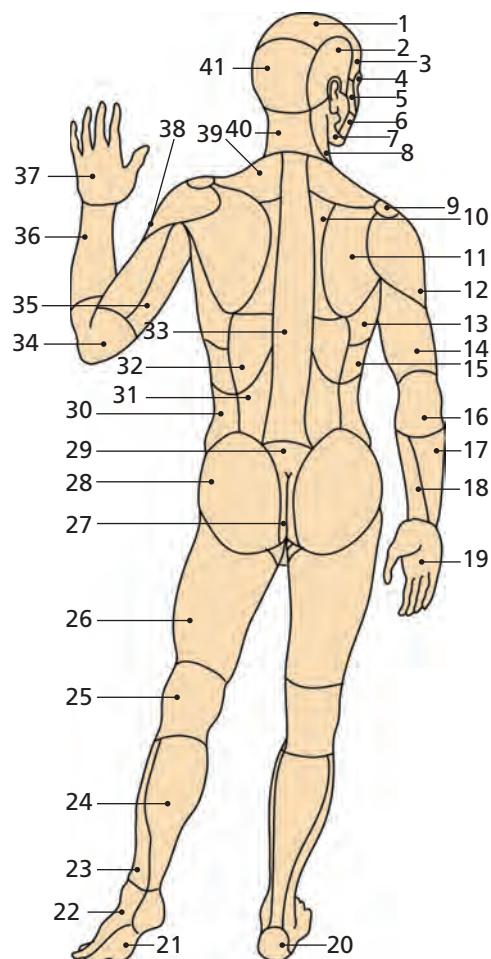


Рис. 4. Расположение областей на задней стороне тела человека: 1 — теменная область; 2 — височная область; 3 — лобная область; 4 — область глазницы; 5 — скуловая область; 6 — щечная область; 7 — поднижнечелюстной треугольник; 8 — грудино-ключично-сосцевидная область; 9 — акромиальная область; 10 — межлопаточная область; 11 — лопаточная область; 12 — дельтовидная область; 13 — латеральная область груди; 14 — задняя область плеча; 15 — подреберная область; 16 — задняя локтевая область; 17 — задняя область предплечья; 18 — передняя область предплечья; 19 — ладонь; 20 — пяточная область; 21 — подошва; 22 — тыл стопы; 23 — передняя область голени; 24 — задняя область голени; 25 — задняя область колена; 26 — задняя область бедра; 27 — межъягодичная щель; 28 — ягодичная область; 29 — крестцовая область; 30 — боковая область живота; 31 — поясничная область; 32 — подлопаточная область; 33 — позвоночная область; 34 — задняя локтевая область; 35 — задняя область плеча; 36 — задняя область предплечья; 37 — тыл кисти; 38 — передняя область плеча; 39 — надлопаточная область; 40 — задняя область шеи; 41 — затылочная область

Соответственно этой оси расположены позвоночный столб, спинной мозг, пищевод, нисходящая часть аорты и некоторые другие органы. *Фронтальная ось* расположена справа налево или слева направо, ее направление совпадает с фронтальной плоскостью. *Сагиттальная ось*, как и сагиттальная плоскость, проходит в переднезаднем направлении.

Для обозначения положения органов и частей тела используют ряд анатомических терминов. Термин «медиальный» обозначает положение органа (его части) ближе к срединной сагиттальной плоскости. *Латеральное* (боковое) положение имеет тот орган (или его часть), который более удален вправо или влево от срединной сагиттальной плоскости.

При описании конечностей употребляют термины «проксимальный» и «дистальный». *Проксимальная часть* — часть конечности, которая находится ближе к туловищу. Удаленный от туловища отдел конечности обозначают термином «дистальный».

При определении проекции внутренних органов на кожный покров используют условные

линии, ориентированные вдоль тела человека (вертикально). *Передняя срединная линия* (непарная), проходящая по передней поверхности тела, разделяет правую и левую половину тела человека. *Окологрудинная линия* (парная) проходит по краю грудины, *среднеключичная линия* (парная) ориентирована через середину ключицы. Три подмышечные линии также являются парными. *Передняя подмышечная линия* идет сверху вниз от одноименной складки в области подмышечной ямки. *Средняя подмышечная линия* проходит через самую глубокую точку подмышечной ямки, задняя подмышечная линия — вдоль одноименной складки. *Парная лопаточная линия* направляется через нижний угол лопатки; *околопозвоночная линия*, парная, идет вдоль позвоночника (через поперечные отростки позвонков). Непарная *задняя срединная линия* проходит через вершины остистых отростков позвонков.

Для удобства тело человека разделяют на области, которые отделены друг от друга границами, проводимыми по хорошо заметным внешним ориентирам (рис. 3, 4).

Строение тела человека

Тело человека состоит из клеток, тканей и органов. Органы, состоящие из тканей, формируют системы и аппараты органов, которые формируют целостный человеческий организм.

Клетка, строение и функция

Клетка — структурно-функциональная единица всех живых организмов. Количество клеток увеличивается путем деления существующих («материнских») клеток. В каждой клетке различают цитолемму, цитоплазму и ядро (рис. 5). *Цитолемма* (плазмолемма) — клеточная оболочка, которая отделяет содержимое клетки от внешней (внеклеточной) среды. Она выполняет покровную, защитную, транспортную функции, воспринимает воздействия внешней (внеклеточ-

ной) среды, участвует в образовании межклеточных соединений. Цитолемма принимает участие в процессах переноса веществ внутрь клетки (эндоцитоз) и в обратном направлении (экзоцитоз).

В составе цитолеммы различают наружный, промежуточный и внутренний слои, которые образованы липидами (жирами), белковыми и некоторыми другими молекулами (рис. 6). Снаружи цитолемма покрыта тонким слоем углеводов (гликокаликс). Наружная поверхность цитолеммы может содержать микроворсинки, реснички, инвагинации. Некоторые клетки имеют реснички и жгутики, которые выполняют функции движения.

Цитоплазма клеток образована гиалоплазмой, в которой находятся органеллы и включения. *Гиалоплазма* представляет собой сложную полужидкую коллоидную систему, в которой находятся *органеллы* — структуры общего назначения, которые есть у всех клеток. Различают мембранные и немембранные (не имеющие оболочки) органеллы.

Мембранные органеллы отграничены от окружающей их гиалоплазмы оболочками — мембранами. Данная группа включает эндоплазматическую сеть, внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи), митохондрии, лизосомы и пероксисомы.

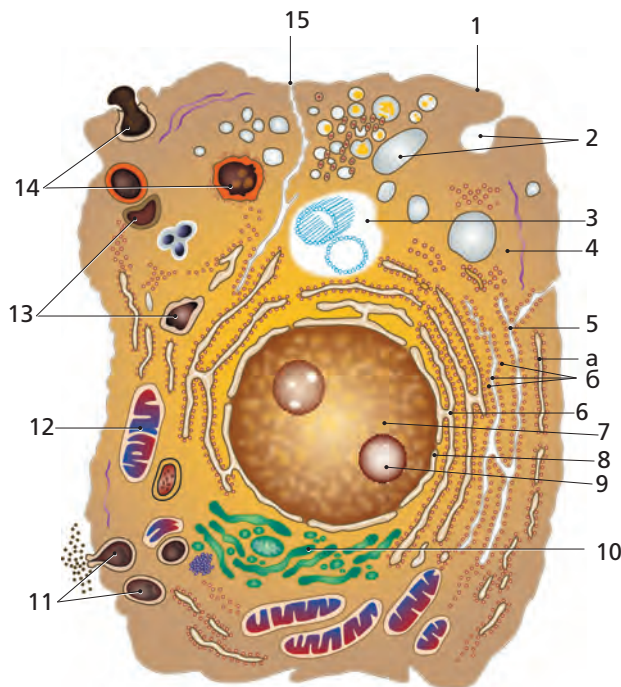


Рис. 5. Строение клетки (схема): 1 — цитолемма (плазматическая мембрана); 2 — пиноцитозные пузырьки; 3 — центросома (клеточный центр, цитоцентр); 4 — гиалоплазма; 5 — эндоплазматическая сеть (а — мембрана зернистой сети, б — рибосомы); 6 — связь перинуклеарного пространства с полостями эндоплазматической сети; 7 — ядро; 8 — ядерные поры; 9 — ядрышко; 10 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи); 11 — секреторные вакуоли; 12 — митохондрия; 13 — лизосома; 14 — три последовательные стадии фагоцитоза; 15 — связь клеточной оболочки (цитолеммы) с мембранами эндоплазматической сети

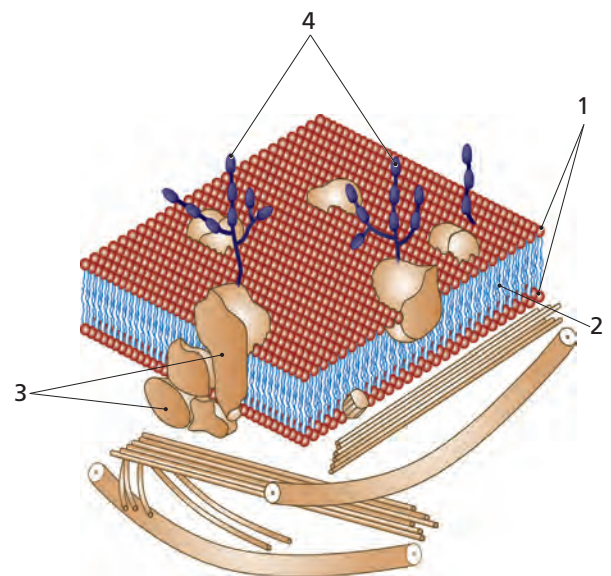


Рис. 6. Строение цитоплазматической мембраны (оболочки клетки), схема: 1 — липиды; 2 — гидрофобная зона липидных молекул; 3 — белковые молекулы; 4 — полисахариды гликокаликса

Эндоплазматическая сеть образована большим количеством микротрубочек, складок и пузырьков. Выделяют зернистую (шероховатую, гранулярную) и незернистую (гладкую) эндоплазматическую сеть. *Зернистая эндоплазматическая сеть* участвует в образовании и транспорте белка; на поверхности ее мембран расположены рибосомы. *Незернистая эндоплазматическая сеть* не содержит рибосом; она участвует в синтезе липидов (жиров) и углеводов.

Внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи) — совокупность микротрубочек, цистерн и пластинок, соединенных друг с другом узкими каналами. В комплексе Гольджи осуществляется синтез белково-углеводных комплексов (полисахаридов), выводимых в последующем из клеток.

Лизосомы — микропузырьки, в которых содержатся различные ферменты (энзимы) — биокатализаторы химических реакций, происходящих в клетке.

Пероксисомы представляют собой микропузырьки, содержащие окислительные ферменты, которые разрушают перекись водорода. Пероксисомы участвуют в расщеплении аминокислот, обмене липидов, в обезвреживании многих токсичных веществ.

Митохондрии — энергетические станции клетки, участвующие в окислении органических веществ, в синтезе аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Стенки митохондрий состоят из наружной и внутренней мембран. Внутренняя мембрана образует многочисленные складки — кристы, которые увеличивают площадь внутренней поверхности митохондрий.

Немембранные органеллы — рибосомы, центриоли, микротрубочки, филаменты. Они также участвуют во внутриклеточных процессах.

Рибосомы есть у всех клеток. Они участвуют в образовании молекул белка. В клетках встречаются одиночные рибосомы, лежащие на структурах зернистой эндоплазматической сети (монорибосомы), и рибосомы, расположенные группами (полисомы).

Центриоли — парные тельца, от которых в виде лучей отходят образующие центросферу микротрубочки. Две центриоли (диплосома) и центросфера формируют клеточный центр, расположенный возле ядра клетки. При делении клетки количество центриолей увеличивается вдвое.

Микротрубочки представляют собой микроцилиндры. Они образуют цитоскелет, принимающий участие в транспорте веществ внутри клетки. В образовании цитоскелета участвуют также актиновые и миозиновые (белковые) нити.

В гиалоплазме помимо органелл содержатся и непостоянные образования — цитоплазматические включения, образуемые в результате жизнедеятельности клеток. Выделяют жировые, белковые, углеводные, пигментные и другие включения.

Ядро есть у всех клеток, за исключением эритроцитов и тромбоцитов. Ядро ответственно за сохранение и передачу дочерним клеткам наследственной информации, в ядре образуется рибонуклеиновая кислота (РНК). Ядро большинства клеток имеет шаровидную или овоидную (яйцеобразную) форму. Некоторые клетки могут иметь большее количество ядер (например, клетки печени). У ядра есть ядерная оболочка, хроматин, ядрышко и нуклеоплазма. В ядерной оболочке различают наружную и внутреннюю мембраны, между которыми находится узкое перинуклеарное (околоядерное) пространство. *Ядерная оболочка* содержит мельчайшие отверстия (*ядерные поры*), через которые происходит обмен веществ между ядром и гиалоплазмой.

Нуклеоплазма — внутренняя среда ядра, где содержится хроматин. Из хроматина в процессе деления клетки образуются хромосомы. Хроматин и хромосомы состоят из молекул *дезоксирибонуклеиновой кислоты* (ДНК), содержащей наследственную информацию.

Ядрышко состоит из нитей рибонуклеиновой кислоты и частиц рибонуклеопротеидов, из которых образуются рибосомы.

Обмен веществ на уровне клетки

Обмен веществ — необходимое условие жизнедеятельности. Он включает *анаболизм* (синтез веществ) и *катаболизм* (распад веществ). Основу анаболизма составляют процессы ассимиляции, основу катаболизма — диссимиляции. В пищеварительном тракте (тонкой кишке) образуются продукты расщепления пищи — аминокислоты, жирные кислоты, глицерин, глюкоза и др. Они всасываются в кровеносное и лимфатическое русло. В цитоплазме клеток под воздействием ферментов образуется небольшое количество АТФ, никотинадениндинуклеотида (НАДН), ацетилкоэнзима А (АцКоА) и др. Наиболее важный путь синтеза АТФ (окислительное фосфорилирование) происходит в митохондриях при участии кислорода. В процессе преобразований в митохондриях из АцКоА с участием восстановительных субстратов НАДН, никотинадениндинуклеотидфосфата (НАДФН) и ферментов образуется значительное количество молекул АТФ (рис. 7).

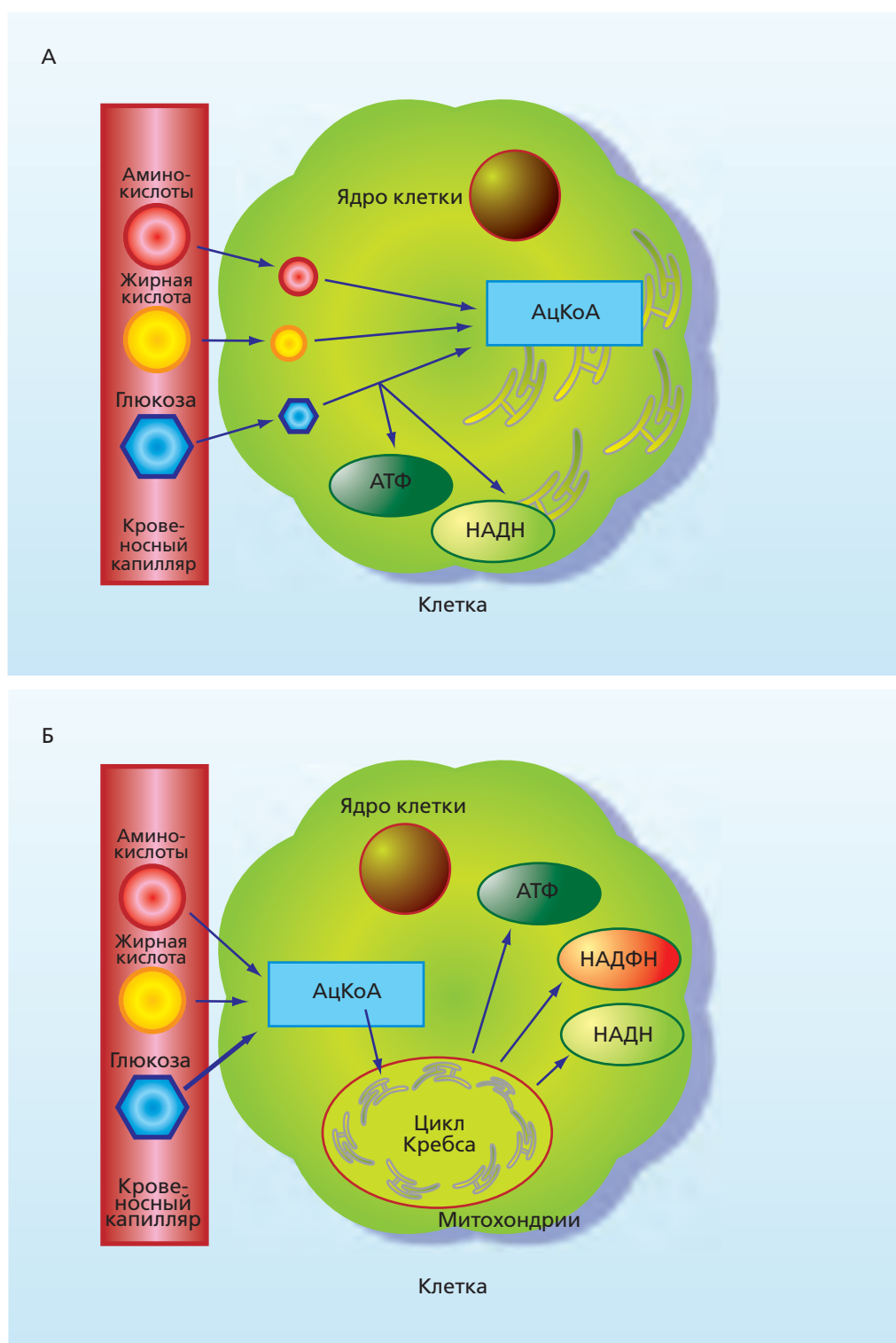


Рис. 7. Динамика последовательных этапов поступления в клетку основных пищевых веществ, их расщепления и образования конечных энергетических продуктов: А — этап поступления основных исходных веществ в клетку и образования продуктов их метаболизма; Б — этап метаболитических преобразований

продуктов питательных веществ в митохондриях и образования основных энергетических веществ (АТФ — аденозинтрифосфорная кислота, АцКоА — ацетилкоэнзим А, НАДН — восстановленный никотинадениндинуклеотид, НАДФН — восстановленный никотинадениндинуклеотидфосфат)

Деление клетки. Клеточный цикл

Рост организма происходит благодаря увеличению количества клеток. Различают митотическое деление клеток (*митоз*) и *мейоз*. При митозе, происходящем в рамках клеточного цикла, одна клетка (материнская) делится на две дочерние (рис. 8). Клеточный цикл состоит из нескольких фаз. Выделяют фазу подготовки клетки к делению (интерфазу) и процесс деления клетки. Продолжительность интерфазы составляет 20–30 ч. В интерфазу в клетке увеличивается число органелл, удваиваются масса клетки и число молекул нуклеиновой кислоты. При этом

родительская (материнская) цепь ДНК служит основой для образования дочерних ее молекул. Каждая из двух дочерних молекул ДНК состоит из одной старой (материнской) цепочки и одной новой (вновь образованной). К концу интерфазы клетка готова к делению на две дочерние клетки. Митоз обеспечивает равномерное распределение наследственной информации (хроматина) и образовавшихся структур между двумя дочерними клетками. Продолжительность митоза составляет от 30 мин до 3 ч. Различают несколько фаз (периодов) митоза: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. В профазе распадается ядрышко, центриоли расходятся к полюсам кле-

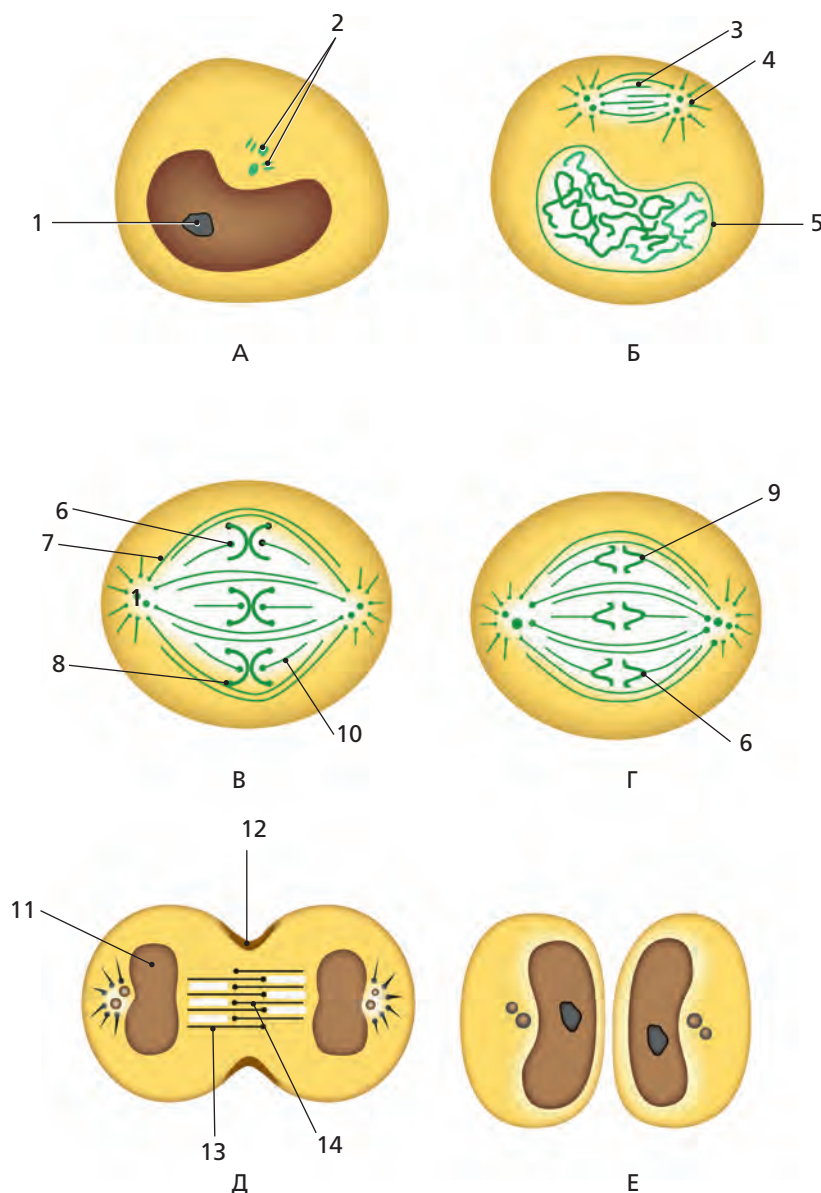


Рис. 8. Стадии митоза (схема): А — интерфаза; Б — профаза; В — метафаза; Г — анафаза; Д — телофаза; Е — поздняя телофаза; 1 — ядрышко; 2 — центриоли; 3 — веретено деления; 4 — звезда; 5 — ядерная оболочка; 6 — кинетохор; 7 — непрерывные микротру-

бочки; 8, 9 — хромосомы; 10 — хромосомные микротрубочки; 11 — формирование ядра; 12 — борозда дробления; 13 — пучок актиновых нитей; 14 — остаточное (срединное) тельце (по А. Хэму и Д. Кормаку, с изм.)

ток. В метафазе происходит разрушение ядерной оболочки, хромосомные нити направляются к полюсам клетки, структуры комплекса Гольджи и митохондрии уходят в обе половины делящейся клетки. В анафазе дочерние хромосомы отделяются друг от друга и расходятся к полюсам делящейся материнской клетки. В телофазе разошедшиеся к полюсам хромосомы переходят в хроматин, постепенно образуются РНК, ядерная оболочка, ядрышко и мембраны будущих дочерних клеток. В средней части поверхности материнской клетки (по экватору) образуется углубление (борозда деления), которое разделяет материнскую клетку на две дочерние. Дочерние клетки приобретают набор хромосом как у материнской клетки.

Мейоз — тип деления половых клеток. При делении половых клеток (сперматозоидов и яйцеклеток) образуются новые клетки с одинарным (гаплоидным) набором хромосом, что важно для передачи наследственной информации. При оплодотворении, когда сперматозоид соединяется с яйцеклеткой, набор хромосом удваивается (становится диплоидным). Образовавшаяся в результате оплодотворения клетка (зигота) получает наследственную информацию обоих родителей.

Ткани

Ткань — общность клеток и межклеточного вещества, объединенных единством происхождения, строения и функций. В организме человека выделяют четыре типа тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

Эпителиальная ткань

Эпителиальная ткань (эпителий) покрывает поверхности тела и выстилает слизистые оболочки, отделяя организм от внешней среды (покровный эпителий), а также образует железы (железистый эпителий). *Покровный эпителий* представляет собой слой клеток, расположенных на тонкой базальной мембране, которая состоит из межклеточного вещества (белков, полисахаридов), находящегося на границе между разными тканями. В зависимости от числа слоев клеток поверхностный эпителий разделяют на однослойный и многослойный (рис. 9). В многослойном эпителии различают несколько слоев клеток. Лишь клетки нижнего слоя многослойного эпителия расположены на базальной мембране. Выделяют многослойный плоский неороговевающий и ороговевающий эпителий. Многослойный плоский ороговевающий эпителий (эпидермис) покрывает наружную поверхность кожи. В переходном эпителии (моче-

выводящие пути) при растяжении слизистой оболочки органа количество слоев эпителиальных клеток уменьшается.

Железистый эпителий участвует в образовании желез внешней и внутренней секреции, выполняющих важнейшие функции в организме. Железы образуют и выделяют специальные продукты (функция секреции), участвуют в обмене веществ, в пищеварении, защите кожного покрова и т.д.

Различают экзокринные железы, эндокринные железы и железы смешанной секреции. *Экзокринные железы* (внешней секреции) имеют выводные протоки. К этой группе желез относят слюнные, потовые и некоторые другие железы. *Эндокринные железы* (железы внутренней секреции) выводных протоков не имеют; продукты их секреции (гормоны) поступают непосредственно в тканевую жидкость и в кровь. С кровотоком эти биологически активные вещества разносятся по организму.

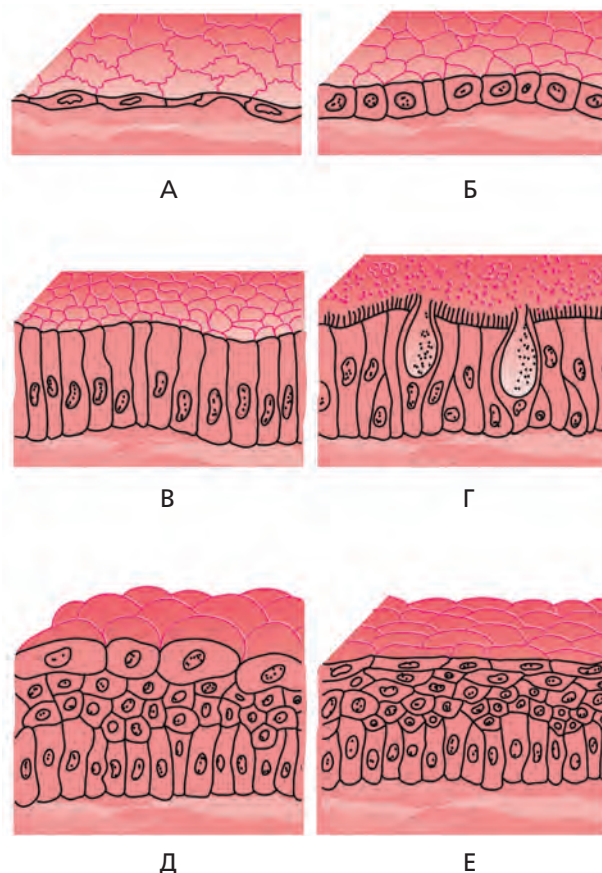
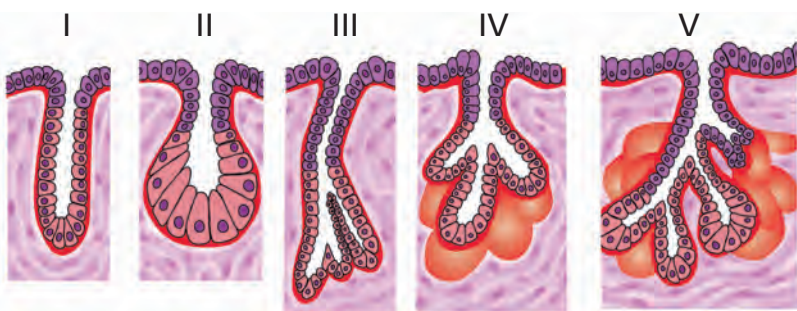


Рис. 9. Типы покровного эпителия (схема): А — простой сквамозный эпителий (мезотелий); Б — простой кубический эпителий; В — простой столбчатый эпителий; Г — реснитчатый эпителий; Д — переходный эпителий; Е — неороговевающий многослойный (плоский) сквамозный эпителий

Рис. 10. Многоклеточные железы разной формы (схема): I — простая трубчатая железа с неразветвленным начальным отделом; II — простая альвеолярная железа с неразветвленным начальным отделом; III — простая трубчатая железа с разветвленным начальным отделом; IV — простая альвеолярная железа с разветвленным начальным отделом; V — сложная альвеолярно-трубчатая железа с разветвленными начальными отделами (по И.В. Алмазову и Л.С. Сутулову)



Железы могут иметь различную форму. Выделяют трубчатые, альвеолярные, трубчато-альвеолярные и некоторые другие железы (рис. 10). В зависимости от сложности образования выводного протока различают простые и сложные железы. У простых желез их выводной проток не разветвлен, секреторный отдел имеет вид трубочки или альвеолы. В выводной проток сложных желез впадают множество мелких протоков, направляющихся от многих секреторных отделов. Помимо многоклеточных существуют и одноклеточные железы — бокаловидные клетки (рис. 11).

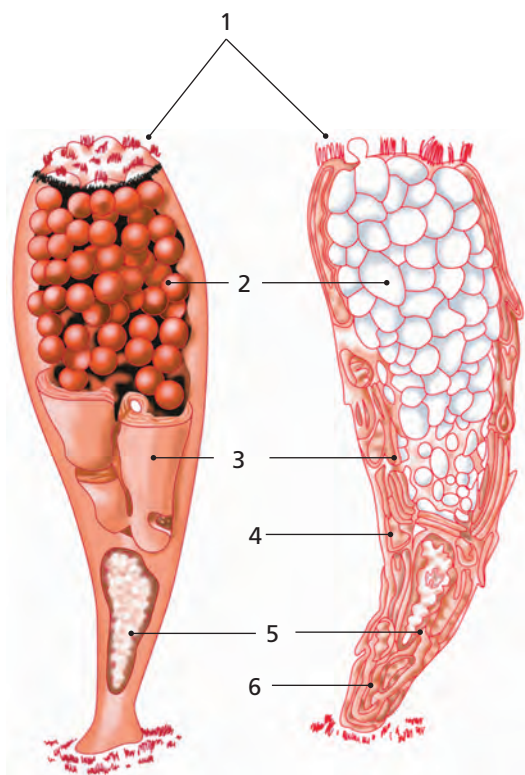


Рис. 11. Бокаловидная клетка (одноклеточная железа): 1 — клеточные микроворсинки; 2 — гранулы слизистого секрета; 3 — внутренний сетчатый аппарат; 4 — митохондрия; 5 — ядро; 6 — зернистая эндоплазматическая сеть

Соединительная ткань

Соединительная ткань разнообразна по строению и функциям. Она состоит из клеток и межклеточного вещества. Межклеточное вещество соединительной ткани содержит коллагеновые, эластические и ретикулярные волокна. Выделяют волокнистые соединительные ткани (рыхлая и плотная), соединительную ткань со специальными свойствами (жировая, пигментная, ретикулярная), твердые скелетные ткани (костная и хрящевая) и жидкие ткани (кровь).

Рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань имеет разное направление волокон. Она сопровождает сосуды и нервы, образует соединительнотканый каркас (строму) внутренних органов (рис. 12). *Коллагеновые волокна* соединительной ткани прочные, малорастяжимые. *Эластические волокна* ветвятся, хорошо растяжимы, имеют разный диаметр. *Ретикулярные волокна* образуют строму органов кроветворения и иммунных органов, желез.

Клетки соединительной ткани находятся в ее межклеточном веществе, имеющем структуру геля. Среди клеток соединительной ткани различают фибробласты, фиброциты, ретикулярные клетки и др. *Фибробласты* (молодые клетки) имеют отростки, образуют межклеточное вещество, коллагеновые и эластические волокна. *Фиброциты* (зрелые клетки) образуются из фибробластов. У фиброцитов также есть отростки, форма их веретенообразная. Органеллы в этих клетках выражены слабо. *Ретикулярные клетки*, имеющие многочисленные отростки, — основные клетки ретикулярной соединительной ткани. *Тучные клетки* (лаброциты) находятся в слизистой оболочке внутренних органов, расположены преимущественно возле кровеносных сосудов. *Макрофаги* способны поглощать чужеродные вещества и выделять в межклеточное вещество различные ферменты (активаторы химических реакций) и биологически активные структуры. *Жировые клетки* (адипозциты)

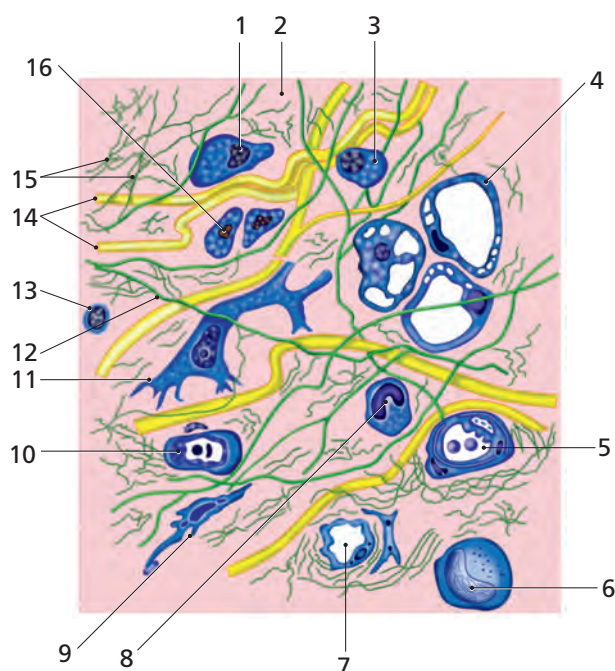


Рис. 12. Рыхлая волокнистая соединительная ткань: 1 — макрофагит; 2 — аморфное межклеточное (основное) вещество; 3 — плазмоцит (плазматическая клетка); 4 — липоцит (жировая клетка); 5 — кровеносный сосуд; 6 — моноцит; 7 — лимфатический капилляр; 8 — эозинофильный гранулоцит; 9 — фиброцит; 10 — кровеносный капилляр; 11 — фибробласт; 12 — эластическое волокно; 13 — лимфоцит; 14 — коллагеновые волокна; 15 — ретикулярные волокна; 16 — тканевый базофил

заполнены жиром, образуют жировую ткань. *Пигментные клетки* в цитоплазме содержат пигмент меланин.

Плотная волокнистая соединительная ткань состоит в основном из коллагеновых волокон, которые расположены или беспорядочно (*неоформленная плотная волокнистая соединительная ткань*), или в виде пучков (*оформленная плотная волокнистая соединительная ткань*). Неоформленная плотная волокнистая соединительная ткань образует оболочки (капсулы) внутренних органов и сосудов, надкостницу. Оформленная плотная волокнистая ткань входит в состав связок, сухожилий мышц. *Эластическая соединительная ткань*, образованная преимущественно эластическими волокнами, входит в состав стенок артерий, формирует желтые связки позвоночника.

Соединительные ткани со специальными свойствами объединяют жировую, ретикулярную и пигментную ткани. *Жировая ткань* участвует в терморегуляции организма. Жировые клетки образуют дольки, между которыми пролегают тонкие прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани. *Ретикулярная соеди-*

нительная ткань образована ретикулярными волокнами и клетками, которые формируют сетевидный каркас в органах кроветворения и иммунной системы. *Пигментная соединительная ткань*, образованная пигментными клетками (меланоцитами), расположена в сосудистой оболочке глазного яблока, в коже наружных половых органов.

Кровь

Кровь — вид соединительной ткани, находящейся в организме в жидком состоянии. Кровь переносит кислород и питательные вещества к тканям и органам, а также выводит из них продукты обмена веществ. Межклеточное вещество крови называют *плазмой*. В плазме крови расположены клетки — форменные элементы крови, к которым относят эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (рис. 13). *Эритроциты* (красные кровяные тельца) не способны к делению, они имеют форму двояковогнутого диска. В цитоплазме эритроцита отсутствуют ядро и органеллы; значительную часть (34%) объема цитоплазмы эритроцита составляет пигмент *гемоглобин*, функция которого заключается в переносе кислорода и углекислоты. Гемоглобин состоит из белка глобина и небелковой группы — гема, содержащего железо. Гемоглобин переносит кислород из легких к тканям и органам, а углекислый газ — из органов и тканей к легким. Молекулы кислорода присоединяются к гемоглобину благодаря высокому парциальному давлению в легких. Гемоглобин с присоединившимся кислородом называют *оксигемоглобином*. Отдав кислород, кровь насыщается углекислым газом, давление которого в тканях выше, чем в крови. Гемоглобин в соединении с углекислым газом называют карбогемоглобином. В легких углекислый газ покидает кровь, гемоглобин вновь насыщается кислородом. Обмен гемоглобина связан с образованием эритроцитов (эритропоэзом) в красном костном мозге и их разрушением в селезенке (рис. 14). Необходимые для синтеза гемоглобина ионы железа запасаются в печени (в форме белка ферритина). Гормон эритропоэтин, витамин B_{12} и фолиевая кислота усиливают синтез гемоглобина и эритропоэз. Жизнеспособные эритроциты многократно проходят через синусоидные (кровеносные) капилляры селезенки. Выход из капилляров меньше диаметра эритроцита, поэтому эритроциты из шарообразных преобразуются в эллипсовидные. При этом они не разрушаются благодаря эластичности своей клеточной оболочки. Примерно через 120 сут цитолемма эритроцита теряет эластичность,

Рис. 13. Форменные элементы крови: I — базофильный гранулоцит; II — ацидофильный гранулоцит; III — сегментоядерный нейтрофильный гранулоцит; IV — эритроцит; V — моноцит; VI — тромбоциты; VII — лимфоцит

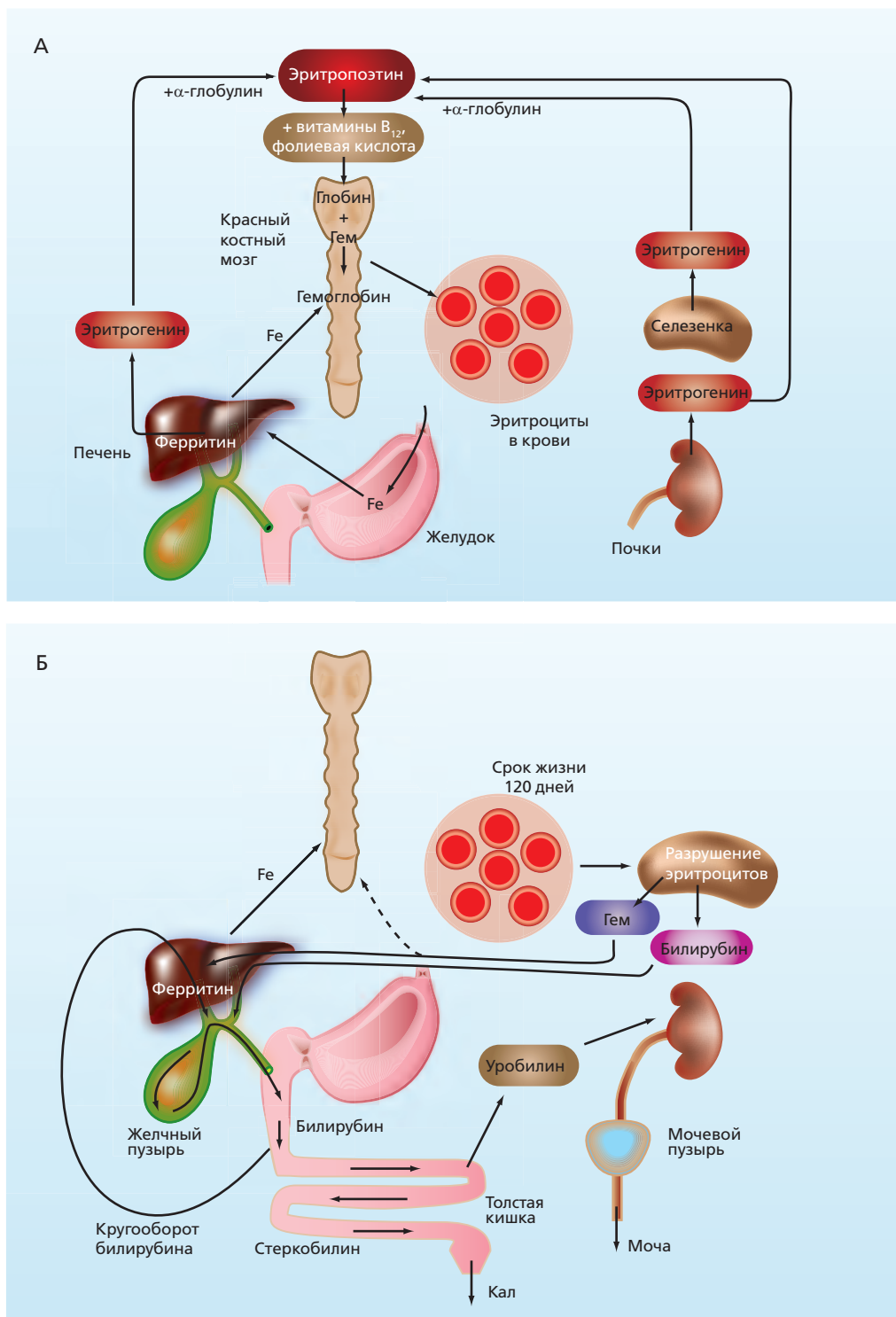
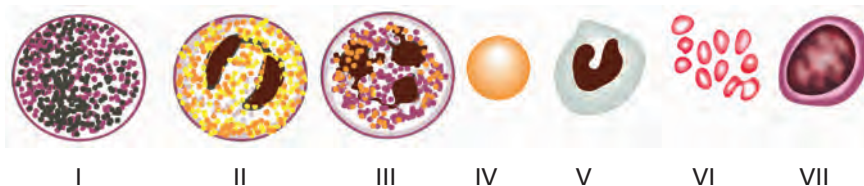


Рис. 14. Динамика синтеза и распада гемоглобина: А — синтез гемоглобина при эритропоэзе; Б — распад гемоглобина при эритроцитоллизе

и он разрушается в селезенке. При разрушении эритроцита гемоглобин превращается в билирубин, который с желчью выделяется в кишечник. Ионы железа, содержащегося в геме, возвращаются в печень и запасаются в составе ферритина. Билирубин в кишечнике преобра-

зуется в стеркобилин и уробилин, которые с калом и мочой выводятся из организма.

Лейкоциты (белые клетки крови) способны к движениям, перемещаются в тканях. Различают зернистые и незернистые лейкоциты. Зернистые лейкоциты содержат в цитоплазме мелкие грану-

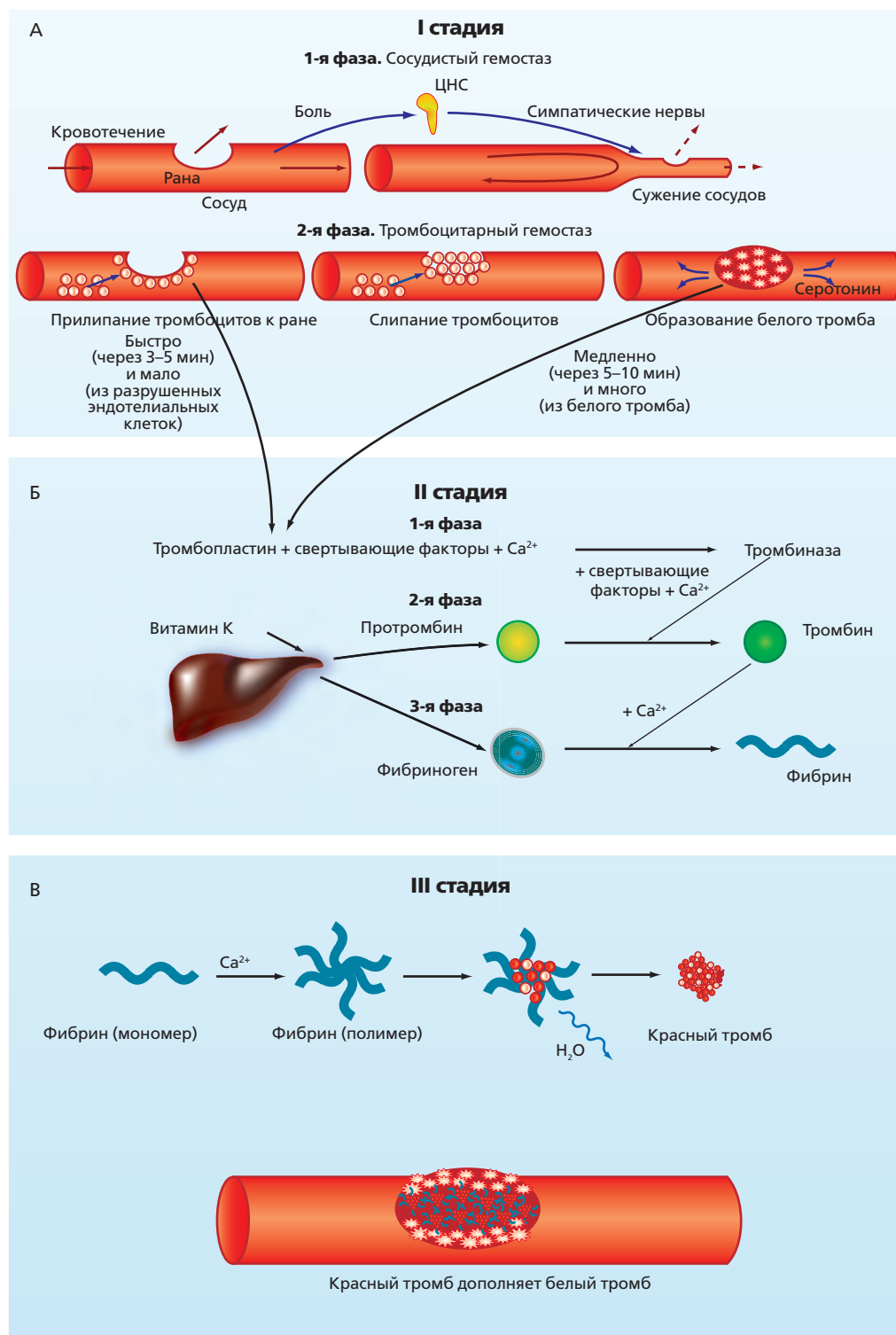


Рис. 15. Последовательность процессов гемостаза: А — I стадия — сосудисто-тромбоцитарный гемостаз; Б — II стадия — коагуляционный гемостаз; В — III стадия — ретракция

лы, которые окрашиваются различными красителями. Некоторые лейкоциты (*нейтрофилы*) окрашиваются и кислыми, и щелочными красителями, другие лейкоциты (*эозинофилы*) окрашиваются лишь кислыми красителями. Некоторые лейкоциты (*базофилы*) окрашиваются только основными красителями. К незернистым лейкоцитам (агранулоцитам) относят *моноциты*, эти клетки выходят в ткани, превращаясь в макрофаги.

В крови присутствуют также *лимфоциты*, служащие основными «рабочими» клетками иммунной системы и выполняющие функции иммунной защиты. *Тромбоциты* крови способны разрушаться и склеиваться, принимая участие в свертывании крови.

Гемостаз

Гемостаз (остановка кровотечения) включает сосудисто-рефлекторный и гуморальный механизмы. Остановка кровотечения начинается сосудисто-тромбоцитарным гемостазом (рис. 15). Повреждение сосудов сопровождается болевой реакцией, которая приводит к сужению сосудов и уменьшению выраженности кровотечения. Одновременно осуществляется тромбоцитарный гемостаз, заключающийся в адгезии (слипании) тромбоцитов с формированием белого тромба в месте повреждения сосуда. Выделение серотонина (биологически активного вещества) из слипшихся тромбоцитов усиливает спазм сосудов. Затем происходит коагуляционный гемостаз. Многочисленные факторы свертывания крови способствуют превращению белков плазмы крови с образованием тромбопластина, тромбиназы, тромбина фибрина. В результате этих реакций формируется красный тромб, закрывающий место повреждения сосуда (через 5–10 мин после повреждения). В течение последующего часа происходят сжатие сгустка крови, вытеснение из него воды, заполнение пустот эритроцитами и тромбоцитами (ретракция). Образующийся красный тромб смешивается с белым тромбом, окончательно закупоривая отверстие в поврежденном сосуде.

Скелетные ткани

К скелетным тканям относят хрящевую и костную ткани. *Хрящевая ткань* образует суставные хрящи, межпозвоночные диски, хрящи некоторых внутренних органов — гортани, трахеи и др. (рис. 16). Хрящевая ткань состоит из хрящевых клеток (хондробласты, хондроциты), расположенных в плотном межклеточном веществе. *Хондробласты* — молодые клетки хрящевой ткани, которые способны к делению. Форма хондробластов округлая и овальная, они содержат

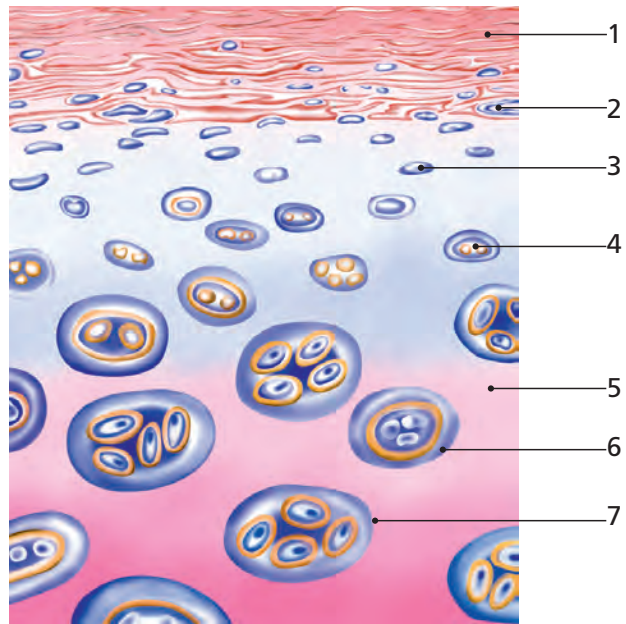


Рис. 16. Хрящевая ткань (гиалиновый хрящ): 1 — волокнистый слой надхрящницы; 2 — клеточный слой надхрящницы; 3 — молодые хондроциты; 4 — хондроцит в лакуне; 5 — межклеточное вещество (хрящевой матрикс); 6 — интерстициальный рост; 7 — изогенные группы хондроцитов (зрелые хрящевые клетки)

микроворсинки. *Хондроциты* — зрелые клетки хрящевой ткани, образующиеся из хондробластов. Хондроциты расположены в лакунах (полостях), окруженных межклеточным веществом.

Различают гиалиновый, волокнистый и эластический хрящ. Гиалиновый хрящ образует суставные и реберные хрящи, хрящи гортани. Волокнистый хрящ содержит коллагеновые волокна, он обладает повышенной прочностью, из него построены фиброзные кольца межпозвоночных дисков и др. Эластический хрящ содержит эластические волокна (например, надгортанник).

Костная ткань характеризуется высокими механическими свойствами. В костной ткани различают клетки (остеобласты, остециты, остеокласты) и межклеточное вещество, которое пропитано неорганическими соединениями и содержит коллагеновые волокна (рис. 17).

Остеобласты — молодые клетки костной ткани, имеющие развитые органеллы и продуцирующие межклеточное костное вещество (остеоид). *Остеоциты* — зрелые костные клетки, они расположены в костных лакунах, содержащих костную (тканевую) жидкость. Длинные отростки остеоцитов, также окруженные костной жидкостью, проходят в костных канальцах. Особый класс клеток составляют остеокласты, которые способны разрушать костную ткань. Костная ткань по химическому составу слож-