

- Учебник

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Министерство образования и науки РФ

Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	9
Введение	10
Список сокращений	12
Учебный модуль 1. Анатомия и физиология как фундаментальные медицинские науки	13
1.1. Предмет и методы анатомии и физиологии	14
1.2. Природа человека	17
1.3. Анатомо-физиологические аспекты удовлетворения потребностей человека	18
1.4. Анатомическая номенклатура	20
1.5. Основные физиологические термины	22
Учебный модуль 2. Отдельные вопросы цитологии и гистологии	24
2.1. Основы цитологии. Клетка	24
2.2. Основы гистологии. Ткани	29
2.3. Орган. Системы органов. Аппараты органов	39
2.4. Основные этапы эмбриогенеза человека	41
Учебный модуль 3. Кровь как внутренняя среда организма	44
3.1. Понятие о внутренней среде организма	44
3.2. Функции крови	46
3.3. Состав и свойства крови	46
3.4. Свёртывание крови	52
3.5. Группы крови	54
3.6. Переливание крови. Значение донорства	55
Учебный модуль 4. Анатомия и биомеханика опорно-двигательного аппарата	59
4.1. Общие вопросы анатомии и биомеханики аппарата движения	59
4.2. Строение, состав, развитие кости	60
4.3. Скелет человека	63
4.4. Соединения костей	65
4.5. Скелетные мышцы тела человека	69
4.6. Морфофункциональная характеристика черепа	77
4.7. Мышцы и фасции головы и шеи	93
4.8. Строение скелета туловища	99
4.9. Мышцы и фасции туловища	110
4.10. Морфофункциональная характеристика скелета верхней конечности	119
4.11. Мышцы и фасции верхней конечности	129
4.12. Скелет нижней конечности	136
4.13. Мышцы и фасции нижней конечности	149
Учебный модуль 5. Анатомо-физиологические аспекты регуляции и саморегуляции функций организма	160
5.1. Сущность и значение процесса регуляции и саморегуляции для удовлетворения потребностей человека	161
5.2. Общий план строения нервной системы	164

5.3. Рефлекс и рефлекторная дуга.	165
5.4. Рецепторы	167
5.5. Нервные центры	167
5.6. Общие данные о физиологии возбудимых тканей	168
5.7. Разновидности нейронов	179
5.8. Свойства нервных волокон.	180
5.9. Синапсы.	181
5.10. Понятие о двигательном аппарате	184
5.11. Физиологические особенности гладких мышц.	184
5.12. Понятие о параличе	185
Учебный модуль 6. Функциональная анатомия центральной нервной системы	187
6.1. Функциональная анатомия спинного мозга	188
6.2. Функциональная анатомия головного мозга.	195
6.3. Продолговатый мозг	196
6.4. Задний мозг	197
6.5. Перешеек ромбовидного мозга	200
6.6. Ретикулярная формация	202
6.7. Передний мозг	202
6.8. Белое вещество больших полушарий	213
6.9. Боковые желудочки	214
6.10. Проводящие пути головного и спинного мозга	214
6.11. Особенности кровоснабжения головного мозга.	220
6.12. Оболочки спинного и головного мозга	221
Учебный модуль 7. Функциональная анатомия периферической нервной системы	224
7.1. Периферическая нервная система.	224
7.2. Строение периферических нервов	225
7.3. Образование спинномозговых нервов	226
7.4. Ветви спинномозговых нервов	226
7.5. Шейное сплетение	228
7.6. Плечевое сплетение	229
7.7. Передние ветви грудных спинномозговых нервов.	231
7.8. Поясничное сплетение	231
7.9. Крестцовое сплетение	232
7.10. Копчиковое сплетение	234
7.11. Образование черепных нервов.	234
7.12. Черепные нервы и области их иннервации	235
Учебный модуль 8. Функциональная анатомия вегетативной нервной системы	241
8.1. Понятие о вегетативной нервной системе.	241
8.2. Отличия вегетативной и соматической нервной системы	242
8.3. Отличия симпатического и парасимпатического отделов	243
8.4. Сегментарный и надсегментарный отделы вегетативной нервной системы	244

8.5. Симпатический отдел вегетативной нервной системы	245
8.6. Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы	248
8.7. Вегетативные нервные сплетения	249
8.8. Регуляция и координация функций отделов вегетативной нервной системы	250
Учебный модуль 9. Общие вопросы функциональной анатомии	
сенсорных систем	254
9.1. Рецепторы	254
9.2. Анализаторы	256
9.3. Соматическая сенсорная система: кожный и проприоцептивный анализаторы.	257
9.4. Висцеральная сенсорная система	264
9.5. Ноцицептивная (болевая) сенсорная система	265
9.6. Зрительная сенсорная система.	267
9.7. Обонятельная сенсорная система	275
9.8. Вкусовая сенсорная система	277
9.9. Слуховая и вестибулярная сенсорные системы	278
Учебный модуль 10. Железы внутренней секреции	286
10.1. Железы внутренней секреции	286
10.2. Механизм действия гормонов	288
10.3. APUD-система	289
10.4. Параганглии	290
10.5. Гипофиз	291
10.6. Надпочечники.	293
10.7. Адаптационный синдром	295
10.8. Щитовидная железа	296
10.9. Паращитовидные железы	298
10.10. Шишковидное тело	299
10.11. Поджелудочная железа, эндокринная часть	299
10.12. Половые железы, эндокринная часть	300
10.13. Регуляция деятельности желёз внутренней секреции	301
Учебный модуль 11. Аспекты высшей нервной (психической)	
деятельности.	305
11.1. Принципы рефлекторной теории	305
11.2. Биоэлектрическая активность коры больших полушарий	315
11.3. Интегративные функции центральной нервной системы	317
Учебный модуль 12. Общие вопросы функциональной анатомии	
системы кровообращения. Анатомия и физиология сердца	338
12.1. Общий план строения сердечно-сосудистой системы.	338
12.2. Строение сердца	339
12.3. Сосуды и нервы сердца	344
12.4. Границы сердца	344
12.5. Работа сердца	345
12.6. Цикл сердечной деятельности	345
12.7. Механизм образования тонов сердца	346

12.8. Свойства сердечной мышцы	347
12.9. Проводящая система сердца	348
12.10. Электрические явления в сердце	349
12.11. Регуляция работы сердца	349
12.12. Строение кровеносных сосудов	351
12.13. Отделы системы кровообращения	354
12.14. Функциональные показатели системы кровообращения	355
Учебный модуль 13. Кровеносная система: артерии большого круга кровообращения	358
13.1. Большой и малый круг кровообращения	358
13.2. Артерии большого круга кровообращения	360
Учебный модуль 14. Кровеносная система: вены большого круга кровообращения	373
14.1. Вены большого круга кровообращения	373
14.2. Система верхней полой вены	375
14.3. Система нижней полой вены	377
14.4. Кровообращение плода и новорождённого	381
Учебный модуль 15. Процесс дыхания	384
15.1. Анатомо-физиологические аспекты потребности дышать	384
15.2. Общий план строения органов дыхания	385
15.3. Полость носа	386
15.4. Гортань	388
15.5. Трахея и главные бронхи	391
15.6. Лёгкие	391
15.7. Плевра. Плевральные полости	394
15.8. Средостение	397
15.9. Этапы дыхательной функции	398
15.10. Внешнее дыхание	399
15.11. Газообмен в лёгких	402
15.12. Газообмен между кровью и тканями	403
15.13. Дыхательный центр. Регуляция дыхания	404
Учебный модуль 16. Процесс пищеварения	408
16.1. Анатомия органов пищеварительной системы	408
16.2. Полость рта	410
16.3. Строение глотки	415
16.4. Строение пищевода	417
16.5. Желудок	417
16.6. Тонкая кишка	420
16.7. Толстая кишка	423
16.8. Печень	426
16.9. Поджелудочная железа	429
16.10. Полость живота. Брюшина и её производные	430
16.11. Сущность и значение пищеварения	432
16.12. Значение работ И.П. Павлова по физиологии пищеварительных желёз	434

16.13. Пищеварение в полости рта	434
16.14. Глоточный рефлекс	435
16.15. Пищеварение в желудке	436
16.16. Секретия поджелудочного сока.	438
16.17. Секретия жёлчи	439
16.18. Функции печени	440
16.19. Пищеварение в тонкой кишке	441
16.20. Полостное и пристеночное пищеварение	442
16.21. Всасывание в отделах пищеварительного тракта	442
16.22. Пищеварение в толстой кишке	445
16.23. Регуляция пищеварения	447
Учебный модуль 17. Обмен веществ и энергии.	450
17.1. Понятие об обмене веществ и энергии.	450
17.2. Регуляция обмена веществ и энергии.	452
17.3. Энергетический обмен	453
17.4. Обмен белков	456
17.5. Обмен углеводов.	458
17.6. Обмен липидов	460
17.7. Водно-солевой обмен	462
17.8. Обмен минеральных веществ.	463
17.9. Витамины	465
17.10. Понятие о рациональном питании	467
17.11. Пищевой рацион	470
17.12. Режим питания и диета	472
Учебный модуль 18. Процесс терморегуляции	476
18.1. Температура тела	476
18.2. Терморецепторы	477
18.3. Физические и химические механизмы терморегуляции	478
18.4. Центральные механизмы терморегуляции.	481
Учебный модуль 19. Процесс выделения	483
19.1. Общая характеристика процесса выделения, выделительные органы	483
19.2. Строение почек.	484
19.3. Строение мочеточников	489
19.4. Строение мочевого пузыря.	489
19.5. Строение мочеиспускательного канала	490
19.6. Физиология процессов мочеобразования и мочевыделения	491
Учебный модуль 20. Процесс репродукции	498
20.1. Половые органы как часть мочеполового аппарата.	498
20.2. Мужские половые органы.	499
20.3. Физиология мужской половой системы.	503
20.4. Женские половые органы	507
20.5. Промежность.	512
20.6. Половые признаки	513
20.7. Физиология женской половой системы.	514

Учебный модуль 21. Система защиты организма	518
21.1. Понятие об иммунитете	518
21.2. Классификация иммунитета	520
21.3. Классификация защитных механизмов	520
21.4. Механизмы неспецифического иммунитета	521
21.5. Механизмы специфического иммунитета	523
21.6. Иммунологическая память	526
21.7. Гемопоз и иммуногенез	527
21.8. Функциональная анатомия лимфатической системы	534
Глоссарий	541
Рекомендуемая литература	554
Предметный указатель	555

Дополнительные материалы

Тестовые задания, типовые задачи, задания для самостоятельной работы, а также кроссворды к учебнику размещены в электронной версии по адресу: www.studmedlib.ru/extra

УЧЕБНЫЙ МОДУЛЬ 2

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЦИТОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ

Студент должен знать:

- строение и функции клеток;
- химический состав клеток;
- клеточный цикл и метаболизм клетки;
- понятие о тканях, классификацию тканей, их строение, расположение и функции;
- понятие об органе и структурно-функциональной единице органа;
- системы органов и аппараты органов;
- полости тела человека, виды оболочек;
- понятие об онтогенезе и его основных периодах (эмбриональном, фетальном, постэмбриональном);
- основные этапы эмбриогенеза человека.

Студент должен уметь:

- различать виды тканей на планшетах и в атласе;
- использовать гистологические, анатомические и физиологические термины;
- располагать органы в соответствующих системах и аппаратах органов и в полостях тела человека.

2.1. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ. КЛЕТКА

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Клетка (cellula) — элементарная единица живого организма, обладающая способностью к обмену веществ с окружающей средой и передаче генетической информации при размножении. Клетки специфичны для каждого вида. Они чрезвычайно разнообразны по строению, форме

и размерам. Самая крупная клетка — яйцеклетка, достигающая 0,2 мм в диаметре, самая маленькая — лимфоцит (размером 5 мкм). Нередко клетки снабжены отростками, жгутиками или ресничками, с помощью которых они перемещаются. Длина отростков нейронов достигает 1,5 м и более. Форма клеток разнообразна: они бывают плоскими, призматическими, цилиндрическими, кубическими, веретенообразными, шаровидными и др.

Клетка сложно устроена. Она окружена плазматической мембраной, содержит ядро и цитоплазму с органеллами (рис. 2-1).

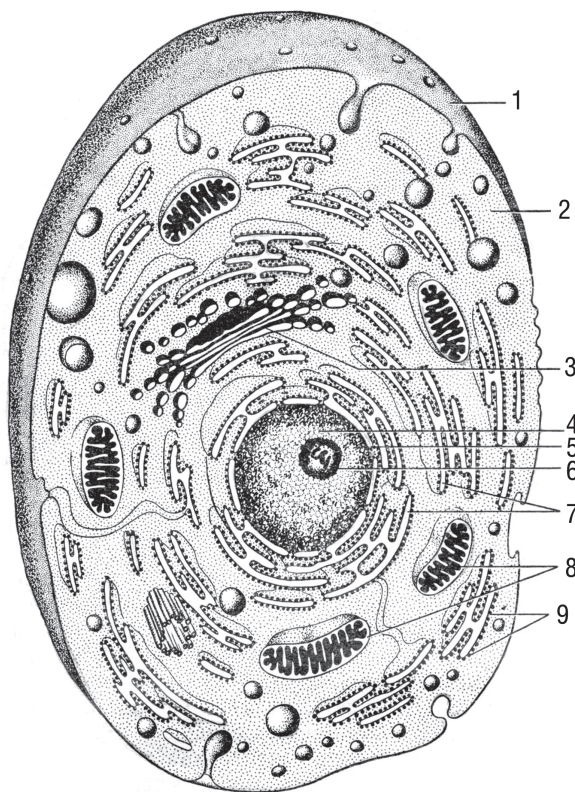


Рис. 2-1. Схема ультрамикроскопического строения клетки животных организмов: 1 — внешняя клеточная мембрана; 2 — гиалоплазма; 3 — комплекс Гольджи; 4 — ядро клетки; 5 — ядерная оболочка; 6 — ядрышко; 7 — эндоплазматическая сеть; 8 — митохондрии; 9 — рибосомы

От внешней среды клетку отделяет клеточная или плазматическая мембрана, имеющая сложное строение. *Плазматическая мембрана* состоит из двойного слоя молекул липидов; в инертную липидную основу мозаично встроены белки (одна молекула белка на пятьдесят молекул липида) — главные функциональные элементы мембраны. Белки на наружной поверхности мембраны представлены в основном гликопротеидами. Мембрана осуществляет рецепторную функцию и транспорт веществ, необходимых клетке. Она взаимодействует с межклеточным веществом и соседними клетками, генерирует биоэлектрические потенциалы. Плазматическая мембрана обладает избирательной проницаемостью: её проницаемость для разных атомов и молекул зависит от их размеров, электрического заряда и химических свойств.

Необходимые клетке частицы, не способные преодолеть мембрану (например, слишком крупные — белки, холестерин), проникают в клетку или удаляются из неё с помощью специальных белков-переносчиков, сквозь ионные каналы или путём *эндоцитоза и экзоцитоза*. При эндоцитозе от плазматической мембраны внутрь клетки отшнуровываются пузырьки (везикулы), захватывая необходимые вещества. В процессе экзоцитоза внутриклеточные везикулы сливаются с плазматической мембраной, выделяя содержимое наружу.

Ионные каналы образованы трансмембранными белками, пронизывающими клеточную мембрану и образующими в мембране сквозные каналы (поры) диаметром менее 1 нм. Каналы различаются по строению и обладают разной проницаемостью, избирательностью и управляемостью. Ионные каналы обеспечивают управляемое перемещение ионов через мембрану. Мембранные каналы относительно избирательны по отношению к проникающим через них ионам. Выделяют калиевые, натриевые, кальциевые, хлорные и протонные (водородные) каналы.

Таким образом, с помощью клеточной мембраны, обладающей избирательной проницаемостью, в клетке и межклеточной среде поддерживается постоянная концентрация ионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} . Внутри клетки выше содержание K^+ , а вне клетки — Na^+ и Ca^{2+} . Стабильность достигается посредством пассивного и активного транспорта — переноса веществ соответственно в направлении уменьшения электрохимического потенциала (с помощью диффузии), или против него с помощью ионных каналов.

Внутри клетки есть *ядро*, содержащее генетическую информацию (молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты — ДНК) и отвечающее за хранение, передачу и реализацию наследственной информации, а также за синтез белка. Ядро регулирует метаболизм клетки. Его форма

чаще округлая, но может быть и плоской, и бобовидной. В таких высоко специализированных клетках, как зрелые эритроциты и тромбоциты, ядро вообще отсутствует. Скелетные мышечные волокна многоядерные. Ядро отделено от цитоплазмы двухслойной ядерной оболочкой и содержит *гелеобразную нуклеоплазму, хроматин и ядрышко*.

Цитоплазма имеет гиалоплазму, органеллы и постоянные включения. *Гиалоплазма* — основное вещество цитоплазмы. Она имеет консистенцию геля, участвует в обменных процессах и поддержании постоянства внутренней среды, содержит органические и неорганические вещества. К *органическим веществам* относят:

- белки;
- жиры;
- углеводы;
- нуклеиновые кислоты;
- аденозинтрифосфат (АТФ).

Большая часть белков — *ферменты*, катализаторы химических реакций, с помощью которых происходит множество процессов метаболизма (обмена веществ).

Неорганические вещества представлены водой, основаниями, кислотами, растворёнными в водной среде, и ионизированными солями.

Цитоплазму пронизывает сеть цитоскелета, поддерживающего форму клетки и положение органелл, а также обеспечивающего изменение формы клетки и её подвижность. *Цитоскелет* состоит из *микротрубочек, актиновых микрофиламентов* (мельчайших нитей) и *промежуточных филаментов*. Микротрубочки образованы полимером белка тубулина. Актиновые нити непосредственно участвуют в процессах, связанных с движением. Промежуточные филаменты связывают остальные элементы цитоскелета, их химический состав в разных клетках различен.

Органеллы — постоянные структуры клетки, обеспечивающие её функции. Различают мембранные и немембранные органеллы. Мембранные органеллы отделены от цитоплазмы мембранами, напоминающими плазматическую мембрану. К мембранным органеллам относят:

- митохондрии;
- эндоплазматическую сеть;
- комплекс Гольджи;
- лизосомы;
- пероксисомы.

К немембранным органеллам принадлежат рибосомы и клеточный центр.

Клеточный центр находится вблизи ядра или комплекса Гольджи. Он состоит из двух цилиндрических телец — центриолей, участвующих в делении клетки.

Комплекс Гольджи в виде пластин, пузырьков и трубочек расположен вокруг ядра и предназначен для транспорта веществ, их химической обработки и секреции продуктов жизнедеятельности клетки.

Эндоплазматическая сеть состоит из извитых трубочек и мешочков. Сеть участвует в углеводном и жировом обмене, а также служит депо ионов Ca^{2+} . Большие участки эндоплазматической сети заняты *рибосомами*, на которых происходит синтез белков.

Митохондрии (в форме зёрен и палочек) окружены двумя мембранами — внешней и внутренней. Внутренняя мембрана образует складки, концентрирующие ферменты окислительных биохимических реакций. Здесь происходит расщепление глюкозы, аминокислот и жирных кислот; при этом образуется АТФ — высокоэнергетическое соединение, основной энергетический материал клетки.

Лизосомы и пероксисомы — небольшие пузырьки, содержащие наборы ферментов. *Лизосомы* переваривают доставленные в клетку питательные вещества. *Пероксисомы* выполняют разнообразные функции, в частности окисление жирных кислот, разрушение токсичных соединений (продуктов обмена и поступивших извне, в том числе лекарственных веществ), синтез жёлчных кислот и холестерина. *Включения* в цитоплазму представлены *пигментными и белковыми скоплениями*, *глыбками гликогена* и *каплями жира*.

ФУНКЦИИ КЛЕТКИ

Функции *специализированных органелл* (*микроворсинок*, *ресничек*, *жгутиков*, *миофибрилл*, *микротрубочек*) зависят от физиологического назначения того или иного органа. Например, микроворсинки эпителия тонкой кишки участвуют в процессе всасывания питательных веществ.

Функции клетки как части многоклеточного организма заключаются в обмене веществ с окружающей средой. Клетки усваивают и расщепляют питательные вещества большей частью в аэробных условиях, с помощью кислорода (окислительное фосфорилирование в митохондриях), но иногда в анаэробных условиях (гликолиз с образованием пировиноградной или молочной кислоты). В результате затрачивается и вновь образуется энергия, которая накапливается в высокоэнергетических фосфорных соединениях (в основном в АТФ).

Клетки обладают *раздражимостью*, проявляемой, например, в двигательных реакциях лейкоцитов, сперматозоидов, мерцательного эпи-

теля. *Возбудимыми* называют клетки, в которых процесс возбуждения сопровождается какими-либо признаками. При этом мышечные клетки способны сокращаться. Нервные клетки вырабатывают очень слабый электрический переменный ток (нервные импульсы, биотоки). Железистые клетки выделяют секреты.

Структуры клетки находятся в динамическом равновесии. Плазматическая мембрана и органеллы находятся в непрерывном движении и постоянной перестройке. Взаимодействие клеток между собой и внешней средой — необходимое условие для поддержания жизнедеятельности организма.

Рост и развитие организма осуществляются благодаря размножению клеток и их дифференцировке (специализации). В процессе размножения постоянно обновляются клетки эпителия и соединительной ткани. Нейроны и миокардиоциты взрослого человека как высокоспециализированные клетки в значительной степени утратили способность к делению в обычных условиях.

Различают прямое, непрямое и редукционное деление клетки. *Непрямое деление (митоз)* состоит из нескольких фаз, сопровождающихся сложной перестройкой клетки. *Прямое деление (амитоз)* встречается редко (в патологии, у стареющих клеток) и заключается в разделении клетки и её ядра на две части. *Мейоз — редукционное деление половых клеток*. Этот процесс сопровождается сложными превращениями и редукцией хромосом. В результате каждая половая клетка содержит половинный набор хромосом. Время от одного деления клетки в организме до другого называют *жизненным циклом клетки*.

Регуляция клеточных функций осуществляется ядром, а также изменением мембранного потенциала с помощью гормонов, антигенов, медиаторов и других биологически активных веществ, выделяемых специализированными клетками (например, при повреждении или иммунной реакции тучные клетки выделяют гистамин).

2.2. ОСНОВЫ ГИСТОЛОГИИ. ТКАНИ

Ткань — система клеток и межклеточного вещества, объединённых единством строения, функции и происхождения. В организме человека различают четыре вида тканей:

- эпителиальную;
- соединительную;
- мышечную;
- нервную.

Ткани состоят из клеток и межклеточного вещества, соотношение которых в тканях различно. Как правило, межклеточное вещество имеет консистенцию геля и может содержать волокна.

ЭПИТЕЛИАЛЬНАЯ ТКАНЬ

Эпителиальная ткань (рис. 2-2) образована клетками — *эпителиоцитами*, образующими сплошные пласты. Между клетками почти нет межклеточного вещества; кровеносные сосуды отсутствуют, поэтому питание эпителиоцитов обеспечивается с помощью диффузии питательных веществ через опорную *базальную мембрану*, отделяющую эпителий от подлежащей рыхлой соединительной ткани.

Эпителий бывает однослойным и многослойным. *Однослойный эпителий* может быть *однорядным* (клетки одинаковой формы, их ядра лежат на одном уровне) и *многорядным* (ядра клеток расположены на разных уровнях). Выделяют следующие виды *однослойного однорядного* эпителия:

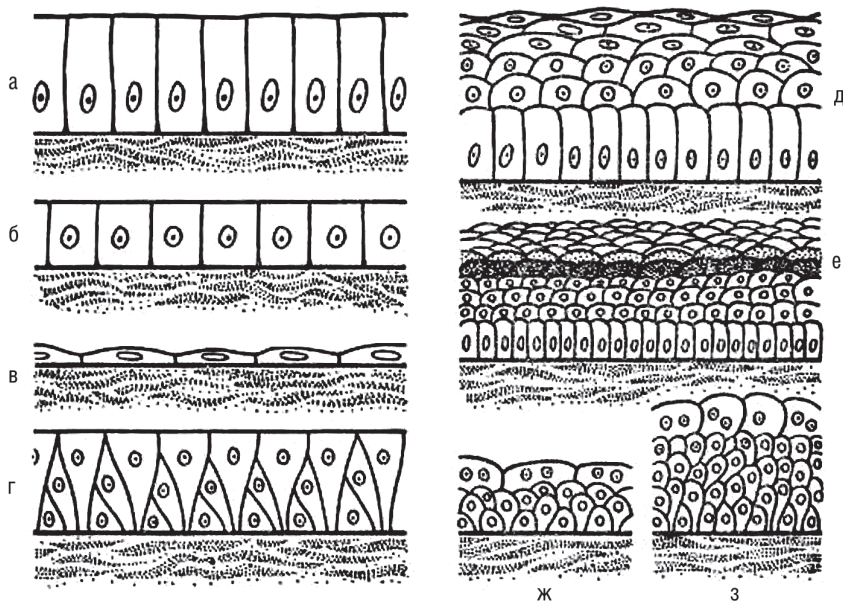


Рис. 2-2. Виды эпителия (схема): а — простой столбчатый; б — простой кубический; в — простой сквамозный плоский; г — однослойный многорядный; д, е — многослойный плоский; ж, з — переходный

- простой сквамозный (плоский);
- простой кубический;
- простой столбчатый.

Реснитчатый эпителий является однослойным многорядным.

Многослойный эпителий бывает ороговевающим, неороговевающим и переходным.

Однослойный (сквамозный) плоский эпителий выстилает серозные оболочки и альвеолы лёгких. В камерах сердца и кровеносных сосудах этот эпителий (*эндотелий*) создаёт условия для кровотока, в частности уменьшает трение протекающих жидкостей.

Многорядный однослойный мерцательный эпителий покрывает слизистые оболочки дыхательных путей и маточные трубы. Он состоит из реснитчатых и бокаловидных слизистых клеток, ядра которых расположены на разных уровнях. Реснички — выросты цитоплазмы на свободном конце столбчатых клеток этого эпителия. Они постоянно колеблются, препятствуя попаданию любых чужеродных частиц в лёгкие. В маточных трубах они способствуют продвижению яйцеклетки.

Простой кубический эпителий покрывает собирательные каналы почек, выстилает протоки желёз: поджелудочной, слюнных и др.

Простой столбчатый эпителий представлен высокими узкими клетками, выполняющими функции и всасывания. На свободной поверхности некоторых клеток есть *щётчатая кайма*, состоящая из микроворсинок, увеличивающих поверхность всасывания. Бокаловидные клетки, расположенные между столбчатыми эпителиоцитами, выделяют слизь, защищающую слизистые оболочки желудка, кишечника и мочевыводящих путей от вредного действия пищеварительных соков и мочи, а также облегчающую продвижение содержимого по пищеварительному тракту.

Железы образованы железистым эпителием: поджелудочная, щитовидная, потовые, сальные и др. Железы имеют выделительные функции. Они могут быть *многоклеточными* (печень, поджелудочная железа, гипофиз) или *одноклеточными* (бокаловидная клетка реснитчатого эпителия, выделяющая слизь). Различают экзокринные, эндокринные и смешанные многоклеточные железы.

Экзокринные железы расположены в коже или полых органах, состоят из начального отдела, образованного *гланулоцитами*, вырабатывающими секрет, и выводного протока. Они выводят секрет наружу (с потом, кожным салом, молоком) или в полость органа (с бронхиальной слизью, слюной, желудочным, кишечным соком). Их секреты оказывают местное воздействие. В зависимости от строения начального отдела различают *трубчатые*, *альвеолярные* и *трубчато-альвеолярные*

железы. В зависимости от строения выводных протоков выделяют *простые, простые разветвлённые и сложные экзокринные железы*. Простые железы — микроскопические трубочки с одним неветвящимся выводным протоком (потовые, слюнные); железистые доли сложных желёз соединены ветвящимся выводным протоком (слюнные железы).

Эндокринные железы не имеют выводных протоков и выделяют свои гормоны (адреналин, окситоцин и др.) в кровь и лимфу, влияя на жизнедеятельность всего организма (см. модуль 10).

Смешанные железы имеют экзокринную часть, выделяющую секрет через проток и эндокринную часть, не имеющую протока, и выделяющую секрет в кровь (поджелудочная, железа, половые железы).

Многослойный эпителий, состоящий из нескольких рядов клеток, толще однослойного. *Эпидермис* — *многослойный плоский (сквамозный) ороговевающий эпителий* покрывает кожу. *Многослойный плоский (сквамозный) неороговевающий эпителий* выстилает слизистые оболочки полости рта, глотки, пищевода, нижней части прямой кишки, мочеиспускательного канала и влагалища, конечного отдела прямой кишки.

Переходный эпителий выстилает органы, подвергающиеся сильному растяжению (например, мочевой пузырь и мочеточники). При изменении объёма органа меняются и толщина, и строение эпителия (в частности количество его слоёв).

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

Широко распространённая в организме **соединительная ткань**, разнообразная по строению и функциям, составляет 50% массы тела. Соединительная ткань состоит из клеток и межклеточного вещества, содержащего волокна и основное вещество. Межклеточное вещество крови — жидкое, кости — твёрдое. Главная клетка — подвижный *фибробласт*, образует основное вещество, выделяет *волокна* — *коллагеновые и эластические*. Все клетки соединительной ткани хорошо размножаются. В процессе старения фибробласты превращаются в фиброциты, которые не синтезируют или слабо синтезируют основное вещество. В коже, волосах, сосудах, сухожилиях и хрящевой ткани изменяется основное вещество соединительной ткани и волокнистые структуры, и развиваются различные заболевания суставов, сосудов, сердца и кожи.

Макрофагоциты — крупные клетки, происходящие из моноцитов крови и объединённые в систему *моноклеарных фагоцитов*. Они бывают оседлыми (в кроветворных органах, печени) и кочующими (в соединительной ткани, серозных полостях и др.).

Плазматические клетки образуются из В-лимфоцитов, относятся к иммунной системе, синтезируют антитела.

Тканевые базофилы (тучные клетки) — большие клетки с крупными гранулами, содержащими гистамин, гепарин, серотонин. Они регулируют проницаемость сосудистой стенки, участвуют в аллергических реакциях и свёртывании крови.

Различают три вида соединительной ткани:

- кровь и лимфу;
- собственно соединительную ткань;
- хрящевую, костную ткань.

Кровь и лимфа выполняют транспортные, защитные и другие функции (подробнее см. модули 3, 21). Функции собственно соединительной ткани и соединительных тканей со специальными свойствами — опорно-механическая, трофическая и защитная.

Расположение волокон в основном веществе *рыхлой волокнистой соединительной ткани* (рис. 2-3) зависит от строения и функции органа. Эта ткань составляет строму паренхиматозных органов, сопровождает кровеносные сосуды, участвует в иммунных, воспалительных реакциях, заживлении ран.

В зависимости от упорядоченности расположения волокон различают *оформленную и неоформленную плотную волокнистую соединительную ткань*. В сетчатом слое кожи соединительнотканые волокна густо и беспорядочно переплетаются. В сухожилиях, связках, фасциях, твёрдой мозговой оболочке, роговой оболочке глазного яблока волокна образуют пучки, расположенные в определённом направлении. Именно поэтому оформленная соединительная ткань прочнее неоформленной ткани (рис. 2-4).

Ретикулярная соединительная ткань состоит из ретикулярных клеток и волокон, образует основу кроветворных и иммунных органов (костного мозга, лимфатических узлов и фолликулов, селезёнки, тимуса). Её основные клетки — многоотростчатые *ретикулоциты*, выделяющие тонкие *ретикулиновые волокна*. Отростки ретикулярных клеток соединяются друг с другом, образуя сети, в ячейках которых расположены кроветворные клетки и форменные элементы крови.

Жировая соединительная ткань расположена под брюшиной, в сальниках, образует подкожный жировой слой. Её клетки, шаровидные *липоциты*, накапливают жировые капли. Жировая ткань — депо жира (важнейшего источника энергии) и связанной с ним воды — обладает хорошими теплоизоляционными свойствами.

Хрящевая ткань состоит из молодых *хондробластов*, зрелых *хондроцитов*, образующих группы из двух-трёх клеток, и основного вещества —

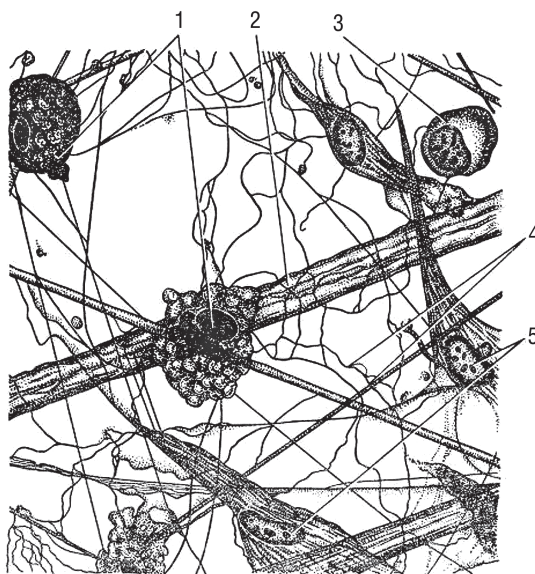


Рис. 2-3. Рыхлая волокнистая соединительная ткань: 1 — макрофаги; 2 — коллагеновые волокна; 3 — лимфоцит; 4 — эластические волокна; 5 — фибробласты

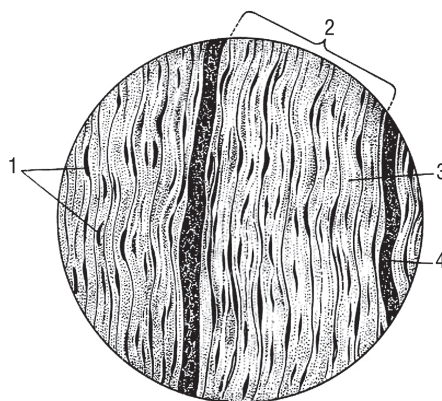


Рис. 2-4. Оформленная плотная волокнистая соединительная ткань (сухожилие): 1 — ядра фиброцитов; 2 — пучок коллагеновых волокон второго порядка; 3 — пучки коллагеновых волокон первого порядка; 4 — прослойка рыхлой соединительной ткани между пучками коллагеновых волокон

плотного, упругого геля, содержащего волокна. Сосуды в хряще отсутствуют, кровоснабжение осуществляется капиллярами покрывающей его *надхрящницы*.

Различают три вида хряща. *Гиалиновый хрящ* полупрозрачный, гладкий, плотный, блестящий, почти не содержит волокон. Он образует хрящи гортани, рёбер, трахеи, бронхов, суставные хрящи. В состав *волокнистого (фиброзного) хряща* входит много прочных коллагеновых волокон. Из него состоят фиброзные кольца межпозвонковых дисков, внутрисуставные диски, мениски и лобковый симфиз. *Эластический хрящ* желтоватого цвета содержит множество эластических волокон, придающих ему упругость. Он образует надгортанник, ушную раковину, хрящевую часть наружного слухового прохода и слуховую трубу.

Костная ткань отличается твёрдостью и прочностью, образует скелет. Она состоит из зрелых многоотростчатых клеток — *остеоцитов*, и молодых — *остеобластов*, вмонтированных в твёрдое межклеточное вещество, содержащее минеральные соли. При повреждении кости остеобласты участвуют в процессах регенерации. Многоядерные *остеокласты* поглощают межклеточное вещество костной ткани в процессе роста и перестройки кости.

МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Мышечная ткань обладает возбудимостью, проводимостью (способностью проводить возбуждение) и сократимостью (способностью сокращаться). Основные клетки этой ткани — *миоциты*.

Выделяют три вида мышечной ткани (рис. 2-5). Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы и некоторые внутренние органы (например, язык, глотку, гортань). Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань формирует сердце. Гладкая мышечная ткань расположена в глазном яблоке, стенках сосудов и полых внутренних органов (желудка, кишечника, трахеи, бронхов, мочевого, жёлчного пузыря и мочеточников).

Скелетная мышечная ткань состоит из многоядерных поперечно исчерченных *мышечных волокон* длиной до 4—10 см. Подобно мембране нервных клеток, оболочка мышечного волокна (*сарколемма*) обладает свойствами возбудимости и проводимости. Клетки скелетных мышц (а также сердечной мышцы) млекопитающих и других животных содержат *миоглобин* — железосодержащий белок, способный связывать молекулярный кислород и передавать его окислительным системам клеток. Миоглобин запасает (депонирует) кислород в мышцах.

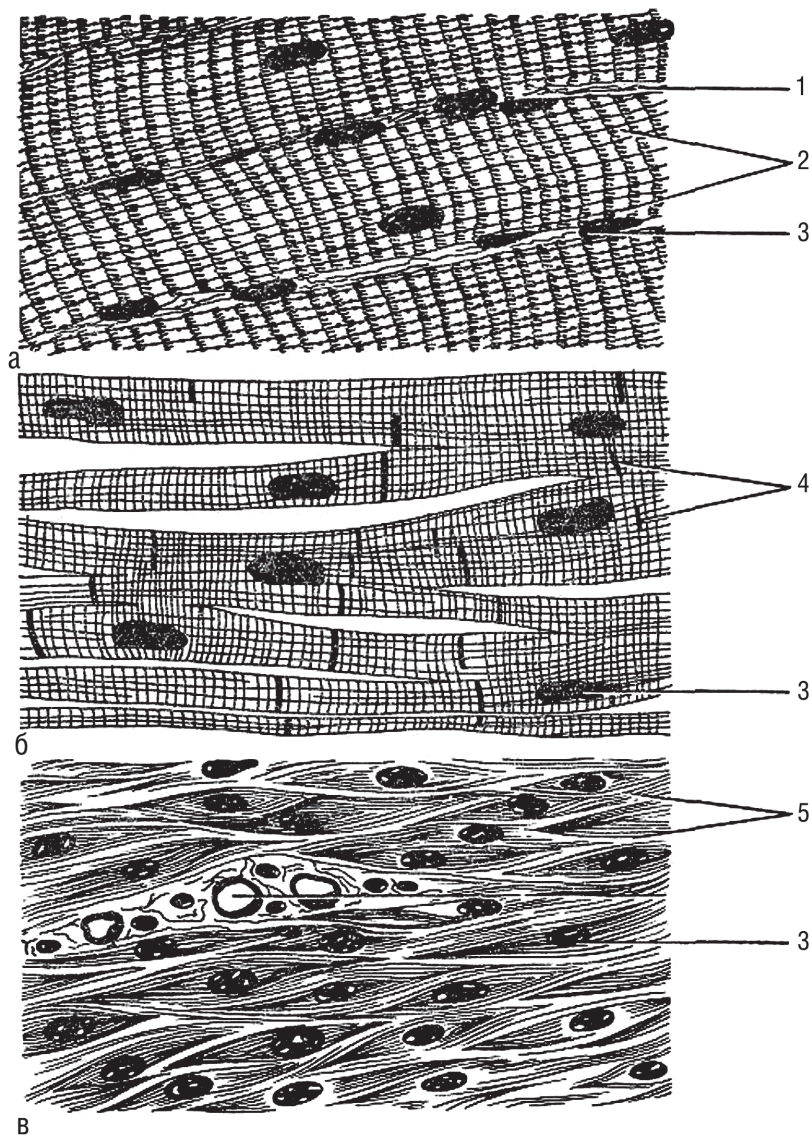


Рис. 2-5. Мышечная ткань (Стерки П., 1984): а — продольное сечение скелетной мышцы; б — сердечная исчерченная мышечная ткань; в — неисчерченная (гладкая) мышечная ткань; 1 — сарколемма; 2 — поперечная исчерченность; 3 — ядра; 4 — вставочные диски; 5 — гладкомышечные клетки

Миоциты содержат специальные сократительные органеллы: миофибриллы — продольные нити, способные сокращаться и укорачиваться при возбуждении. *Миофибриллы* образованы сократительными белками: *актином* и *миозином* с разными светопреломляющими и физико-химическими свойствами. Эти свойства обуславливают чередование тёмных и светлых поперечных полосок (*дисков*) при микроскопии этой мышечной ткани. Миоцит содержит эндоплазматическую сеть, мембраны которой связаны с сарколеммой и функционируют как кальциевый насос, активно транспортирующий Ca^{2+} из цитоплазмы в трубочки эндоплазматической сети (см. модуль 5, раздел «Механизм сокращения скелетной мышцы»).

При нагрузках скелетная мышца покрывает энергетические потребности и за счёт аэробного окисления, и с помощью анаэробных процессов. Сокращение скелетных мышц осуществляется быстро, контролируется сознанием и регулируется соматической нервной системой.

Сердечная мышечная ткань (миокард) состоит из поперечно исчерченных *кардиомиоцитов*, соединяемых с помощью вставочных дисков в функционально единую сеть. Возбуждение, возникающее в каком-либо отделе сердечной мышцы, распространяется на все мышечные волокна миокарда. Миокард чрезвычайно чувствителен к недостатку кислорода, так как он удовлетворяет энергетические потребности только за счёт аэробного окисления. ВНС управляет произвольными сокращениями миокарда.

Гладкая мышечная ткань состоит из тонких веретенообразных одноядерных миоцитов длиной до 0,5 см, собранных в пучки или пласты. Миоциты соединены между собой особыми межклеточными контактами (*десмосомами*), образующими сеть, в которую вплетены коллагеновые волокна. Нити актина и миозина расположены беспорядочно, поэтому миоциты не имеют поперечной исчерченности. Сокращение гладкой мышечной ткани происходит медленно, произвольно. Исключением служат мышцы, регулирующие ширину зрачка, которые сокращаются быстро. ВНС контролирует сокращения гладких мышц.

НЕРВНАЯ ТКАНЬ

Нервная ткань состоит из нервных клеток — нейронов и нейроглии. *Нейроны* вырабатывают нервные импульсы, нейрогормоны и медиаторы. Они получают информацию, закодированную в нервных импульсах, передают её в другие отделы нервной системы, сопоставляют информацию от разных источников и регулируют жизнедеятельность организма. Нейрон — структурно-функциональная единица нервной ткани. Ней-

роны и нейроглия формируют единую нервную систему, отвечающую за взаимосвязь организма с внешней средой, координирующую функции внутренних органов и обеспечивающую целостность организма.

Нейрон состоит из тела и отростков. *Униполярные нейроны* имеют один отросток. *Биполярные нейроны* имеют два отростка. *Ложноодноотростчатые (псевдоуниполярные) нейроны* относятся к биполярным нейронам: имеют один короткий отросток, тут же Т-образно делящийся на два отростка — длинный и короткий. Длинный отросток направляется на периферию и заканчивается рецептором. Короткий, центральный отросток входит в состав заднего корешка спинного мозга. *Мультиполярные нейроны* имеют несколько отростков (рис. 2-6). Число коротких ветвящихся отростков, *дендритов*, может достигать 15. Они соединяют нейроны между собой, передавая нервные импульсы к телу нейрона, в афферентном направлении. Нервный импульс передается от тела нейрона к мышце, железе или другому нейрону, в эфферентном направлении, по единственному длинному (до 1,5 м) тонкому неветвящемуся отростку — *аксону (нейриту)*.

Нервные волокна имеют концевые аппараты — *нервные окончания*: рецепторы, эффекторы и синапсы. Аксоны эфферентных нейронов заканчиваются *эффекторами* — двигательными нервными окончаниями на мышцах и железах. *Рецепторы* — чувствительные нервные окончания. В ответ на раздражение в рецепторах возникает процесс возбуж-

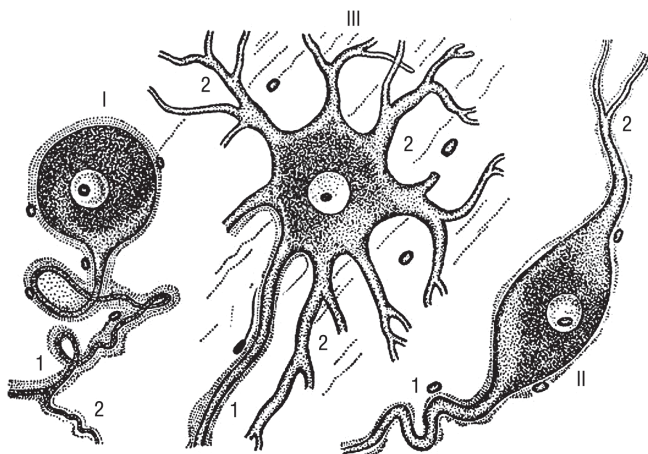


Рис. 2-6. Типы нейронов: I — униполярный; II — биполярный; III — мультиполярный; 1 — аксон (нейрит), 2 — дендриты

дения, регистрируемый как очень слабый переменный электрический ток. *Синапсы* — контакты между нейронами или между нейроном и эффекторной клеткой, служат для передачи нервного импульса. Передача возбуждения в синапсах и эффекторах происходит с помощью биологически активных веществ — *медиаторов* (ацетилхолина, норадреналина и др.). Как известно, в норме нейроны не делятся, однако они приобретают это свойство в особых условиях.

В отличие от нервных клеток, клетки *нейроглии* не обладают возбудимостью. Они выстилают полости головного и спинного мозга, служат опорой для нейронов, окружая их тела и отростки, осуществляют фагоцитоз микроорганизмов и инородных частиц, выделяют некоторые медиаторы.

2.3. ОРГАН. СИСТЕМЫ ОРГАНОВ. АППАРАТЫ ОРГАНОВ

В организме человека выделяют **сому** (от греч. *soma* — тело) и **внутренности** (греч. *viscera, splanchna*), расположенные в полостях. Раздел анатомии, изучающий строение внутренних органов, называют *спланхнологией*.

К **соме** относят кости, их соединения и мышцы, ограничивающие полости с расположенными в них внутренностями. Сосуды и нервы подходят к **соме** и внутренностям и разветвляются в них.

Орган — часть тела, имеющая определённую форму, расположение, строение и функции. В образовании каждого органа участвуют разные ткани, причём одна из них выступает *основной, рабочей* или *функциональной*, а остальные ткани являются вспомогательными. *Паренхима* — основная функциональная ткань органа, а *строма* — его опорная ткань, выполняющая трофическую функцию, в ней расположены сосуды и нервы. Ткань мозга — нервная, скелетной мышцы — мышечная и т.п. Вспомогательные функции в каждом органе выполняют: эпителий, выстилая слизистые оболочки пищеварительных, дыхательных и мочеполовых органов; соединительная ткань, осуществляя опорную и трофическую функции, формируя строму органов; мышечная ткань, участвуя в образовании стенок сосудов и полых органов. Внутренние органы бывают *паренхиматозными* (например, печень и поджелудочная железа) и *трубчатыми, полыми* (желудок, мочевой пузырь). *Морфофункциональными единицами органов* называют микроскопические образования, осуществляющие основные функции этих органов (в почках —

нефрон, в нервной системе — *нейрон*, в печени — *печёночная долька* — *гепатон*, в лёгких — *ацинус*, в скелетной мышце — *мион*).

Различают системы органов и аппараты органов. *Система органов* — комплекс органов, выполняющих общую функцию, имеющих общее происхождение и единый план строения. В каждой системе есть трубчатые и паренхиматозные органы.

В организме человека выделяют следующие системы органов:

- пищеварительную (объединяет органы пищеварения, осуществляющие потребность есть и пить);
- дыхательную (включает органы дыхания, осуществляющие потребность дышать);
- сердечно-сосудистую (включает сердце и кровеносные сосуды, осуществляющие потребность в кровообращении);
- мочевыделительную (объединяет органы, осуществляющие потребность выделять из организма продукты метаболизма);
- репродуктивную (объединяет органы, осуществляющие потребность в продолжении рода);
- систему регуляции, объединяющую нервную систему и эндокринный аппарат, которые обеспечивают (с помощью сердечно-сосудистой системы) потребность в регуляции функций организма и связи организма с внешней средой;
- систему защиты организма (иммунную), объединяющую органы, осуществляющие потребность в защите организма от внедрения генетически чужеродных агентов.

Аппарат органов — комплекс органов, связанных одной функцией, но имеющих различное строение и происхождение (опорно-двигательный, эндокринный, мочеполовой аппарат).

Внутренние органы (*внутренности*, *viscera*, *splanchna*) лежат в *полостях*: *грудной, брюшной, полости малого таза*. Подвижные внутренние органы покрыты *серозными оболочками*, уменьшающими трение. Они расположены в *серозных полостях*: *парных плевры и яичка (у мужчин) и непарных: перикарда и брюшины*. Серозные оболочки:

- плевра;
- перикард;
- брюшина;
- серозная оболочка яичка (у мужчин).

Они гладкие, блестящие, влажные, покрыты однослойным плоским сквамозным эпителием (*мезотелием*), под которым находится тонкий слой рыхлой волокнистой соединительной ткани, богатой сосудами. Серозные оболочки имеют два листка:

- висцеральный (внутренностный), срастающийся с поверхностью органа;
- париетальный (пристеночный), срастающийся со стенками серозной полости.

Между листками образуется узкая щелевидная *серозная полость*, содержащая немного *серозной жидкости*, по составу напоминающей плазму крови. В организме также имеются слизистые и синовиальные оболочки. *Слизистые оболочки* выстилают стенки трубчатых органов: пищеварительных, дыхательных и мочеполовых, содержат много слизистых желёз. *Слизь* обеспечивает вязкость поверхности оболочек. *Синовиальные оболочки* выстилают полости суставов. *Синовиальная жидкость* смазывает и увлажняет суставные поверхности, уменьшая трение между ними. Комплекс систем и аппаратов органов образует целостный организм человека, в котором все части взаимосвязаны и все процессы взаимообусловлены.

2.4. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭМБРИОГЕНЕЗА ЧЕЛОВЕКА

Закономерности строения тела человека обусловлены его эмбриональным развитием, поэтому необходимо знать основные этапы эмбриогенеза, являющегося частью онтогенеза. Онтогенез — индивидуальное развитие организма с момента зачатия до момента естественной смерти. Онтогенез человека подразделяют на два крупных возрастных периода — эмбриональный и постэмбриональный (рис. 2-7, см. цв. вклейку).

Эмбриональный (внутриутробный) период протекает в организме матери, начинается с момента оплодотворения и заканчивается рождением. У человека внутриутробный период длится в среднем 280 дней (около девяти календарных месяцев). В акушерской практике развивающийся организм в течение первых 2 мес внутриутробной жизни называют зародышем (эмбрионом), а с 3 до 9 месяцев — плодом (*foetus*), а период развития называют плодным (фетальным). В эмбриональный период организм проходит определённые этапы роста и развития.

Первая неделя развития начинается оплодотворением.

Оплодотворение — слияние гамет: зрелой яйцеклетки и сперматозоида с гаплоидным (одинарным) набором хромосом с образованием *зиготы* — клетки, образовавшейся в результате оплодотворения и имеющей полный набор хромосом. Оплодотворение обычно происходит в маточной трубе. Здесь же протекают начальные стадии развития *зародыша*. Перемещаясь по маточной трубе, зигота делится, и образу-

ется *бластула* — пузырёк с полостью и клетками двух видов: крупных темных и мелких светлых.

Из крупных клеток развивается многоклеточный *однослойный зародыш (эмбриобласт)* также в виде пузырька, который на 6–7-й день беременности внедряется (имплантируется) в слизистую оболочку матки. Из мелких клеток формируется стенка пузырька — *трофобласт*. Затем эмбриобласт расщепляется на две пластинки (I стадия гаструляции) — *эктодермальную (наружный зародышевый листок)* и *энтодермальную (внутренний зародышевый листок)*. Края энтодермы соединяются, образуя *желточный пузырёк*, эктодермальная пластинка формирует *амниотический пузырёк*. Соприкасающиеся друг с другом части пузырьков образуют двухслойный *зародышевый щиток*, наружная пластинка которого представлена *эктодермой*, а внутренняя — *энтодермой*. Из трофобласта развивается *ворсинчатая оболочка зародыша — хорион*.

С 3-й недели беременности (с 15–17-го дня) начинает развиваться трехслойный зародыш (II стадия гаструляции) с комплексом осевых органов: *нервной трубки, хорды, кишечной трубки*.

Клетки наружной, эктодермальной пластинки зародышевого щитка смещаются к заднему его концу с образованием утолщения — *первичной полоски*, направленной кпереди. Передняя (краниальная) часть полоски утолщена (*первичный узелок*). Клетки эктодермальной пластинки, лежащие впереди первичного узелка, погружаются в промежуток между эктодермальной и энтодермальной пластинкой, образуя хордальный отросток, из которого развивается спинная струна — *хорда*.

Клетки первичной полоски прорастают между наружной и внутренней пластинкой зародышевого щитка и, располагаясь по бокам от хорды, образуют *мезодерму (средний зародышевый листок)*. Из энтодермы образуются эпителий и железы пищеварительного тракта, из эктодермы — нервная система, эпидермис и его производные, эпителий анального отдела прямой кишки, влагалища, полости рта.

В конце 3-й недели развития начинается дифференцировка мезодермы. Дорсальная её часть, расположенная по бокам от хорды, подразделяется на *сомиты*, число которых к 34-му дню развития достигает 43–44. Каждый сомит включает три части: *склеротом*, из которого развиваются кости и хрящи скелета, *миотом* (развиваются скелетные мышцы) и *дерматом* (развивается собственно кожа). Из вентральной, несегментированной части мезодермы — *спланхнотомы* — формируются клетки крови, сердечная и гладкая мышечная ткань, все сосуды, соединительная ткань, корковое вещество надпочечников, эпителий

половых желёз. Из мезодермы образуются также нефротомы, из которых происходит эпителий почек и семявыводящих путей.

Таким образом, в эмбриональном периоде происходит увеличение числа клеток, которые постепенно дифференцируются в зачатки всех типов тканей (*гистогенез*). В течение второго месяца внутриутробного развития образуются органы (*органогенез*). В основном формируются части тела: голова, шея, туловище и конечности. С 3-го месяца начинаются интенсивный рост и развитие тела и конечностей плода, продолжающиеся и после рождения ребенка.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Строение, состав, функции клетки.
2. Жизненный цикл клетки.
3. Понятие о ткани. Основные виды тканей.
4. Особенности строения, расположения и функций эпителиальной, соединительной, мышечной и нервной ткани.
5. Понятие о серозных полостях. Строение, расположение и функции серозных, слизистых и синовиальных оболочек.
6. Основные этапы эмбриогенеза человека.
7. Зародышевые листки: эктодерма, мезодерма, энтодерма, их значение в эмбриогенезе.