

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ульяновский государственный университет»  
Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет

**Е. П. Дрождина, М. А. Февралёва,  
Н. А. Михеева, Н. А. Курносова**

## **Анатомия и физиология человека**

Учебное пособие для поступающих в вузы

Ульяновск  
2018

**УДК 612+612.766(075)**

**ББК 28.86я727**

**А64**

*Печатается по решению Ученого совета  
Института медицины, экологии и физической культуры  
Ульяновского государственного университета  
(протокол № 9/199 от 16 мая 2018 года)*

**Рецензенты:**

к.б.н., доцент кафедры анатомии человека ИМЭиФК УлГУ *О. В. Столбовская*;  
к.б.н., доцент кафедры биологии и химии УлГПУ им. И. Н. Ульянова *В. А. Михеев*

**А64      *Анатомия и физиология человека* : учебное пособие для поступающих в вузы / Е. П. Дрождина, М. А. Февралёва, Н. А. Михеева, Н. А. Курносова. – Ульяновск : УлГУ, 2018. – 100 с.**

Учебное пособие предназначено для подготовки учащихся старших классов образовательных организаций к единому государственному экзамену по биологии. В пособии кратко изложен теоретический материал по основным разделам анатомии и физиологии человека.

**УДК 612+612.766(075)  
ББК 28.86я727**

Директор Издательского центра *Т. В. Филиппова*  
Оригинал-макет подготовлен *Г. И. Петровой*

*Печатается в авторской редакции*

Подписано в печать 25.06.18.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 5,8. Уч.-изд. л. 5,0. Тираж 100 экз. Заказ № 91/

Оригинал-макет подготовлен и тираж отпечатан в Издательском центре  
Ульяновского государственного университета  
432017, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42

© Дрождина Е. П., Февралёва М. А., Михеева Н. А., Курносова Н. А., 2018

© Ульяновский государственный университет, 2018

## Содержание

<b>Понятие ткани. Классификация тканей человека .....</b>	<b>5</b>
<i>Эпителиальные ткани .....</i>	5
<i>Соединительные ткани .....</i>	6
<i>Мышечные ткани .....</i>	9
<i>Нервная ткань .....</i>	11
Тестовые задания по теме «Ткани» .....	13
<b>Нервная система .....</b>	<b>15</b>
<i>Анатомическая и функциональная классификация нервной системы....</i>	15
<i>Строение и функции спинного мозга .....</i>	15
<i>Строение и функции отделов головного мозга.....</i>	17
<i>Мозговые оболочки.....</i>	20
<i>Понятие о рефлекторной дуге .....</i>	20
<i>Вегетативная нервная система.....</i>	22
Тестовые задания по теме «Нервная система».....	25
<b>Эндокринный аппарат .....</b>	<b>27</b>
Тестовые задания по теме «Эндокринный аппарат».....	33
<b>Опорно-двигательная система .....</b>	<b>35</b>
<i>Классификация костей .....</i>	35
<i>Строение трубчатой кости.....</i>	35
<i>Типы соединения костей .....</i>	36
<i>Основные отделы скелета человека .....</i>	37
<i>Характеристика мышцы как органа .....</i>	38
<i>Основные группы мышц .....</i>	39
<i>Работа мышц. Утомление.....</i>	40
Тестовые задания по теме «Опорно-двигательная система».....	41
<b>Сердечно-сосудистая система .....</b>	<b>43</b>
<i>Функции сердечно-сосудистой системы.....</i>	43
<i>Состав и функции крови.....</i>	43
<i>Группы крови.....</i>	45
<i>Иммунитет.....</i>	46
<i>Строение сердца .....</i>	47
<i>Сердечный цикл .....</i>	48
<i>Морфофункциональная характеристика артерий, капилляров, вен .....</i>	49
<i>Круги кровообращения.....</i>	50
<i>Лимфатическая система .....</i>	51
Тестовые задания по теме «Сердечно-сосудистая система» .....	52
<b>Пищеварительная система.....</b>	<b>54</b>
<i>Понятие о пищеварении и пищеварительной системе.....</i>	54
<i>Общий план строения органов пищеварения .....</i>	54

<i>Ротовая полость</i> .....	54
<i>Пищевод</i> .....	56
<i>Желудок</i> .....	56
<i>Тонкая кишка</i> .....	58
<i>Поджелудочная железа</i> .....	59
<i>Печень</i> .....	60
<i>Толстая кишка</i> .....	61
Тестовые задания по теме «Пищеварительная система».....	62
<b>Обмен веществ. Витамины</b> .....	<b>64</b>
Тестовые задания по теме «Обмен веществ. Витамины».....	67
<b>Дыхательная система</b> .....	<b>68</b>
<i>Понятие и функции дыхательной системы. Этапы дыхания</i> .....	68
<i>Дыхательные пути</i> .....	68
<i>Легкие</i> .....	71
<i>Механизм внешнего дыхания</i> .....	72
<i>Легочные объемы</i> .....	73
<i>Нервно-гуморальная регуляция дыхания</i> .....	73
Тестовые задания по теме «Дыхательная система».....	74
<b>Выделительная система</b> .....	<b>75</b>
<i>Понятие о выделительной системе</i> .....	75
<i>Строение и функции почек</i> .....	75
<i>Нефрон как структурно-функциональная единица почки</i> .....	77
Тестовые задания по теме «Выделительная система».....	79
<b>Высшая нервная деятельность</b> .....	<b>80</b>
<i>Понятие о ВНД. Условные и безусловные рефлексы</i> .....	80
<i>Механизм образования условных рефлексов</i> .....	81
<i>Торможение условных рефлексов</i> .....	81
<i>Типы высшей нервной деятельности</i> .....	83
<i>Понятие о первой и второй сигнальной системах</i> .....	83
Тестовые задания по теме «Высшая нервная деятельность».....	84
<b>Анализаторы</b> .....	<b>85</b>
<i>Общая характеристика анализаторов человека</i> .....	85
<i>Орган зрения</i> .....	86
<i>Орган слуха и равновесия</i> .....	89
<i>Орган обоняния</i> .....	92
<i>Орган вкуса</i> .....	93
Тестовые задания по теме «Анализаторы».....	95
<b>Кожа</b> .....	<b>98</b>
Тестовые задания по теме «Кожа».....	100
<b>Литература</b> .....	<b>100</b>

## Понятие ткани. Классификация тканей человека

Ткань – совокупность клеток и межклеточного вещества, объединенных общим строением, функцией и происхождением. Различают четыре основные группы тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную.

### *Эпителиальные ткани*

Эпителиальные ткани находятся на поверхностях, граничащих с внешней средой, выстилают изнутри стенки полых органов, кровеносных сосудов и замкнутых полостей тела. Особенности строения эпителиев:

- эпителии представляют пласты клеток – эпителиоцитов, которые могут иметь разную форму и строение;
- между клетками, составляющими эпителиальный пласт, почти нет межклеточного вещества, и клетки тесно связаны друг с другом с помощью различных контактов – десмосом, промежуточных, щелевых и плотных соединений;
- эпителии располагаются на базальных мембранах, которые образуются в результате деятельности как клеток эпителия, так и подлежащей соединительной ткани;
- эпителий не содержит кровеносных сосудов, питание эпителиоцитов осуществляется за счет нижележащей соединительной ткани;
- эпителий обладает полярностью, т.е. базальные и апикальные отделы эпителиального пласта имеют разное строение;
- для эпителиев характерна высокая способность к регенерации (восстановлению).

Различают покровный и железистый эпителии.

*а) Покровный эпителий* отделяет организм от внешней среды, осуществляет функции поглощения веществ и выделения продуктов обмена. Кроме того, выполняет защитную функцию, предохраняя нижележащие ткани от различных внешних воздействий – механических, химических, инфекционных и др. Покровные эпителии классифицируют главным образом в зависимости от формы клеток и отношения к базальной мембране (рис. 1). Однослойный эпителий покрывает серозные оболочки, выстилает большинство слизистых оболочек, многослойный эпителий покрывает кожу и выстилает некоторые слизистые оболочки (например, ротовую полость, пищевод).

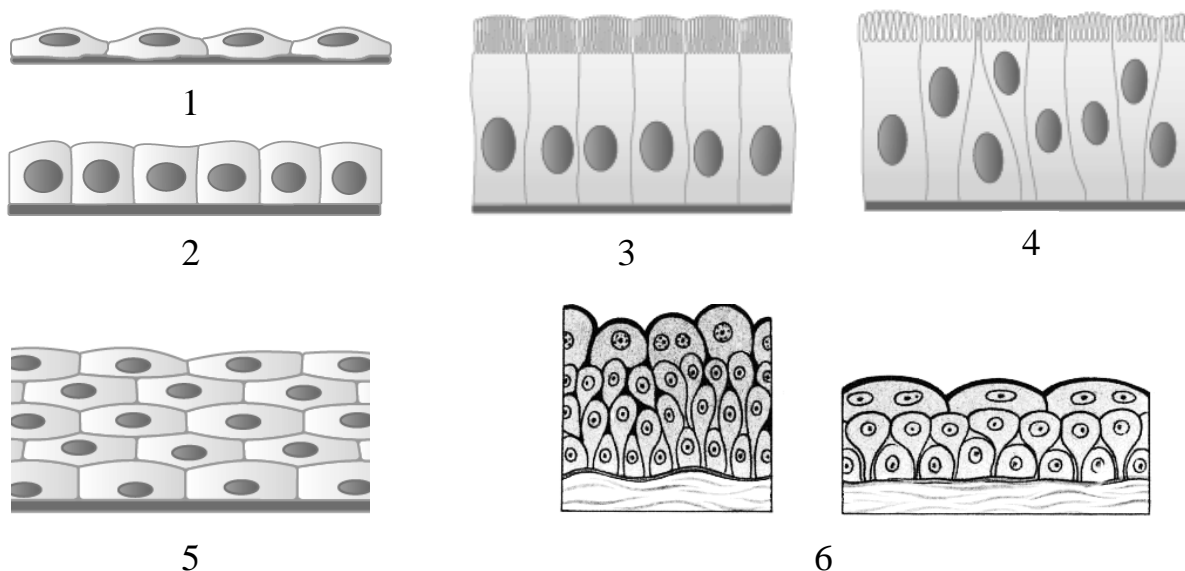


Рис. 1. Некоторые виды поверхностных эпителиев:

- 1 – однослойный плоский эпителий (покрывает серозные оболочки);
- 2 – однослойный кубический (выстилает часть почечных канальцев);
- 3 – однослойный призматический (выстилает среднюю часть желудочно-кишечного тракта);
- 4 – псевдомногослойный (выстилает дыхательные пути);
- 5 – многослойный плоский неороговевающий (покрывает роговицу);
- 6 – переходный эпителий (выстилает мочевыводящие пути)

б) *Железистый эпителий* состоит из железистых (секреторных) клеток и осуществляет синтез и выделение специфических продуктов – секретов. Железы подразделяют на экзокринные, имеющие выводные протоки (кожные железы, крупные пищеварительные железы); эндокринные, не имеющие выводных протоков и выделяющие синтезируемые продукты – гормоны – в кровь и лимфу (гипофиз, щитовидная железа, надпочечники и др.); смешанные, состоящие из экзо- и эндокринных отделов (поджелудочная железа).

### ***Соединительные ткани***

Соединительные ткани характеризуются наличием между клетками большого количества межклеточного вещества. Соединительные ткани выполняют различные функции (опорную, трофическую, защитную) и включают:

- собственно соединительные ткани;
- ткани со специальными свойствами;
- твердые скелетные ткани;
- жидкие ткани.

а) *Собственно соединительные ткани:* рыхлая волокнистая и плотная волокнистая соединительные ткани. Рыхлая волокнистая соединительная ткань располагается преимущественно по ходу кровеносных и лимфатических сосудов, нервов, образует строу многих органов. Основными клетками этой ткани являются: фибробласты, макрофаги, тучные клетки, плазмоциты, жировые клетки (рис. 2). Фибробласты – основные специализированные клетки соединительной ткани, они синтезируют и секретируют основные компоненты межклеточного вещества. По мере старения превращаются в фиброциты. Макрофаги и плазмоциты участвуют в реакциях иммунитета, тучные клетки содержат БАВ – гистамин и гепарин, влияющие на кровеносные сосуды, жировые клетки накапливают липиды в качестве резервного материала. Межклеточное вещество представлено коллагеновыми, эластическими и ретикулярными волокнами, погруженными в основное аморфное вещество. Плотная волокнистая соединительная ткань характеризуется сильным развитием волокнистых структур межклеточного вещества и выполняет в основном опорную функцию: образует сухожилии и связки.

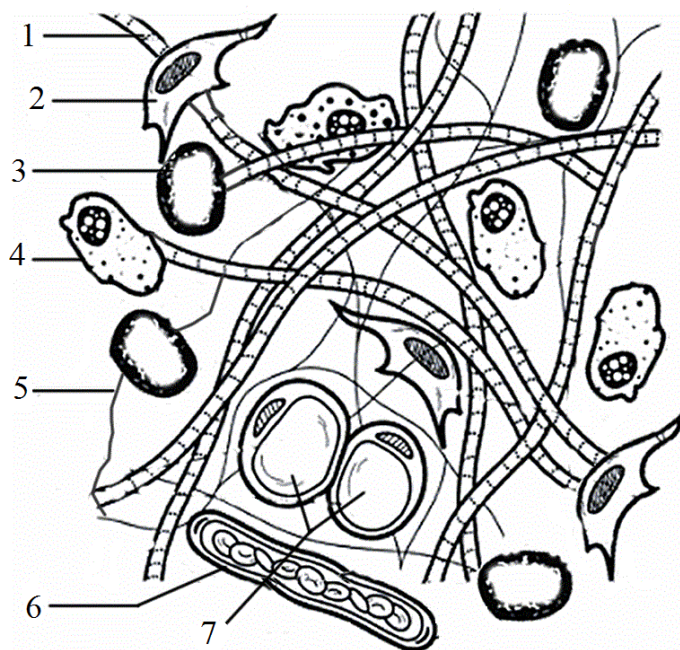


Рис. 2. Рыхлая волокнистая соединительная ткань:

- 1 – коллагеновые волокна;
- 2 – фибробласты;
- 3 – тучные клетки;
- 4 – макрофаги;
- 5 – эластические волокна;
- 6 – кровеносный сосуд;
- 7 – жировые клетки

б) *Ткани со специальными свойствами* включают жировую, ретикулярную, пигментную и слизистую ткани. Жировая ткань выполняет трофическую, запасную, формообразующую и терморегулирующую функции. Подразделяется на два типа: белую, образованную однокапельными жировыми клетками, и бурую, образованную многокапельными клетками. У человека преобладает белая жировая ткань, большая часть которой является ре-

зервной. Бурая жировая ткань имеется, главным образом, у новорожденных детей, главная ее функция – теплопродукция. Ретикулярная ткань состоит из отростчатых клеток и образует строуму кровеносных органов. Пигментная ткань включает большое количество меланоцитов – пигментных клеток (радужка глаза), слизистая встречается только у зародыша (входит в состав пупочного канатика).

*в) Твердые скелетные ткани: хрящевая и костная ткани.* Выполняют опорную и механическую функцию. Принимают участие в водно-солевом обмене.

Хрящевые ткани входят в состав органов дыхательной системы, суставов, межпозвоночных дисков. Состоят из клеток – хондроцитов и хондробластов и большого количества межклеточного вещества, отличающегося упругостью. Хондроциты – основной вид клеток хрящевой ткани – расположены в особых полостях (лакунах) в межклеточном веществе поодиночке или группами (рис. 3А).

Костные ткани отличаются высокой минерализацией межклеточного вещества. Органические и неорганические компоненты в сочетании друг с другом определяют механические свойства костной ткани – способность сопротивляться растяжению и сжатию. Органические вещества обеспечивают упругость и гибкость кости, а минеральные – твердость. Костная ткань обладает наиболее выраженными опорной, механической, защитной функциями, а также является депо солей кальция, фосфора. Выделяют два типа костных клеток: остеобласты и остециты. Остеобласты – это молодые клетки, создающие костную ткань. В сформировавшейся кости они встречаются только в глубоких слоях надкостницы и в местах регенерации костной ткани. Остециты – это преобладающие по количеству зрелые клетки костной ткани, утратившие способность к делению. В костной ткани имеется еще одна категория клеток – остеокласты, относящиеся к системе макрофагов. Это крупные клетки, которые разрушают кость и хрящ.

Существует два основных типа костной ткани: ретикулофиброзная (грубоволокнистая) и пластинчатая. Первая имеется у зародышей человека; у взрослого она располагается в зонах прикрепления сухожилий к костям, в швах черепа после их зарастания. Пластинчатая костная ткань образована костными пластинками, состоящими из костных клеток – остецитов и основного вещества. В зависимости от расположения костных пластинок различают плотное (компактное) и губчатое костное вещество. В плотном веществе



костные пластинки располагаются в определенном порядке, образуя остеоны (рис. 3Б). Остеон – структурная единица кости. Он состоит из 5-20 цилиндрических пластинок, вставленных одна в другую. В центре каждого остеона расположен Гаверсов канал, в котором проходят кровеносные сосуды. Губчатое костное вещество представлено костными пластинками и перекладинами, которые перекрываются между собой и образуют множество ячеек.

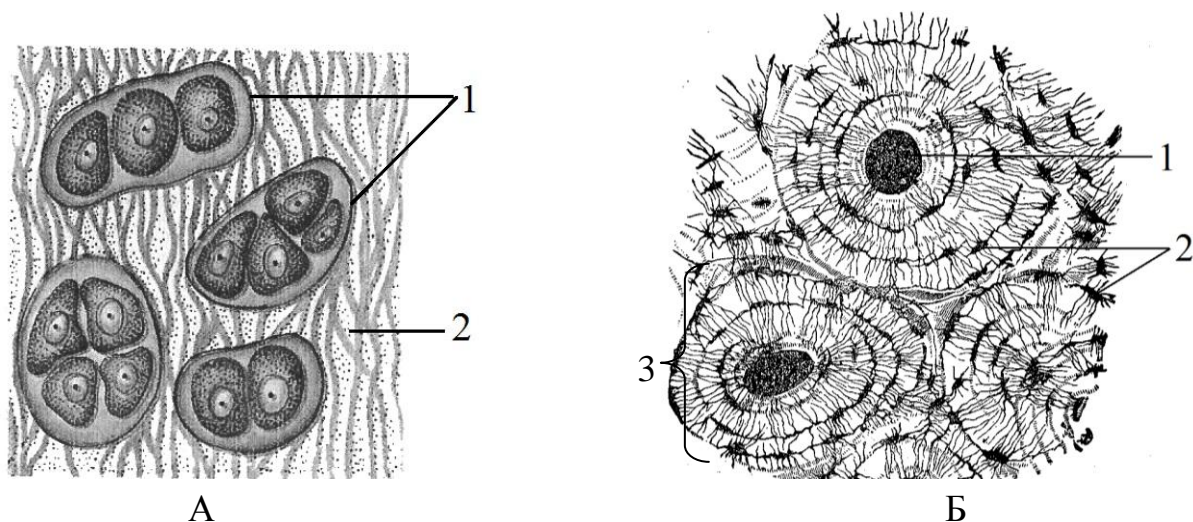


Рис. 3. Твердые скелетные ткани:

А – хрящевая ткань (1 – хондроциты, расположенные в общей полости; 2 – межклеточное вещество); Б – пластинчатая костная ткань (1 – канал остеона; 2 – остеонциты; 3 – остеон)

г) *Жидкие ткани* – кровь и лимфа – состоят из жидкого межклеточного вещества – плазмы и взвешенных в ней клеток. Эти ткани обеспечивают связь между органами и переносят  $O_2$ ,  $CO_2$  и питательные вещества.

### ***Мышечные ткани***

Мышечные ткани осуществляют функцию движения, способны сокращаться. Существует две разновидности мышечной ткани: исчерченная (или поперечнополосатая) и неисчерченная (или гладкая). Поперечнополосатая мышечная ткань может быть двух видов: скелетная и сердечная (рис. 4).

Структурной единицей *скелетной мышечной ткани* является мышечное волокно. Каждое мышечное волокно окружено оболочкой (сарколеммой) и представляет собой симпласт, характеризующийся отсутствием границ между клетками и расположением ядер в сплошной массе цитоплазмы (саркоплазмы). Около 2/3 объема волокна занимают миофибриллы, которые придают волокну поперечную исчерченность.

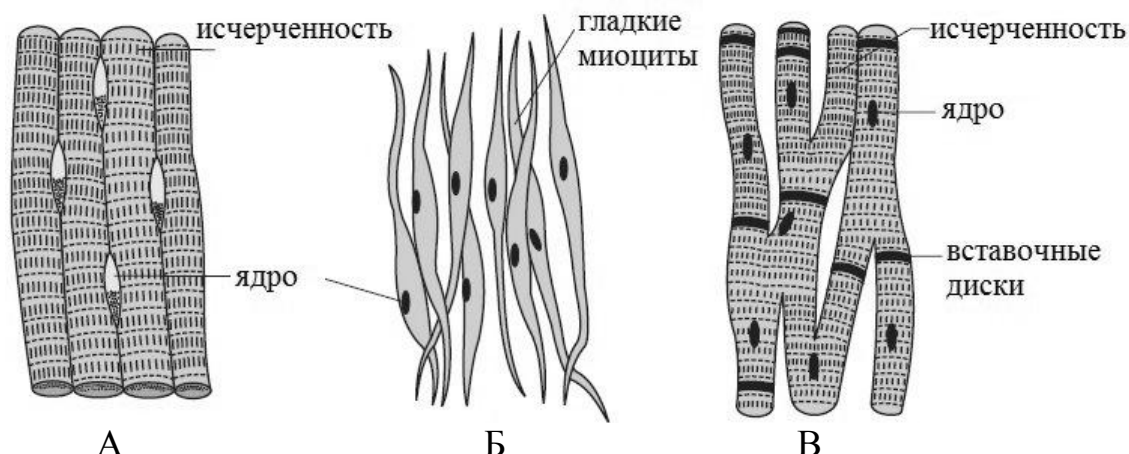


Рис. 4. Типы мышечных тканей: А – поперечнополосатая скелетная мышечная ткань; Б – гладкая мышечная ткань; В – поперечнополосатая сердечная мышечная ткань

Миофибриллы содержат сократительные элементы, среди которых различают толстые миозиновые нити, занимающие диск А, и тонкие актиновые нити, расположенные в диске I. Участок миофибриллы расположенный между двумя Z-линиями представляет собой саркомер – сократительную структурную единицу (рис. 5). Механизм мышечного сокращения объясняет теория «скользящих нитей» Х. Хаксли и Дж. Хэнсона, согласно которой мышечное сокращение – это результат скольжения актиновых филаментов относительно миозиновых, благодаря чему происходит уменьшение длины саркомера. Поперечнополосатая мышечная ткань произвольная, она образует скелетные мышцы, мышцы языка, глотки, гортани и др.

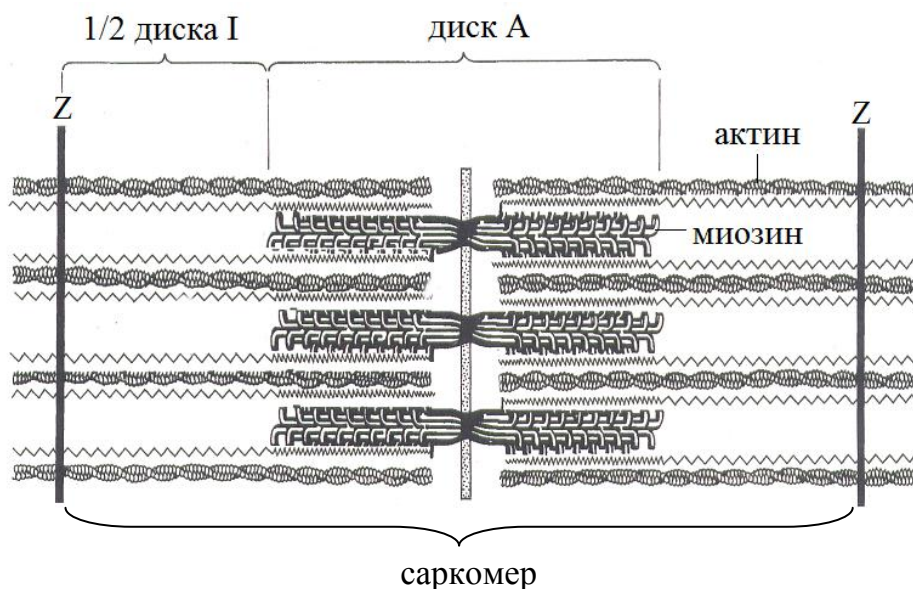


Рис. 5. Схема строения саркомера

*Сердечная мышечная ткань* по строению похожа на скелетную (имеет поперечную исчерченность), однако состоит из отдельных клеток – кардиомиоцитов и сокращается непроизвольно. Контакты двух соседних кардиомиоцитов имеют вид извилистых темных полосок – вставочных дисков, которые участвуют в передаче возбуждения от клетки к клетке.

*Гладкая мышечная ткань* состоит из веретенообразных клеток – гладких миоцитов. Образует стенки внутренних органов (желудка, кишечника, мочевого пузыря, кровеносных сосудов). Сокращается непроизвольно.

### ***Нервная ткань***

Нервная ткань состоит из нервных клеток (нейронов) и нейроглии. Нейроглия обеспечивает функционирование нервных клеток и выполняет опорную, трофическую, разграничительную, секреторную и защитную функции. Основная функция нейрона – получение, переработка, проведение и передача информации, закодированной в виде электрических или химических сигналов. Обычно нейроны состоят из тела (перикариона) и отростков (рис. 6). Отростки, по которым нервный импульс приносится к телу нейрона,

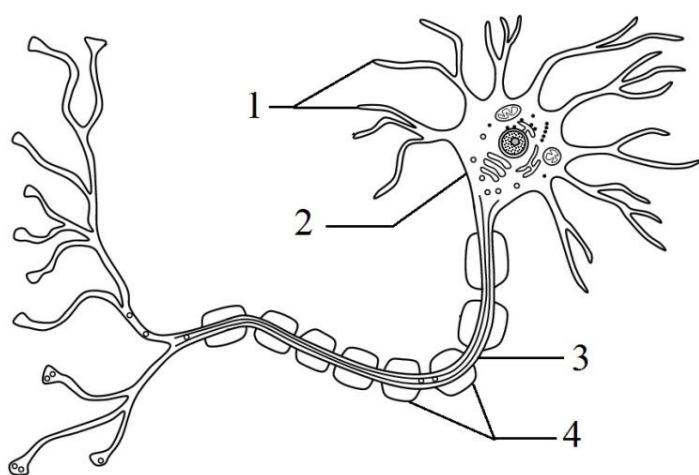


Рис. 6. Строение нейрона:  
1 – дендриты; 2 – тело нейрона;  
3 – аксон; 4 – Шванновские клетки,  
образующие миелиновую оболочку  
аксона

называется *дендритом*. Единственный отросток, по которому нервный импульс направляется от клетки, – это *аксон*. Нейрон динамически поляризован, т.е. способен пропускать импульс только в одном направлении: от дендрита к телу клетки и далее к аксону.

Отростки нервных клеток вместе с покрывающими их оболочками называют *нервными волокнами*. Они подразделяются на миелиновые и безмиелиновые.

*Безмиелиновые* нервные волокна образованы одним или несколькими отростками нервных клеток (осевыми цилиндрами), каждый из которых погружен в тело Шванновской клетки (клетка нейроглии). Скорость проведения

нервного импульса по безмиелиновому нервному волокну менее 1 м/с. *Миелиновые* нервные волокна образованы одним осевым цилиндром, окруженным муфтой из Шванновских клеток. Миелиновый слой представляет собой многократно спирально закрученную вокруг осевого цилиндра Шванновскую клетку. В промежутке между двумя Шванновскими клетками миелиновая оболочка прерывается. Такая область называется *перехватом Ранвье*. Скорость проведения импульса по миелиновому волокну 70-100 м/с.

В зависимости от функции различают три типа нейронов:

- *Афферентные* (чувствительные или рецепторные) нейроны. Как правило, имеют два вида отростков. Дендрит следует на периферию и заканчивается чувствительными окончаниями – рецепторами, которые воспринимают внешнее раздражение и трансформируют его в энергию нервного импульса. Второй отросток – аксон направляется в ЦНС.
- *Эфферентные* (двигательные или секреторные) нейроны. Тела этих нейронов находятся в ЦНС. Их аксоны идут к рабочим органам: к мышцам или железам.
- *Вставочные* нейроны передают возбуждение с афферентного на эфферентный нейрон.

Нервные клетки образуют специализированные контакты – *синапсы*, где происходит преобразование электрических сигналов в химические и обратно. Синапсы, в которых передача осуществляется с помощью биологически активных веществ, называют химическими, а вещества, осуществляющие передачу, – нейромедиаторами. Роль медиаторов выполняют норадреналин, ацетилхолин, серотонин, дофамин и др. Импульс поступает в синапс по пресинаптическому окончанию, которое ограничено пресинаптической мембраной и воспринимается постсинаптической мембраной. Между мембранами расположена синаптическая щель. Нервный импульс, поступающий в пресинаптическое окончание, вызывает освобождение в синаптическую щель медиатора. Молекулы медиаторов реагируют со специфическими рецепторными белками клеточной мембраны, меняя ее проницаемость для определенных ионов, что приводит к возникновению потенциала действия. Наряду с химическими имеются электротонические синапсы, в которых передача импульсов происходит непосредственно биоэлектрическим путем между контактирующими клетками.



### Тестовые задания по теме «Ткани»

1. Сердечная мышца человека характеризуется
  - 1) наличием поперечной исчерченности
  - 2) обилием межклеточного вещества
  - 3) самопроизвольными ритмичными сокращениями
  - 4) наличием веретеновидных клеток
  - 5) многочисленными соединениями между клетками
  - 6) отсутствием ядер в клетках
2. Гладкая мышечная ткань организма человека, в отличие от поперечнополосатой,
  - 1) состоит из многоядерных волокон
  - 2) состоит из веретеновидных клеток
  - 3) обладает большей быстротой и энергией сокращения
  - 4) составляет основу скелетной мускулатуры
  - 5) располагается в стенках внутренних органов
  - 6) сокращается медленно, ритмично, непроизвольно
3. Каковы характерные признаки соединительной ткани?
  - 1) представлена кровью, лимфой, губчатым веществом кости
  - 2) выстилает слизистые оболочки желудка, ротовой полости
  - 3) бывает жидкой и твёрдой
  - 4) обладает возбудимостью и проводимостью
  - 5) межклеточное вещество слабо выражено
  - 6) выполняет транспортную функцию
4. Выберите три верно обозначенных вида тканей организма человека.

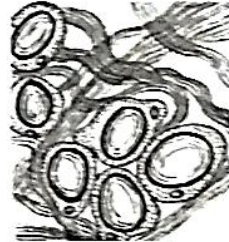
1)



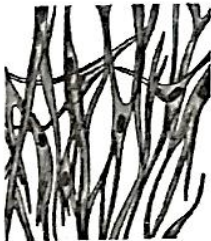
2)



3)



4)



5)



6)



- 1) гладкая мышечная ткань
- 2) многослойный эпителий
- 3) жировая ткань
- 4) волокнистая соединительная ткань
- 5) поперечнополосатая мышечная ткань
- 6) железистый эпителий

5. Установите соответствие между характеристикой мышечной ткани и её видом.

**ХАРАКТЕРИСТИКА**

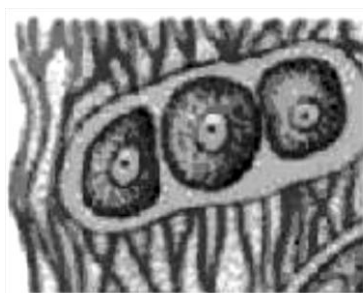
- А) образует средний слой стенки кровеносных сосудов
- Б) состоит из многоядерных волокон
- В) обеспечивает изменение размера зрачка
- Г) образует скелетные мышцы
- Д) состоит из коротких веретеновидных клеток
- Е) сокращается медленно

**ВИД ТКАНИ**

- 1) гладкая
- 2) поперечнополосатая

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Установите соответствие между признаками ткани и её изображением на рисунке



1



2

**СВОЙСТВА ТКАНИ**

- А) бывает жидкой, твердой
- Б) межклеточного вещества мало
- В) образует паренхиму желёз, слизистые оболочки
- Г) выполняет опорную, транспортную функцию
- Д) образует эпидермис кожи
- Е) образует кости и сухожилия

**ВИД ТКАНИ**

- 1) 1
- 2) 2

А	Б	В	Г	Д	Е

7. Установите соответствие между характеристикой ткани человека и её типом.

**ХАРАКТЕРИСТИКА**

- А) осуществляет транспорт веществ в организме
- Б) состоит из тесно прилегающих клеток
- В) содержит много межклеточного вещества
- Г) выполняет функцию опоры и питания
- Д) образует железы внешней и внутренней секреции
- Е) обеспечивает поддержание постоянства внутренней среды организма

**ТИП ТКАНИ**

- 1) эпителиальная
- 2) соединительная

А	Б	В	Г	Д	Е

## **Нервная система**

### ***Анатомическая и функциональная классификация нервной системы***

Нервная система осуществляет интеграцию всех частей организма в единое целое, обеспечивает регуляцию функций и взаимодействие организма с внешней средой.

Анатомически нервную систему условно подразделяют на:

- центральную нервную систему (ЦНС), которая включает головной и спинной мозг;
- периферическую нервную систему (ПНС), к которой относят периферические нервные узлы (ганглии), нервы и нервные окончания.

Функционально нервную систему подразделяют на:

- соматическую (анимальную) нервную систему, которая регулирует функции произвольного движения;
- автономную (вегетативную) нервную систему, которая регулирует деятельность внутренних органов, сосудов и желез.

Автономная нервная система подразделяется на симпатический и парасимпатический отделы, которые различаются локализацией и характером влияния на внутренние органы.

Основной тканью органов нервной системы является нервная ткань, включающая нейроны и глию. Скопления нейронов в ЦНС обычно называются ядрами, а в ПНС – узлами (или ганглиями). Пучки нервных волокон в ЦНС носят название трактов, а в ПНС они образуют нервы.

### ***Строение и функции спинного мозга***

Спинной мозг находится в позвоночном канале и представляет собой тяж, который вверху переходит в продолговатый мозг, а внизу заканчивается на уровне второго поясничного позвонка. Состоит из двух симметричных половин, разделенных спереди срединной щелью, а сзади срединной бороздой. На его боковых поверхностях симметрично входят задние и выходят передние корешки спинномозговых нервов (рис. 7). Участок спинного мозга, соответствующий каждой паре корешков, называется сегментом.

В спинном мозге различают серое вещество, расположенное в его центральной части, и белое вещество, лежащее по периферии. *Серое вещество* на поперечном разрезе имеет вид бабочки и включает парные передние (вен-

тральные), задние (дорсальные) и боковые (латеральные) рога. Боковые рога выражены только в грудном отделе спинного мозга. Рога серого вещества обеих симметричных частей спинного мозга связаны друг с другом в области центральной серой комиссуры (спайки). В ее центре находится узкий канал спинного мозга, содержащий спинномозговую жидкость. В сером веществе находятся преимущественно тела, дендриты, частично аксоны нейронов, а также глиальные клетки.

Белое вещество разделяется передними и задними корешками на симметричные дорсальные, латеральные и вентральные канатики. Они состоят из продольно идущих, преимущественно миелиновых нервных волокон, образующих нисходящие и восходящие нервные пути.

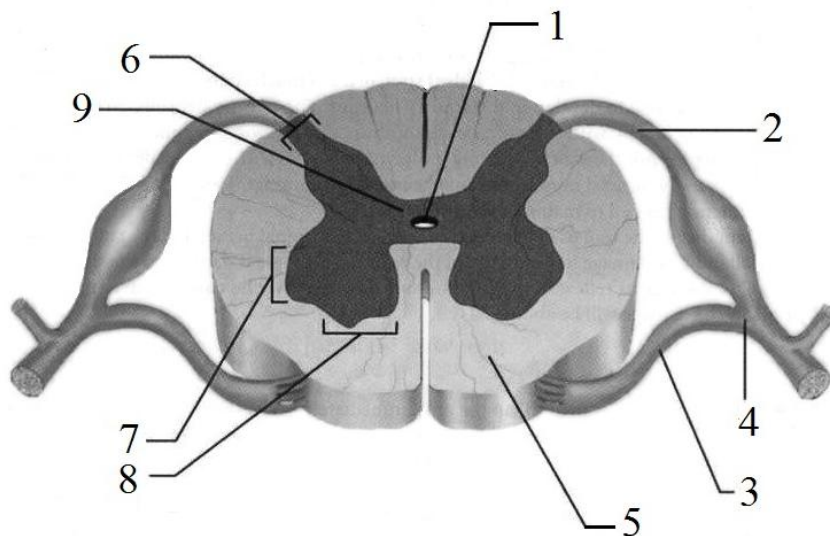


Рис. 7. Строение спинного мозга: 1 – центральный спинномозговой канал; 2 – задний корешок спинномозгового нерва; 3 – передний корешок спинномозгового нерва; 4 – смешанный спинномозговой нерв; 5 – белое вещество; 6 – задние рога серого вещества; 7 – боковые рога серого вещества; 8 – передние рога серого вещества; 9 – центральная серая комиссура

Спинной мозг имеет два утолщения – шейное и поясничное, от которых отходят нервы к верхним и нижним конечностям. От спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов. Каждый нерв начинается от спинного мозга двумя корешками: задние корешки – чувствительные, состоят из отростков центростремительных нейронов. Их тела расположены в спинномозговых узлах. Передние корешки – двигательные, они являются отростками центробежных нейронов, расположенных в передних рогах серого вещества спинного мозга. В результате слияния переднего и заднего корешков образуется смешанный спинномозговой нерв.



Основные функции спинного мозга – рефлекторная и проводниковая. К числу наиболее простых *рефлекторных реакций* относятся сухожильные рефлексы. Более сложно организованы рефлексы, связанные со сгибанием и разгибанием мышц, рефлексы положения. *Проводниковая функция* заключается в том, что по проводящим путям спинного мозга в головной передаются импульсы от рецепторов кожи, мышц и внутренних органов (восходящие пути), а из головного мозга – в спинной, затем на периферию к органам (нисходящие пути).

### ***Строение и функции отделов головного мозга***

Головной мозг располагается в полости мозгового отдела черепа. Его масса у взрослого человека составляет в среднем 1500 г. Интегративная деятельность головного мозга обеспечивает целенаправленное поведение человека, его умственную деятельность.

В головном мозге различают пять отделов: продолговатый мозг, собственно задний (мост и мозжечок), средний, промежуточный и большие полушария (рис. 8). В мозге находятся четыре сообщающихся между собой полости – мозговые желудочки, заполненные спинномозговой жидкостью: I и II желудочки расположены симметрично в больших полушариях, III – в промежуточном, а IV – в продолговатом и заднем мозге.

*Продолговатый мозг* является непосредственным продолжением спинного мозга и в основном сохраняет его форму и строение. Длина продолговатого мозга 2,5-3 см, форма близка к усеченному конусу. Как и спинной, он выполняет две функции: рефлекторную и проводниковую. Однако рефлексы продолговатого мозга более сложные. Центры продолговатого мозга регулируют сердечную и дыхательную деятельность. Здесь находятся и центры жевания, глотания, отделения пищеварительных ферментов, а также защитных рефлексов (кашель, чихание, рвота). Проводниковая функция продолговатого мозга заключается в передаче импульсов из спинного мозга в головной.

*Задний мозг* образован мозжечком и мостом. *Мост* (Варолиев мост) выполняет в основном проводниковую функцию. *Мозжечок* находится позади продолговатого мозга. Он состоит из серого и белого вещества. Однако в отличие от спинного мозга серое вещество (кора) находится на поверхности мозжечка, а белое расположено внутри, под корой. В белом веществе имеются скопления серого вещества – ядра. Мозжечок образован двумя полуша-

риями, соединенными червем. Он координирует движения, играет важную роль в сохранении равновесия тела в пространстве, а также оказывает влияние на тонус мышц. Мозжечок принимает участие в регуляции некоторых вегетативных функций, регулирует состав крови, сосудистые рефлексy. Деятельность мозжечка контролируется корой больших полушарий.

*Средний мозг* соединяет передний мозг с задним. Здесь расположены центры поддержания тонуса скелетных мышц, а также подкорковые центры зрения и слуха, которые осуществляют рефлекторные ориентировочные реакции на световые и звуковые раздражения.

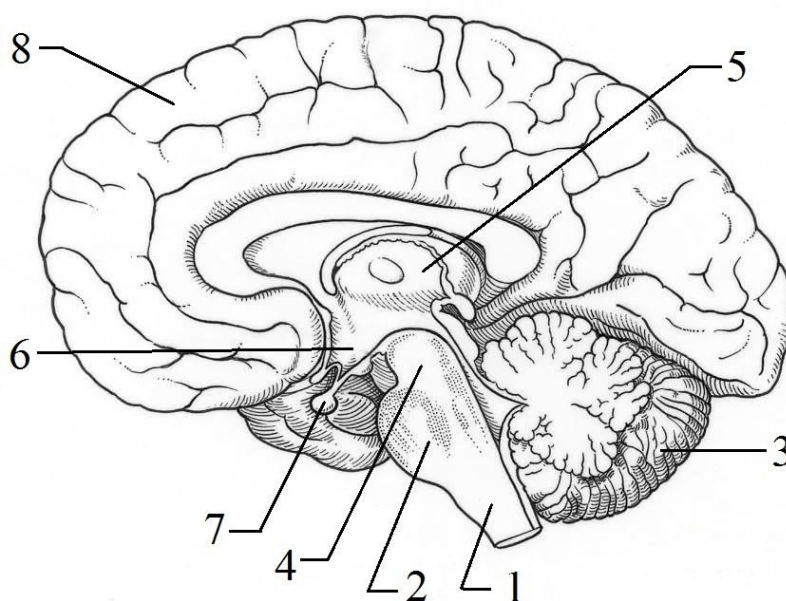


Рис. 8. Отделы головного мозга:

1 – продолговатый мозг; 2 – мост; 3 – мозжечок; 4 – средний мозг;  
5 – таламус; 6 – гипоталамус; 7 – гипофиз; 8 – большие полушария

*Промежуточный мозг* расположен впереди среднего мозга. Состоит из таламической области (таламус, эпиталамус, метаталамус) и гипоталамуса. *Таламус* (зрительный бугор) образован главным образом серым веществом, является подкорковым центром всех видов чувствительности. *Эпиталамус* включает эпифиз (шишковидное тело), являющийся железой внутренней секреции. Гормоны эпифиза влияют на развитие половых желез. *Метаталамус* образован парными коленчатыми телами, которые наряду со средним мозгом являются подкорковыми центрами слухового и зрительного анализаторов. *Гипоталамус* является высшим центром регуляции вегетативных функций, всех видов обмена веществ, температуры тела, гомеостаза. Обладает секре-

торной функцией, а через гипофиз регулирует деятельность других желез внутренней секреции – щитовидной, надпочечников и половых. В гипоталамусе располагаются центры голода и насыщения, жажды, полового поведения, страха, ярости, регуляции цикла «бодрствование – сон». Продолговатый, задний, средний и промежуточный отделы головного мозга составляют ствол мозга.

*Большие полушария* – наиболее крупный и развитый отдел головного мозга. Серое вещество покрывает полушария снаружи и образует кору головного мозга. Под корой находится белое вещество. Оно состоит из нервных волокон, связывающих кору с расположенными ниже отделами центральной нервной системы и отдельные доли полушарий между собой. В белом веществе имеются скопления серого вещества, которые образуют подкорковые ядра.

Кора головного мозга человека имеет извилины, разделенные бороздами. Три самые глубокие борозды делят полушария на доли (рис. 9). В каждом полушарии различают пять долей: лобную, теменную, височную, затылочную и островковую. В коре выделяют зоны. Слуховая расположена в височной доле и воспринимает импульсы от слуховых рецепторов. Зрительная зона лежит в затылочной области, ответственной за восприятие зрительных сигналов и формирование зрительных образов. Зона болевой, температурной, тактильной чувствительности расположена в теменной доле, ее поражение ведет к потере чувствительности. Двигательная зона расположена в лобной доле, в ней находятся центры движения ног, туловища, рук, шеи, языка. Повреждения этой зоны вызывают параличи мышц. В лобной доле находится центр речи. По-видимому, лобные доли ответственны за поведение и психические особенности человека.

У человека развита функциональная асимметрия мозга, т.е. специализация полушарий. Так, левое полушарие отвечает за абстрактно-логическое мышление, математические расчеты. Правое полушарие контролирует образное мышление, распознает звуковые образы и воспринимает музыку. Таким образом, полушария головного мозга – это высший отдел центральной нервной системы, контролирующей работу всех органов у млекопитающих. В коре замыкаются условно рефлекторные связи, поэтому она является органом приобретения и накопления жизненного опыта и приспособливает организм к меняющимся условиям внешней среды. С функцией коры связаны мыслительная, речевая деятельность и память.

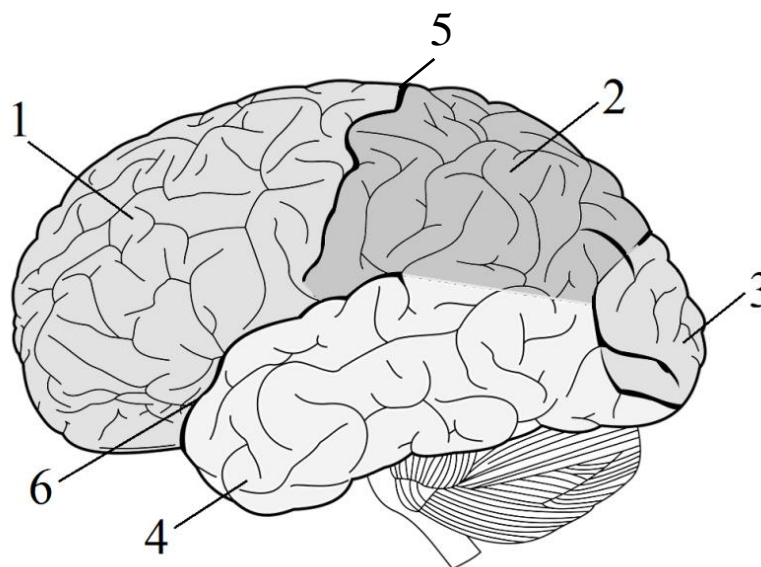


Рис. 9. Большие полушария переднего мозга (вид с латеральной стороны):  
1 – лобная доля; 2 – теменная доля; 3 – затылочная доля; 4 – височная доля;  
5 – центральная борозда; 6 – латеральная борозда

От головного мозга отходит 12 пар черепно-мозговых нервов: I – обонятельный, II – зрительный, III – глазодвигательный, IV – блоковый, V – тройничный, VI – отводящий, VII – лицевой, VIII – слуховой, IX – языкоглоточный, X – блуждающий, XI – добавочный, XII – подъязычный. По выполняемым функциям одни из них являются чувствительными, другие – двигательными, третьи – смешанными.

### ***Мозговые оболочки***

Головной и спинной мозг покрыты тремя оболочками: мягкой, непосредственно прилегающей к тканям мозга, паутинной и твердой, которая граничит с костной тканью черепа и позвоночника. Мозговые оболочки фиксируют головной и спинной мозг в черепе и позвоночном канале и выполняют защитную, амортизирующую функции, обеспечивают выработку и всасывание спинномозговой жидкости.

### ***Понятие о рефлекторной дуге***

Рефлекторные дуги лежат в основе деятельности нервной системы, они представляют цепочки нейронов, которые обеспечивают реакцию рабочих органов в ответ на раздражение рецепторов. В рефлекторных дугах нейроны

связаны друг с другом синапсами и образуют три звена: афферентное, эффекторное и расположенное между ними ассоциативное (или вставочное). Последнее в простейшей рефлекторной дуге может отсутствовать. Рефлекторные дуги в соматической и автономной нервной системах отличаются (рис. 10).

*Соматическая рефлекторная дуга.* Рецепторное звено образовано афферентными нейронами, тела которых располагаются в спинальных ганглиях. Дендриты образуют чувствительные нервные окончания в коже или скелетной мускулатуре, а аксоны вступают в спинной мозг в составе задних корешков, образуя синапсы на телах или дендритах вставочных нейронов. Вставочные нейроны (ассоциативное звено) передают импульсы на эффекторные нейроны. Тела и дендриты эффекторных нейронов лежат в передних рогах, а аксоны выходят из спинного мозга в составе передних корешков и в составе смешанного нерва направляются к скелетной мышце.

*Автономная рефлекторная дуга.* Рецепторное звено, также как в соматической рефлекторной дуге образовано афферентными нейронами, тела которых расположены в спинальных ганглиях. Однако дендриты образуют чувствительные нервные окончания в тканях внутренних органов, сосудов и желез. Их аксоны направляются в боковые рога серого вещества, образуя там синапсы с вставочными нейронами. Аксоны вставочных нейронов (ассоциативного звена) покидают спинной мозг в составе передних корешков, направляются в один из вегетативных ганглиев, где образуют синапс с эффекторным нейроном.

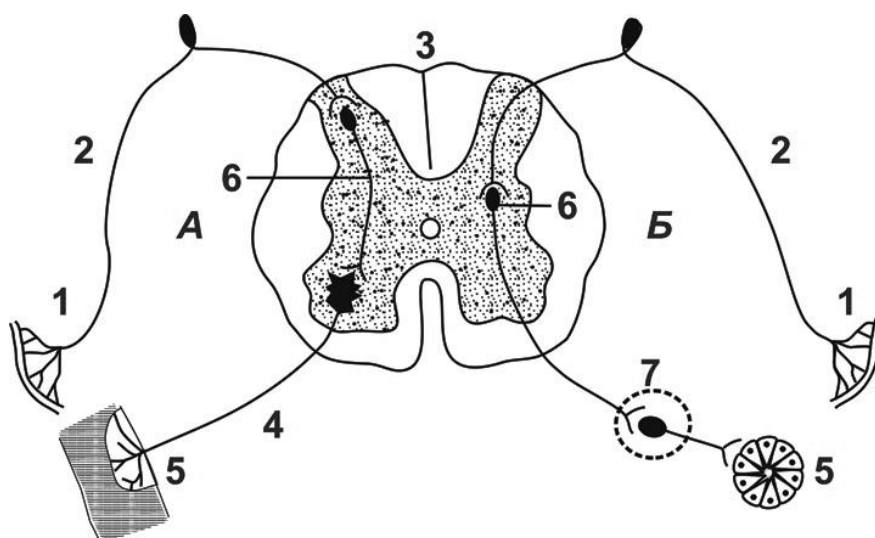


Рис. 10. А – соматическая рефлекторная дуга; Б – вегетативная рефлекторная дуга: 1 – рецептор; 2 – чувствительный нейрон; 3 – центральная нервная система; 4 – двигательный нейрон; 5 – рабочий орган (мышца, железа); 6 – вставочный нейрон; 7 – вегетативный узел

## ***Вегетативная нервная система***

Вегетативная (автономная) нервная система регулирует деятельность внутренних органов (дыхания, кровообращения, пищеварения, выделения). Она влияет на обмен веществ и рост; играет ведущую роль в поддержании постоянства внутренней среды.

Вегетативная нервная система содержит центральный и периферический отделы. *Центральный отдел* вегетативной нервной системы расположен в среднем, продолговатом и спинном мозге. Скопления нервных клеток в спинном и головном мозге получили название вегетативных ядер. Импульсы из нервного центра к рабочему органу проходят по двум последовательно расположенным нейронам. Тела первых нейронов (преганглионарных) лежат в центральном отделе нервной системы, тела вторых (постганглионарных) – за ее пределами, в узлах вегетативной нервной системы. Отходящие от ядер волокна, а также узлы вегетативной нервной системы и нервные сплетения в стенках внутренних органов образуют *периферический отдел*. Вегетативная нервная система не имеет собственных чувствительных путей. Они являются общими для соматической и вегетативной нервной системы. Деятельность вегетативной нервной системы не подчинена воле человека.

Вегетативная нервная система состоит из двух частей: симпатической и парасимпатической.

Центральный отдел *симпатической нервной системы* образуют нейроны боковых рогов спинного мозга на уровне всех его грудных и трех верхних поясничных сегментов (рис. 11). Их отростки заканчиваются в нервных узлах двух цепочек, расположенных по обеим сторонам позвоночника. В этих ганглиях расположены тела вторых двигательных нейронов, отростки которых заканчиваются в рабочих органах (кожа, сосуды, железы, органы чувств, гладкие мышцы внутренних органов). Часть тел вторых нейронов не входит в состав парных пограничных симпатических стволов. Они образуют узлы нервных сплетений, расположенных вблизи органов (солнечное, сердечное, подчревное и другие сплетения). Медиаторами в синапсах симпатической нервной системы являются в основном адреналин и норадреналин.

Центральный отдел *парасимпатической нервной системы* представлен ядрами в среднем мозге, продолговатом мозге и в крестцовом отделе спинного мозга (рис. 11). Они образованы телами первых нейронов вегетативного пути. Нервные волокна от ядер среднего мозга в составе глазодвигательного нерва идут к органам зрения. Поступающее по ним возбуждение изменяет

величину зрачка, меняет форму хрусталика, приспособляя глаз к ясному видению предметов на различных расстояниях. Значительное число волокон от ядер продолговатого мозга входит в состав блуждающего нерва, снабжающего парасимпатическими волокнами большую часть органов грудной и брюшной полости. От ядер крестцовой части спинного мозга парасимпатические волокна идут к толстой кишке, мочевому пузырю, половым органам. Парасимпатические ганглии, где находятся тела вторых нейронов, расположены около иннервируемых органов или в них. Медиатором в синапсах парасимпатической нервной системы является ацетилхолин.

К большинству внутренних органов подходят как симпатические, так и парасимпатические нервные волокна (двойная иннервация), которые обычно оказывают противоположные влияния.

#### *Функции вегетативной нервной системы:*

1. Симпатическая нервная система регулирует функционирование всех органов и тканей тела человека; ее волокна подходят не только ко всем внутренним органам, но и скелетной мускулатуре, коже. Симпатическая нервная система – это система «тревога», система защиты организма, мобилизации резервов, необходимых для активного взаимодействия со средой. Раздражение симпатического отдела увеличивает частоту и силу сердечных сокращений, расширяет сосуды сердца, сужает большинство других кровеносных сосудов, уменьшает образование мочи в почках, расширяет бронхи, расслабляет желчные протоки и желчный пузырь, замедляет двигательную функцию желудочно-кишечного тракта, усиливает обмен веществ, стимулирует секрецию пота, расширяет зрачки и глазные щели.

2. Парасимпатическая нервная система. Волокна парасимпатического отдела не подходят к гладкой мускулатуре кожи, к скелетным мышцам и к большинству кровеносных сосудов. Парасимпатическую иннервацию имеют только сосуды половых органов, слюнных желез и языка. Она тормозит работу большинства систем: замедляет ритм сердечных сокращений, уменьшает их силу, сужает бронхи. Дыхание становится редким и глубоким. Она не влияет на работу почек, селезенки, потовых желез, на большинство кровеносных сосудов. Но она повышает тонус мочевого пузыря, способствует его опорожнению, активизирует работу желудочно-кишечного тракта, усиливая его двигательную функцию и повышая тонус, сокращает желчный пузырь и расслабляет сфинктер, осуществляя изгнание желчи. Под ее влиянием суживаются зрачки и глазные щели.

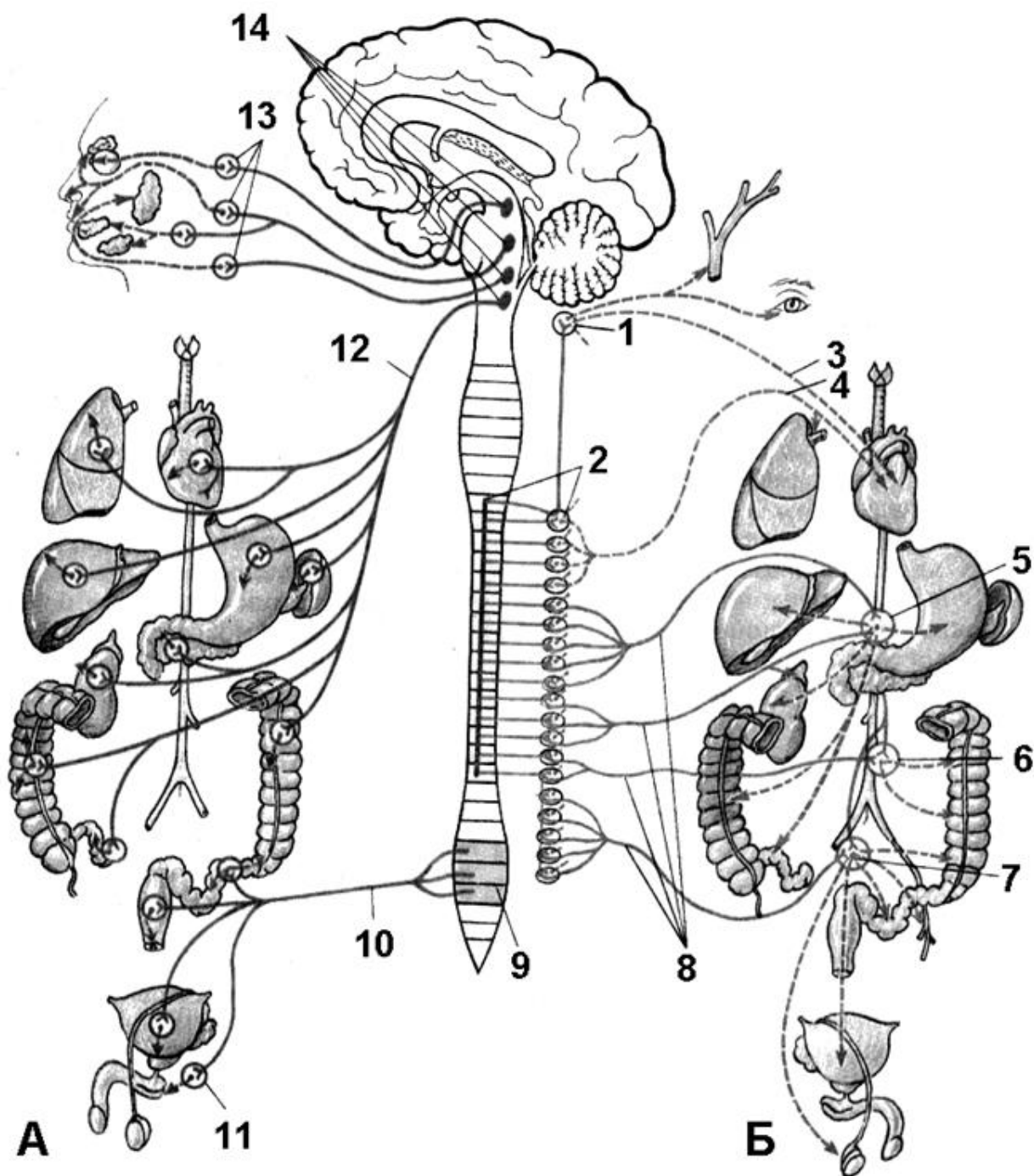


Рис. 11. Схема строения парасимпатической (А) и симпатической (Б) частей вегетативной нервной системы:  
 1 – шейный узел симпатического ствола; 2 – боковой рог спинного мозга и симпатический ствол; 3 – шейные сердечные нервы; 4 – грудные сердечные и легочные нервы; 5 – чревное (солнечное сплетение); 6 – брыжеечное сплетение; 7 – верхнее и нижнее подчревные сплетения; 8 – внутренностные нервы; 9 – крестцовые парасимпатические ядра; 10 – тазовые внутренностные нервы; 11 – тазовые парасимпатические узлы; 12 – блуждающий нерв; 13 – парасимпатические узлы головы; 14 – парасимпатические ядра в стволе головного мозга

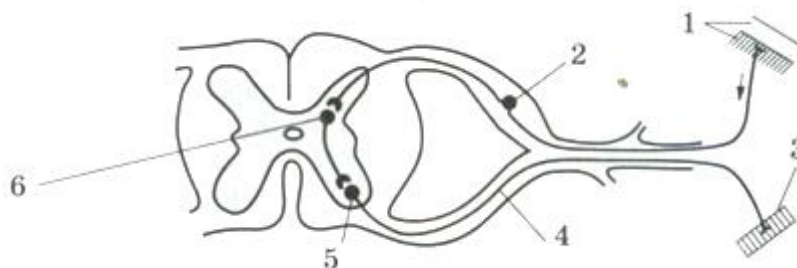


## Тестовые задания по теме «Нервная система»

1. В переднем отделе головного мозга человека белое вещество
  - 1) образует его кору
  - 2) расположено под корой
  - 3) состоит из нервных волокон
  - 4) образует подкорковые ядра
  - 5) соединяет кору головного мозга с другими отделами головного мозга и со спинным мозгом
  - 6) выполняет функцию высшего анализатора сигналов от всех рецепторов тела
2. Серое вещество больших полушарий в головном мозге человека
  - 1) образует борозды и извилины складчатой коры
  - 2) расположено под корой
  - 3) образовано длинными отростками нейронов – аксонами
  - 4) образует подкорковые ядра
  - 5) соединяет большие полушария со стволом головного мозга
  - 6) включает зоны зрительного, слухового и других анализаторов
3. К центральной нервной системе человека относят
  - 1) чувствительные нервы
  - 2) спинной мозг
  - 3) двигательные нервы
  - 4) мозжечок
  - 5) мост
  - 6) нервные узлы
4. К периферической нервной системе относят
  - 1) черепно-мозговые нервы
  - 2) вставочные нейроны
  - 3) продолговатый мозг
  - 4) спинномозговые нервы
  - 5) подкорковые ядра
  - 6) проводящие пути от рецепторов в мозг
5. Установите последовательность частей рефлекторной дуги при прохождении по ней нервного импульса.
  - 1) чувствительный нейрон
  - 2) рабочий орган
  - 3) вставочный нейрон
  - 4) отдел коры больших полушарий
  - 5) рецептор
  - 6) двигательный нейрон

--	--	--	--	--	--

6. Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку, на котором изображено строение рефлекторной дуги.



- 1) рецептор
- 2) передний корешок спинного мозга
- 3) серое вещество спинного мозга
- 4) двигательный нейрон в заднем корешке спинного мозга
- 5) тело двигательного нейрона
- 6) вставочный нейрон

7. Установите соответствие между функцией периферической нервной системы человека и отделом, который эту функцию выполняет.

**ФУНКЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

- А) направляет команды к скелетным мышцам
- Б) иннервирует гладкую мускулатуру внутренних органов
- В) обеспечивает перемещение тела в пространстве
- Г) регулирует работу сердца
- Д) усиливает работу пищеварительных желёз
- Е) не контролируется сознанием

**ОТДЕЛ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

- 1) соматическая
- 2) вегетативная

А	Б	В	Г	Д	Е

8. Установите соответствие между функцией переднего мозга человека и отделом, который эту функцию выполняет.

**ФУНКЦИЯ ПЕРЕДНЕГО МОЗГА**

- А) управление сложными мышечными движениями
- Б) анализ всей поступающей информации
- В) регуляция температуры тела
- Г) обеспечение постоянства внутренней среды организма
- Д) управление мыслительной и речевой деятельностью
- Е) регулирование чувства жажды, голода и насыщения

**ОТДЕЛ**

- 1) промежуточный мозг
- 2) большие полушария

А	Б	В	Г	Д	Е

## Эндокринный аппарат

*Эндокринный аппарат* – совокупность желез внутренней секреции, групп клеток и отдельных клеток, секретирующих биологически активные вещества (гормоны) в кровь и лимфу. Железы внутренней секреции (эндокринные) имеют небольшие размеры, богатое кровоснабжение, располагаются в различных отделах тела человека. Они имеют различное происхождение и строение. Объединяет эндокринные железы в единый эндокринный аппарат их участие в гуморальной регуляции функций организма. Гормоны участвуют в регуляции постоянства внутренней среды (гомеостаза), обмена веществ (белков, жиров и углеводов), влияют на рост, и дифференцировку тканей, изменяют проницаемость клеточных мембран и активность ферментов.

Гормоны вырабатываются также некоторыми органами и тканями, несущими в организме, кроме эндокринной, другую специализированную функцию (почки, пищеварительный тракт). К синтезу гормонов способны отдельные нервные клетки (их называют нейросекреторными, например клетки гипоталамуса).

### *Свойства гормонов:*

1. Гормоны обладают как местным, так и дистантным действием, т.е., поступая в кровяное русло, они могут оказывать влияние на органы и ткани, расположенные вдали от той железы, где они образуются.

2. Характерным свойством гормонов является их высокая физиологическая активность. Очень малое количество гормона может вызвать изменения функций организма.

3. Действие большинства гормонов специфично. Орган, реагирующий на определенный гормон, называется органом-мишенью этого гормона. Некоторые гормоны (тироксин, соматотропин) влияют на обмен веществ всех клеток тела.

4. Гормоны сравнительно быстро разрушаются в тканях, в частности печени. Поэтому для поддержания достаточного количества гормонов в крови необходимо постоянное выделение их соответствующей железой.

### *Классификация гормонов:*

По месту действия гормоны разделяют на: 1) эффекторные – действуют на клетки-эффекторы (например, инсулин увеличивает синтез гликогена в печени, увеличивает транспорт глюкозы через мембрану); 2) тропные – действуют на другие эндокринные железы и регулируют их функции.

По химической природе гормоны разделяют на: 1) стероиды (половые гормоны); 2) производные аминокислот (гормоны щитовидной железы); 3) белково-пептидные соединения (гормоны поджелудочной железы).

По механизму действия на клетки-мишени разделяют на: 1) действующие с помощью мембранных рецепторов (гормоны белковой природы); 2) действующие с помощью внутриклеточных рецепторов (жирорастворимые гормоны, легко проходящие через мембраны клеток).

**Гипофиз** расположен в промежуточном мозге под гипоталамусом (рис. 12). Состоит из передней доли (аденогипофиза) и задней (нейрогипофиза).

В *передней доле* гипофиза вырабатываются:

- тиреотропный гормон – регулирует деятельность щитовидной железы;
- адренокортикотропный гормон – регулирует работу коры надпочечников;
- гонадотропные гормоны (лютеинизирующий и фолликулостимулирующий) – регулируют деятельность половых желез;
- соматотропный гормон (гормон роста) оказывает влияние на рост, стимулирует синтез белка в органах и тканях. При недостатке гормона роста у детей развивается карликовость (при этом пропорции тела и умственное развитие не нарушаются). При избытке гормона роста в детском возрасте развивается гигантизм, а избыток гормона у взрослых людей вызывает акромегалию (непропорциональное увеличение носа, языка, кистей, внутренних органов);
- пролактин стимулирует образование и выделение молока (при влиянии половых гормонов).

В *заднюю долю* гипофиза поступают биологически активные вещества, вырабатываемые ядрами гипоталамуса. Здесь накапливаются и выделяются в кровь:

- вазопрессин (антидиуретический гормон) – усиливает реабсорбцию в почках, регулирует образование мочи и артериальное давление. Гипофункция задней доли является причиной несахарного мочеизнурения (несахарного диабета). При этом наблюдается выделение больших количеств мочи (иногда десятки литров в сутки), не содержащей сахар, и сильная жажда;
- окситоцин стимулирует сокращение гладкой мускулатуры матки в период родов.

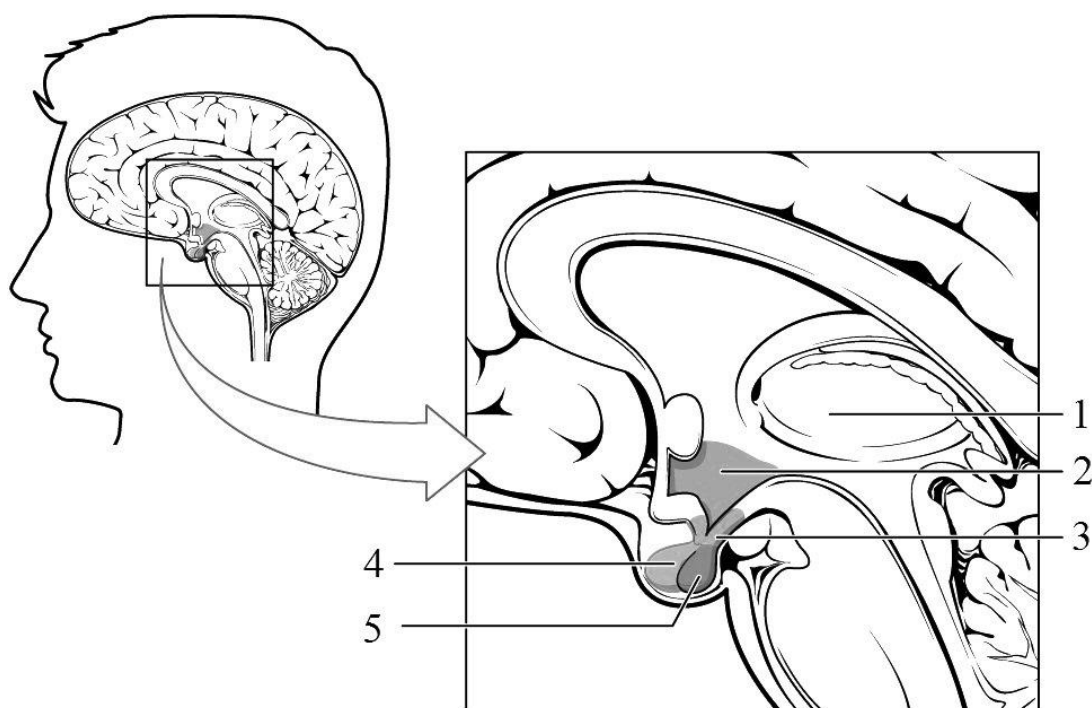


Рис. 12. Связь гипоталамуса и гипофиза: 1 – таламус; 2 – гипоталамус; 3 – воронка гипофиза; 4 – передняя доля гипофиза; 5 – задняя доля гипофиза

**Эпифиз** (шишковидное тело) расположен на крыше промежуточного мозга. Вырабатывает серотонин и мелатонин. Гормоны эпифиза тормозят секрецию гонадотропных гормонов и половое созревание, регулируют суточную и сезонную активность.

**Щитовидная железа** расположена в передней области шеи впереди гортани и верхних хрящей трахеи (рис. 13). Вырабатывает:

- тироксин ( $T_4$ ) и трийодтиронин ( $T_3$ ) – регулируют рост, созревание скелета и интеллектуальное развитие. Оказывают влияние на все виды обмена веществ (белковый, углеводный, жировой, водный и минеральный обмен). При пониженной функции щитовидной железы (гипотиреозе) у детей задерживается физическое, психическое развитие, снижаются умственные способности (карликовость и кретинизм). Задерживается половое развитие. У взрослых людей гипотиреоз ведет к заболеванию – микседеме (слизистый отек). При этом снижается обмен веществ, наблюдается быстрая утомляемость, сонливость, сухость кожи, ломкость ногтей. Лицо становится одутловатым из-за отека подкожной клетчатки. При гиперфункции щитовидной железы и избытке тироксина развивается базедова болезнь. У человека увеличиваются

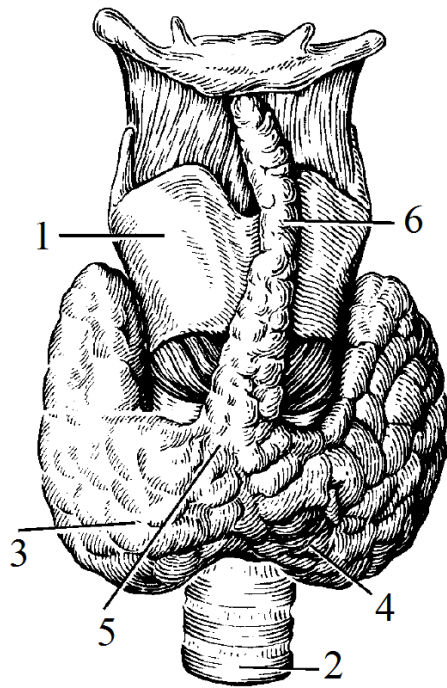


Рис. 13. Расположение и строение щитовидной железы: 1 – щитовидный хрящ гортани; 2 – трахея; 3 – правая доля щитовидной железы; 4 – левая доля щитовидной железы; 5 – перешеек щитовидной железы; 6 – пирамидальная доля щитовидной железы (непостоянная)

размеры щитовидной железы, появляется «зоб» (припухлость в передней области шеи), повышается обмен веществ и возбудимость, учащается сердцебиение, наблюдается пучеглазие, потливость, бессонница;

- тиреокальцитонин участвует в регуляции обмена кальция и фосфора, задерживает выход (резорбцию) кальция из костей и уменьшает содержание кальция в крови. Является антагонистом паратгормона.

**Околощитовидные железы** располагаются на задней поверхности щитовидной железы. Вырабатывают паратгормон, который обеспечивает всасывание кальция в кишечнике, его реабсорбцию в почках. Тем самым паратгормон увеличивает содержание кальция в крови. При пониженной функции паращитовидных желез снижается содержание кальция в крови и увеличивается количество калия, что вызывает повышенную возбудимость, появляются судороги. При недостатке кальция в крови он вымывается из костей, в результате чего кости становятся гибкими, происходит размягчение костей. При гиперфункции паращитовидных желез кальций откладывается в стенках кровеносных сосудов, в почках.

в почках.

**Надпочечники** – парные эндокринные железы, расположенные у верхнего полюса почек (рис. 14). Периферический слой надпочечника составляет корковое вещество. Внутри органа располагается мозговое вещество. Корковое вещество развивается из мезодермы, а мозговое вещество имеет эктодермальное происхождение (развивается из клеток нервного гребня).

В корковом веществе надпочечников образуются:

- минералокортикоиды (альдостерон) – участвуют в регуляции минерального обмена. Альдостерон усиливает реабсорбцию  $\text{Na}^+$  в почечных канальцах и секрецию  $\text{K}^+$ . В связи с этим в крови возрастает концен-

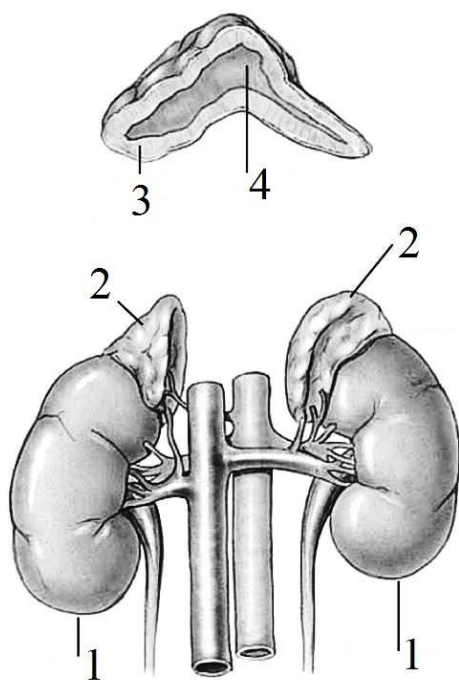


Рис. 14. Расположение и строение надпочечников:  
1 – почки; 2 – надпочечники;  
3 – корковое вещество надпочечников; 4 – мозговое вещество надпочечников

трация  $\text{Na}^+$ , что ведет к задержке воды в тканях. Усиленная реабсорбция  $\text{Na}^+$  может привести к развитию гипертонии;

- глюкокортикоиды (кортизон, гидрокортизон) – участвуют в регуляции обмена углеводов: стимулируют глюконеогенез – образовании глюкозы из аминокислот, повышают отложение гликогена в печени, тормозят утилизацию глюкозы в тканях. Глюкокортикоиды оказывают влияние на белковый и жировой обмены: вызывают распад тканевого белка, усиливают мобилизацию жира из жировых депо. Оказывают тормозное влияние на функцию иммунной системы: подавляют образование лимфоцитов и антител. Снижают воспалительные процессы и аллергические реакции;

- половые гормоны (андрогены, эстрогены) проявляют свое действие в детском возрасте, когда внутрисекреторная

функция половых желез еще мала, и в старческом возрасте в период угасания функции половых желез.

При недостатке гормонов коркового вещества развивается бронзовая (аддисонова) болезнь: кожа приобретает бронзовый оттенок, падает кровяное давление, развивается слабость, быстрая утомляемость, потеря веса.

Клетки *мозгового вещества* надпочечников выделяют адреналин и норадреналин. Эти гормоны усиливают и учащают сокращение сердца, повышают возбудимость миокарда, сужают кровеносные сосуды. Ускоряют расщепление гликогена в печени и мышцах, в результате чего повышается содержание глюкозы в крови. Под воздействием гормонов мозгового вещества надпочечников моторная функция желудка и кишечника ослабляется, мышцы бронхов расслабляются. При сильных эмоциях (резкое охлаждение, внезапная радость, чрезмерное мышечное напряжение, страх) увеличивается выброс адреналина в кровь. Это свидетельствует о влиянии на функции мозгового вещества надпочечников симпатической нервной системы.

**Поджелудочная железа** является железой смешанной секреции. Эндокринная часть железы представлена островками Лангерганса, вырабатывающими:

- инсулин (образуется  $\beta$ -клетками островков) – снижает количество глюкозы в крови, усиливает переход глюкозы в клетки печени, в мышечные волокна, в клетки миокарда и гладкой мускулатуры. В этих органах под влиянием инсулина из глюкозы синтезируется гликоген. Инсулин способствует также поступлению глюкозы в жировые клетки, где из нее синтезируются жиры. Инсулин увеличивает проницаемость клеточных мембран для аминокислот, что важно для синтеза белков;
- глюкагон (образуется  $\alpha$ -клетками островков) – расщепляет гликоген в печени и повышает содержание сахара в крови, усиливает расщепление жира.

Гипофункция эндокринной части поджелудочной железы приводит к заболеванию – сахарному диабету. При этом из-за недостатка инсулина резко увеличивается содержание сахара в крови, увеличивается количество выделяемой мочи, в ней появляется сахар.

**Половые железы** также являются железами смешанной секреции. В семенниках эндокринную функцию выполняют клетки Лейдига. Это крупные клетки, которые располагаются небольшими скоплениями между извитыми семенными канальцами возле кровеносных капилляров. Эти клетки синтезируют и выделяют в кровь мужской половой гормон тестостерон (андроген). Под влиянием андрогенов развиваются наружные половые органы, появляются вторичные половые признаки. Этот гормон активизирует сперматогенез, влияет на формирование опорно-двигательного аппарата.

Женские половые гормоны вырабатываются в яичнике. Клетки фолликулярного эпителия вырабатывают эстрогены, клетки желтого тела секретруют прогестерон. Эстрогены влияют на развитие наружных женских половых органов, вторичных половых признаков, обеспечивают развитие тела по женскому типу. Прогестерон оказывает влияние на слизистую оболочку матки, готовя ее к имплантации оплодотворенной яйцеклетки, росту и развитию плода, развитию плаценты, молочных желез, а также задерживает рост новых фолликулов.



## Тестовые задания по теме «Эндокринный аппарат»

1. Что характерно для гуморальной регуляции организма человека?
  - 1) ответная реакция чётко локализована
  - 2) сигналом служит гормон
  - 3) включается быстро и действует мгновенно
  - 4) передача сигнала только химическая через жидкие среды организма
  - 5) передача сигнала осуществляется через синапс
  - 6) ответная реакция действует продолжительное время
2. Нарушение функций щитовидной железы приводит к следующим заболеваниям:
  - 1) сахарный диабет
  - 2) микседема
  - 3) базедова болезнь
  - 4) малокровие
  - 5) кретинизм
  - 6) гигантизм
3. Установите соответствие между характеристикой регуляции функций и её способом.

### ХАРАКТЕРИСТИКА

### СПОСОБЫ РЕГУЛЯЦИИ

- А) скорость проведения информации невысокая  
 Б) является более древней формой взаимодействия клеток и органов  
 В) эволюционно более поздний способ регуляции  
 Г) осуществляется посредством нервных импульсов  
 Д) осуществляется посредством химически активных веществ, поступающих в кровь, лимфу и тканевую жидкость

- 1) нервная  
 2) гуморальная

А	Б	В	Г	Д	Е

4. Установите соответствие между процессом, происходящим при дыхании человека, и способом его регуляции.

### ПРОЦЕСС

### СПОСОБ РЕГУЛЯЦИИ

- А) удаление частиц пыли из носовой полости при чихании  
 Б) замедление дыхания при погружении в холодную воду  
 В) изменение ритма дыхания при избытке углекислого газа в помещении  
 Г) нарушение дыхания при кашле  
 Д) изменение ритма дыхания при уменьшении углекислого газа в крови  
 Е) изменение работы сердца под влиянием  $K^+$

- 1) нервная  
 2) гуморальная

А	Б	В	Г	Д	Е

5. Установите соответствие между функциями желез внутренней секреции и железами, которые эти функции выполняют

**ФУНКЦИИ ЖЕЛЁЗ**

- А) секреция половых гормонов
- Б) контроль деятельности желёз внутренней секреции
- В) регуляция обмена солей и углеводов
- Г) секреция гормона роста
- Д) секреция вазопрессина
- Е) секреция норадреналина

**ЖЕЛЕЗЫ**

- 1) гипофиз
- 2) надпочечники

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Установите соответствие между гормонами и железами, которые секретируют эти гормоны.

**ГОРМОНЫ**

- А) соматотропин
- Б) адреналин
- В) тестостерон
- Г) инсулин
- Д) норадреналин
- Е) глюкагон

**ЖЕЛЕЗЫ**

- 1) поджелудочная
- 2) гипофиз
- 3) надпочечники

А	Б	В	Г	Д	Е

7. Установите правильную последовательность процессов при реакции организма человека на понижение температуры.

- 1) активация холодовых рецепторов
- 2) выделение гормона тироксина
- 3) выделение нейrogормона гипоталамуса
- 4) выделение гормона гипофиза
- 5) повышение уровня энергетического обмена

--	--	--	--	--

8. Проанализируйте таблицу «Эндокринные железы и их гормоны». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведённые в списке.

Железа	Выделяемый гормон	Функции
Надпочечники	Адреналин	(В)
Щитовидная	(Б)	Влияет на обмен веществ, повышает возбудимость нервной системы
(А)	Соматотропин	Регуляция роста организма

Список терминов и понятий:

- 1) эпифиз
- 2) гипофиз
- 3) вилочковая
- 4) кальцитонин
- 5) тироксин
- 6) усиливает секрецию панкреатического сока
- 7) снижает уровень глюкозы в крови
- 8) ускоряет дыхание, повышает кровяное давление

## Опорно-двигательная система

### Классификация костей

Различают кости *трубчатые* (длинные – бедренная, плечевая, кости предплечья и голени и короткие – кости пясти, плюсны, фаланги пальцев), *губчатые* (кости запястья), *плоские* (кости крыши черепа), *смешанные* (позвонки), *воздухоносные* (лобная, клиновидная, верхняя челюсть).

### Строение трубчатой кости

Кость на всем протяжении, кроме суставных поверхностей, покрыта *надкостницей*. Внутренний слой надкостницы – остеогенный, т.е. в нем расположены клетки, за счет которых происходит развитие, рост в толщину и восстановление костей после повреждения.

У трубчатой кости различают ее удлиненную среднюю часть – *тело кости*, или *диафиз*, обычно цилиндрической или трехгранной формы, и утолщенные концы – *эпифизы*. Участок кости, расположенный между диафизом и эпифизом, называется *метафизом* (рис. 15). Диафизы построены из компактного костного вещества, эпифизы – из губчатого костного вещества, покрытого тонким слоем компактного.

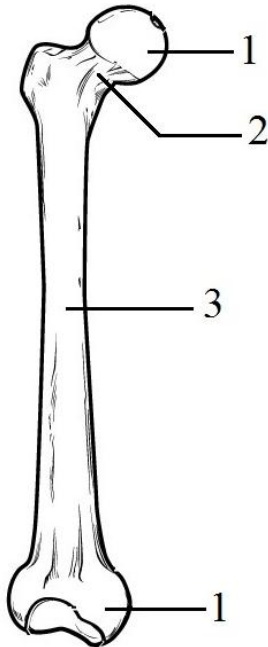


Рис. 15. Строение трубчатой кости:  
1 – головка;  
2 – шейка;  
3 – тело кости

Рост трубчатой кости в длину обеспечивается наличием *метаэпифизарной хрящевой пластинки* роста, которая находится между диафизом и эпифизом трубчатой кости. Рост костей заканчивается в среднем к 20-летнему возрасту. К этому времени хрящевая пластинка истончается и замещается костной тканью.

Внутри костей и ячейках губчатого вещества находится костный мозг. В период внутриутробного развития, а также у новорожденных во всех костных полостях находится красный костный мозг, он выполняет кроветворную и защитную функцию. У взрослого человека красный костный мозг содержится только в ячейках губчатого вещества плоских костей (грудина, крылья подвздошных костей), в губчатых костях и эпифизах трубчатых костей. В диафизах трубчатых костей находится желтый костный мозг.

## Типы соединения костей

1. Непрерывные соединения: кости связаны между собой с помощью различных видов соединительной ткани (собственно соединительной ткани, хряща, кости), отсутствует щель или полость между костями. Непрерывные соединения прочны, но неподвижны. К ним относят швы (например, черепа).

2. Симфизы (полусуставы) – это полуподвижные хрящевые соединения. В толще хряща есть небольшая щелевидная полость (например, межпозвоночные симфизы, лобковый симфиз).

3. Прерывные соединения (суставы) представляют собой подвижные соединения, у которых между соединяющимися костями всегда имеется суставная щель (рис. 16).

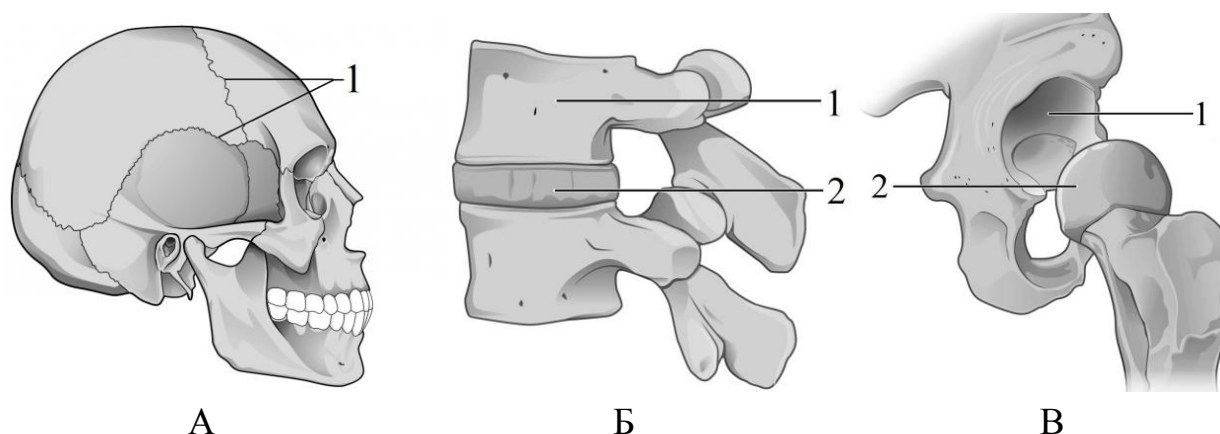


Рис. 16. Типы соединения костей:

А – неподвижные (1 – швы черепа); Б – полуподвижные (1 – тело позвонка; 2 – межпозвоночный диск); В – подвижные соединения – суставы (1, 2 – суставные поверхности соединяющихся костей)

Каждый сустав имеет суставные поверхности костей, покрытые хрящом, суставную капсулу, суставную полость, заполненную синовиальной жидкостью (рис. 17). Толщина *суставного хряща* находится в прямой зависимости от функциональной нагрузки. Суставной хрящ лишен кровеносных сосудов, основную роль в его питании играет *синовиальная жидкость*. Суставной хрящ защищает суставные концы кости от механических воздействий, уменьшает давление и равномерно распределяет его по поверхности. *Суставная капсула* прикрепляется вблизи краев суставных поверхностей сочленяющихся костей, прочно срастается с надкостницей и образует замкнутую

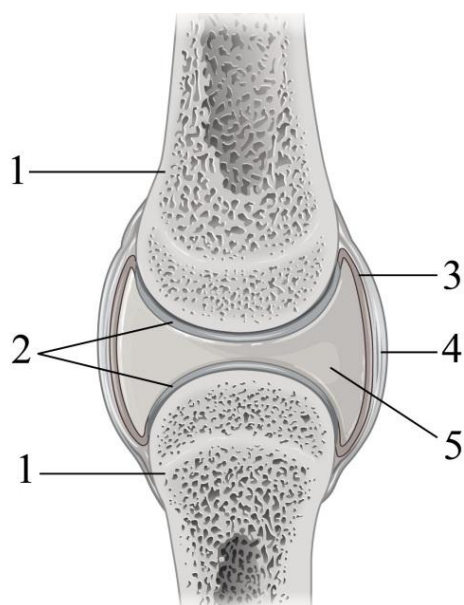


Рис. 17. Строение сустава:  
1 – соединяющиеся кости;  
2 – суставные поверхности  
костей, покрытые хрящом;  
3 – внутренний слой  
суставной капсулы  
(синовиальная мембрана);  
4 – наружный слой  
суставной капсулы;  
5 – суставная полость,  
заполненная синовиальной  
жидкостью

суставную полость. Капсула состоит из двух слоев. Наружный слой представлен прочной фиброзной мембраной. Внутренний слой образован тонкой гладкой синовиальной мембраной. Синовиальная мембрана имеет множество выростов, обращенных в полость сустава, т.н. синовиальные ворсинки, очень богатые кровеносными сосудами. Через них осуществляется фильтрация из кровеносного русла в полость сустава, в результате чего образуется синовиальная жидкость и происходит всасывание веществ из нее.

Суставные поверхности не всегда соответствуют друг другу по форме. Для достижения такого соответствия в суставах имеется ряд вспомогательных образований. Например, в височно-нижнечелюстном суставе имеется хрящевой диск. Несплошные хрящевые или соединительнотканые пластинки полукруглой формы, расположенные между суставными поверхностями называются мениски. Так, в коленном суставе имеются полукольцевые медиальный и латеральный мениски, которые расположены между суставными поверхностями бедренной и большеберцовой костей.

### ***Основные отделы скелета человека***

Скелет человека состоит из скелета головы (черепа), скелета туловища и скелета конечностей.

*Череп* условно подразделяется на мозговой и лицевой отделы. Мозговой отдел черепа состоит из 8 костей (парные: теменная и височная; непарные: лобная, затылочная решетчатая и клиновидная). Лицевой отдел черепа состоит из 15 костей (парные: верхнечелюстная, скуловая, носовая, слезная, нёбная, нижняя носовая раковина; непарные: нижняя челюсть, сошник, подъязычная кость).

*Скелет туловища* образован позвоночным столбом и грудной клеткой. Позвоночник состоит из 33-34 позвонков: 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых (срастаются), 4-5 копчиковых (срастаются). Позвонки разных отделов отличаются по форме и величине. Позвоночник человека образует 4 изгиба: 2 изгиба вперед (шейный и поясничный лордозы) и 2 изгиба назад (грудной и крестцовый кифозы). Грудная клетка образована соединенными между собой 12 парами ребер, грудиной и 12 грудными позвонками. Первые VII ребер называют истинными (они соединяются непосредственно с грудиной с помощью хряща), VIII-X – ложными (соединяются с хрящом последнего истинного ребра), XI-XII – колеблющимися (не соединяются с грудиной).

*Скелет конечностей* образован поясом и свободными элементами. Скелеты верхней и нижней конечностей гомологичны. Пояс верхней конечности сформирован лопаткой и ключицей, скелет свободной верхней конечности образован плечевой, лучевой и локтевой костями, а также костями кисти (запястье, пясть, фаланги пальцев). Пояс нижних конечностей образован двумя тазовыми костями. Каждая тазовая кость состоит из сросшихся подвздошной, седалищной и лобковой костей. Скелет свободной нижней конечности состоит из бедра, больше- и малоберцовой костей, костей стопы (предплюсна, плюсна, фаланги пальцев).

### ***Характеристика мышцы как органа***

Мышца как орган состоит из пучков поперечнополосатых мышечных волокон, каждое из которых покрыто соединительнотканной оболочкой (эндомизий). Пучки волокон отделены друг от друга прослойками соединительной ткани – перимизием. Мышца в целом покрыта эпимизием, который переходит на сухожилие. Из эпимизия в мышцу проникают кровеносные сосуды, разветвляющиеся во внутренних оболочках.

Мышечные пучки формируют брюшко, переходящее в сухожильную часть. Проксимальный отдел мышцы – головка – начинается от кости; дистальный конец – хвост (сухожилие) – прикрепляется к другой кости. Исключением являются мимические мышцы, мышцы дна полости рта и промежности, которые не прикрепляются к костям.

При сокращении мышцы один ее конец, как правило, начало остается неподвижным – это фиксированная точка. Подвижная точка находится на

другой кости, к которой мышца прикреплена и которая при сокращении изменяет свое положение (рис. 18).

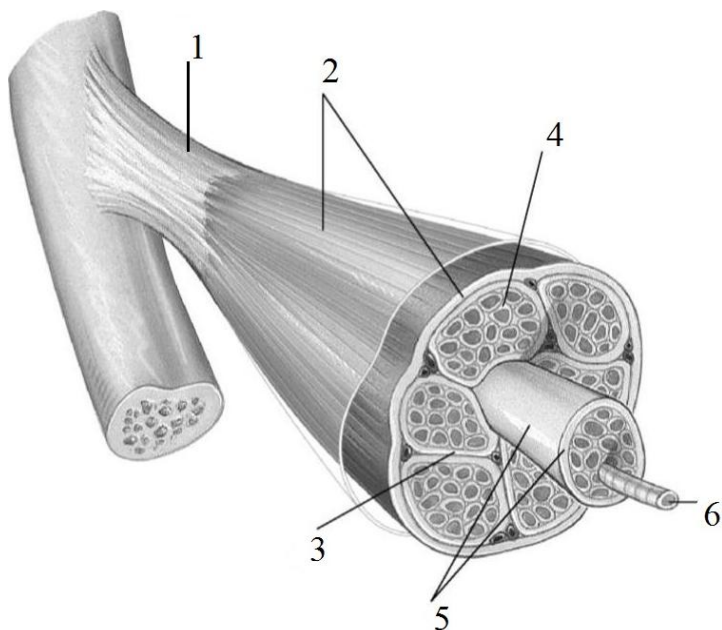


Рис. 18. Строение мышцы:

- 1 – сухожилие;
- 2 – брюшко мышцы, покрытое эпимизием;
- 3 – перимизий;
- 4 – эндомизий;
- 5 – пучок мышечных волокон;
- 6 – мышечное волокно

Сухожилия различных мышц отличаются друг от друга. Например, мышцы конечностей имеют узкие и длинные сухожилия. Широкое и плоское сухожилие – апоневроз, характерно для мышц, участвующих в формировании стенок полостей тела. Брюшко некоторых мышц разделено промежуточным сухожилием. Каждая мышца или группа сходных по функциям мышц окружены *фасцией*. От подкожной клетчатки мышцы отделяет поверхностная фасция.

### ***Основные группы мышц***

Мышцы подразделяют по форме и направлению мышечных волокон, функциям и положению в теле человека.

*По форме выделяют:*

- веретенообразные мышцы, характерны для конечностей (двуглавая мышца плеча);
- широкие мышцы, участвующие в образовании стенок туловища (прямая мышца живота, широчайшая мышца спины).

*По функциям:*

- мышцы-сгибатели и разгибатели;
- отводящие от средней линии и приводящие к ней;
- вращающие кнаружи (супинаторы) и вращающие внутрь (пронаторы).

*По положению в теле человека:*

- мышцы туловища;
- мышцы головы;
- мышцы верхней и нижней конечностей.

### ***Работа мышц. Утомление***

Основное свойство скелетной мышечной ткани – сократимость, т.е. изменение длины мышцы под влиянием нервных импульсов. Если мышцы, сокращаясь, перемещают тело или его части в пространстве, они выполняют *динамическую* работу. *Статической* является работа, при которой не происходит движений всего тела или его части.

При физической работе возрастают частота сердечных сокращений, ударный объем сердца, артериальное давление, потребление организмом кислорода. В активно сокращающейся мышце увеличивается кровоток более чем в 20 раз, усиливается обмен веществ. В результате в мышцах образуются и накапливаются продукты процессов окисления – молочная и пировиноградная кислоты. Нарушаются процессы синтеза АТФ, необходимой для энергообеспечения мышечного сокращения. Развивается временное снижение работоспособности скелетной мускулатуры – мышечное утомление. Статическая нагрузка быстрее приводит к утомлению, чем динамическая. Динамическая нагрузка характеризуется чередованием сокращения и расслабления мышц. При статической работе мышцы находятся в напряженном состоянии длительное время.

В развитии утомления, возникающего при мышечной работе, ведущую роль играет не усталость самих мышц (периферический механизм утомления), а особое состояние двигательных нервных центров (центральный механизм утомления). При динамической работе скорость утомления зависит от двух показателей – физической нагрузки и от ритма работы, т.е. от частоты мышечных сокращений. При этом мышечная работа достигает максимального объема при средних нагрузках и средних скоростях сокращения мышц. *Отдых* – это состояние покоя или особый, специально организованный вид деятельности, которые снимают утомление и способствуют восстановлению работоспособности.



## Тестовые задания по теме «Опорно-двигательная система»

1. При динамической работе мышц человека, в отличие от статической,
  - 1) быстрее наступает утомление
  - 2) движения в суставах не происходит
  - 3) работоспособность более продолжительна
  - 4) уменьшается частота сердечных сокращений
  - 5) утомление наступает медленно
  - 6) сокращение мышц чередуется с расслаблением
  
2. К искривлению позвоночника или развитию плоскостопия может привести
  - 1) активный образ жизни
  - 2) слабое развитие мышц
  - 3) постоянное ношение тяжестей в одной руке
  - 4) ношение обуви без каблука в детстве
  - 5) стрессовая ситуация
  - 6) нарушение режима питания
  
3. Неправильная осанка может привести к
  - 1) смещению и сдавливанию внутренних органов
  - 2) нарушению кровоснабжения внутренних органов
  - 3) растяжению связок в тазобедренном суставе
  - 4) нарушению мышечного и связочного аппаратов стопы
  - 5) деформации грудной клетки
  - 6) увеличению содержания минеральных веществ в костях

4. Установите соответствие между костью и отделом черепа человека.

КОСТИ ЧЕРЕПА

ОТДЕЛЫ

А) лобная

1) мозговой

Б) теменная

2) лицевой

В) скуловая

Г) верхнечелюстная

Д) височная

Е) носовая

А	Б	В	Г	Д	Е

5. Установите соответствие между костями человека и типами их соединения.

КОСТИ ЧЕЛОВЕКА

ТИП СОЕДИНЕНИЯ

А) теменная и височная

1) неподвижный

Б) позвонки грудного отдела

2) полуподвижный

В) локтевая и кости пясти

3) сустав

Г) бедренная и берцовая

Д) тазовые и крестец

Е) фаланги пальцев

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Установите соответствие между костями скелета верхней конечности человека и отделами скелета, к которым их относят.

**КОСТИ**

А) ключица

Б) плечевая кость

В) кость запястья

Г) лучевая кость

Д) лопатка

Е) кость пясти

**ОТДЕЛЫ СКЕЛЕТА**

1) пояс конечности

2) свободная конечность

А	Б	В	Г	Д	Е

7. Установите соответствие между отделами скелета и их признаками и функциями.

**ПРИЗНАКИ И ФУНКЦИИ**

А) защита для головного мозга

Б) изменяет свой объем и форму

В) S-образно изогнут

Г) защита для спинного мозга

Д) защита для сердца и легких

Е) образован парными и непарными костями, соединенными с помощью швов

**ОТДЕЛ СКЕЛЕТА**

1) позвоночник

2) череп

3) грудная клетка

А	Б	В	Г	Д	Е

8. Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку «Череп человека».

1) лобная кость

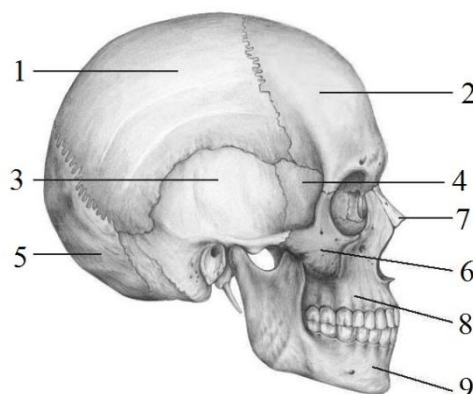
2) затылочная кость

3) височная кость

4) клиновидная кость

5) теменная кость

6) скуловая кость



9. В какой последовательности располагаются у человека отделы скелета нижней конечности, начиная с тазового пояса?

1) фаланги пальцев

2) плюсна

3) бедро

4) голень

5) предплюсна

--	--	--	--	--

## Сердечно-сосудистая система

### *Функции сердечно-сосудистой системы*

Сердечно-сосудистая система включает сердце, кровеносные и лимфатические сосуды. Выполняет следующие функции:

- 1) трофическую – снабжает ткани питательными веществами;
- 2) дыхательную – снабжает ткани кислородом;
- 3) экскреторную – удаляет продукты обмена из тканей;
- 4) регуляторная – транспортирует гормоны и биологически активные вещества к тканям, объединяет все ткани и органы;
- 5) защитную – участвует в иммунных реакциях;
- 6) терморегуляторную;
- 7) гомеостатическую – поддержание постоянства внутренней среды организма.

### *Состав и функции крови*

Кровь состоит из двух основных компонентов: плазмы и взвешенных в ней форменных элементов – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Плазма составляет 55-60% объема крови, а форменные элементы 40-45%. Общее количество крови у взрослого человека 4-6 л, что составляет 6-8% массы его тела. *Плазма* – это жидкая часть крови, 90-91% которой составляет вода, остальные 9-10% – минеральные и органические вещества. Концентрация солей в плазме относительно постоянная и соответствует их содержанию в клетках и тканях. К основным белкам плазмы крови относятся альбумины, глобулины и фибриноген. Они поддерживают кислотно-щелочное равновесие и участвуют в свертывании крови. Форменные элементы крови образуются в кроветворных органах – красном костном мозге, печени, селезенке и лимфатических узлах.

*Эритроциты*, или красные кровяные тельца, безъядерные клетки, имеющие форму двояковогнутых дисков. Самые многочисленные клеточные элементы крови (4-5 млн/мл). Основная функция эритроцитов – дыхательная – транспорт кислорода и углекислого газа. Эта функция обеспечивается дыхательным пигментом – гемоглобином. Гемоглобин состоит из белка глобина и пигмента гема, придающего всей крови красный цвет. Гем содержит атом

железа, способный присоединять и отдавать молекулу кислорода. Гемоглобин, присоединивший  $O_2$ , называется оксигемоглобин. Гемоглобин, отдавший  $O_2$ , называется восстановленным. Часть восстановленного гемоглобина связывается с  $CO_2$ , образуя карбогемоглобин, благодаря чему перекосятся от 10 до 20% всего транспортируемого кровью  $CO_2$ . Гемоглобин способен образовывать довольно прочную связь с CO. Это соединение называется карбоксигемоглобин. Сродство гемоглобина к CO значительно выше, чем к  $O_2$ , поэтому гемоглобин, присоединивший CO, не способен связываться с  $O_2$ . Сильные окислители (ферроцианид, пероксид водорода) изменяют заряд от  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$ , в результате чего возникает окисленный гемоглобин – метгемоглобин – прочное соединение гемоглобина с  $O_2$ . При этом нарушается транспорт  $O_2$ .

Эритроциты образуются в красном костном мозге. На протяжении 100-120 дней они циркулируют в крови, а затем разрушаются в печени и селезенке. Количество эритроцитов может как увеличиваться (например, при недостатке кислорода во время пребывания на больших высотах, мышечной работе), так и уменьшаться (при нарушении их образования в кроветворных органах, больших кровопотерях, отравлении некоторыми ядами).

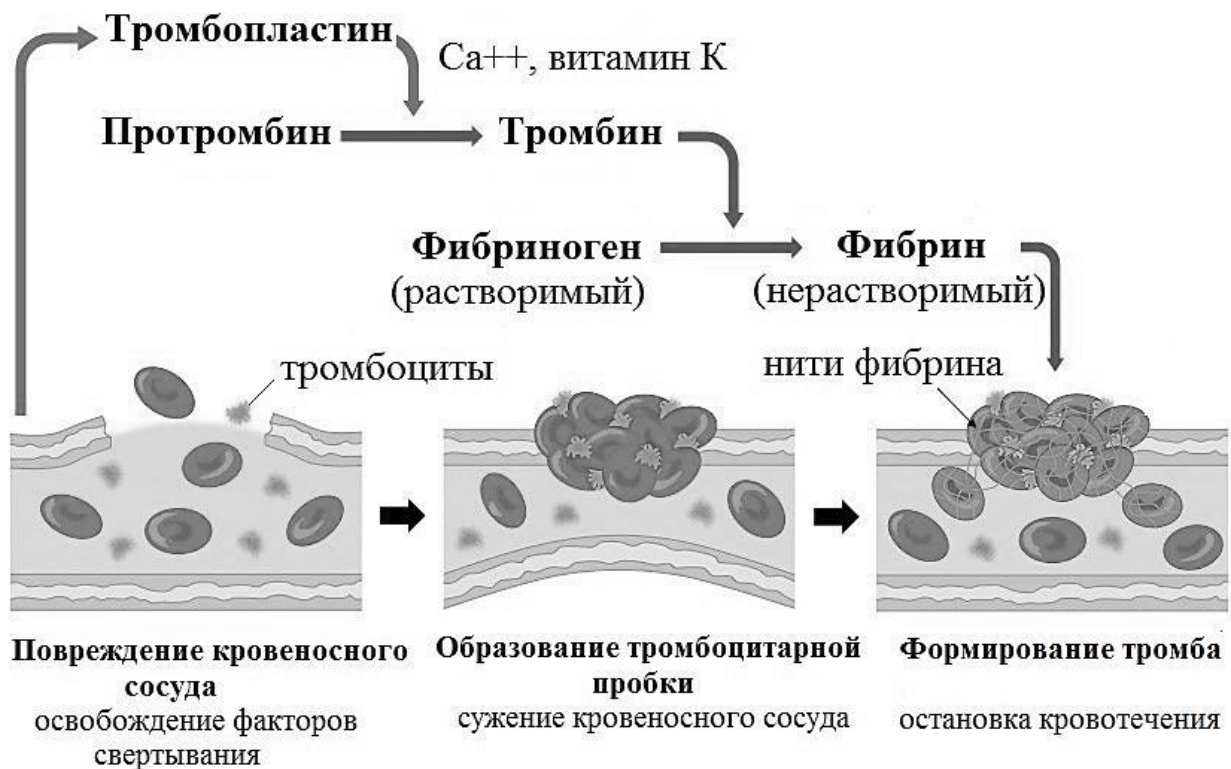


Рис. 19. Свертывание крови

*Тромбоциты*, или кровяные пластинки, – уплощенные овальные двояковыпуклые безъядерные фрагменты крупных клеток мегакариоцитов. Количество тромбоцитов в норме составляет 150-350 тыс. в 1 мл. Время их циркуляции не превышает 7 дней, после чего они попадают в селезенку и легкие, где разрушаются. Тромбоциты участвуют в процессах свертывания крови, остановке кровотечений и защитных реакциях организма (рис. 19).

*Лейкоциты* – бесцветные, ядросодержащие клетки. Число лейкоцитов непостоянно и зависит от функционального состояния организма (4-9 тыс./мл). При некоторых заболеваниях, интенсивной физической работе, а также после приема пищи их содержание резко возрастает. Такое повышенное содержание лейкоцитов называется *лейкоцитозом*. Снижение общего количества лейкоцитов называется *лейкопенией* и отмечается при угнетении функций костного мозга.

По строению выделяют две группы лейкоцитов – гранулоциты (базофилы, эозинофилы, нейтрофилы) и агранулоциты (лимфоциты и моноциты).

Основная функция лейкоцитов защитная. Они способны поглощать токсины, чужеродные тела и переваривать их с помощью специальных ферментов. Один лейкоцит может поглотить до 20-30 бактерий, после чего погибает и сам. Некоторые лейкоциты (лимфоциты) способны синтезировать и выделять в плазму защитные вещества – антитела, обладающие антибактериальным и антитоксическим действием. Продолжительность жизни лейкоцитов колеблется от нескольких часов до 3-5 дней.

### ***Группы крови***

Выделение групп крови *системы АВ0* основано на содержании у людей различных комбинаций агглютиногенов и агглютининов. *Агглютиногены* (антигены) А и В – полисахариды на мембране эритроцитов, связаны с белками и липидами. *Агглютинины* (антитела)  $\alpha$  и  $\beta$  находятся в плазме крови. Врожденные одноименные агглютиногены и агглютинины (А и  $\alpha$ , В и  $\beta$ ) в крови у человека не встречаются. Если в эксперименте в пробирке смешать кровь с одноименными агглютиногенами и агглютининами, то произойдет реакция агглютинации – склеивание эритроцитов. Подобная реакция может произойти в случае ошибки при переливании крови. Известно четыре основных группы крови системы АВ0: I –  $\alpha\beta$ , II –  $A\beta$ , III –  $B\alpha$ , IV – АВ.

При решении вопроса о совместимости групп крови долгое время пользовались правилом: среда реципиента (человек, которому переливают кровь) должна быть пригодна для жизни эритроцитов донора (человек, который отдает кровь). Такой средой является плазма, поэтому у реципиента должны учитываться агглютинины, а у донора – агглютиногены. Человек с I группой крови, на содержащей агглютиногенов, является универсальным донором, его кровь теоретически совместима со всеми другими группами крови. Человек с IV группой крови, не содержащей агглютининов, является универсальным реципиентом.

При переливании крови ранее не учитывались агглютинины донора, т.к. при переливании небольших доз крови (200-3000 мл) они разводятся в большом объеме плазмы донора. Кроме того, агглютинины донора связываются с антиагглютинами реципиента (в плазме у людей с II, III и IV группами крови имеются антиагглютинины – это покинувшие эритроциты и ткани агглютиногены). Однако необходимо учитывать, что большинство эритроцитов несет и другие антигены (например, агглютиноген H). Это может стать причиной осложнений при переливании крови I группы людям с другой группой крови. Поэтому в настоящее время пользуются правилом переливания только одногруппой крови.

*Антигены системы резус (Rh)* – липопротеиды, присутствующие в эритроцитах 85% людей ( $Rh^+$ ). Система резус не имеет природных антител, они могут сформироваться только при попадании к резус-отрицательному человеку резус-положительной крови (переливание крови, беременность). В этом случае может произойти агглютинация.

### ***Иммунитет***

Иммунитет – защита организма от генетически чужеродных организмов (микроорганизмов, вирусов, червей), веществ (прежде всего белков), измененных собственных клеток. Чужеродные для данного организма соединения, способные вызывать иммунный ответ, называются антигенами. Основоположниками иммунологии – науки об иммунитете – являются Л. Пастер, И. И. Мечников и П. Эрлих. Л. Пастер разработал принципы создания вакцин из ослабленных микроорганизмов с целью предупреждения развития инфекционных заболеваний. И. Мечников создал клеточную (фагоцитарную) теорию иммунитета. П. Эрлих открыл антитела и создал гуморальную теорию иммунитета.

Иммунитет, присущий организму от рождения, называется *естественным врожденным иммунитетом*. В тех случаях, когда невосприимчивость к болезни возникает после перенесенного заболевания, говорят об *естественном приобретенном* иммунитете. В некоторых случаях иммунитет можно создать искусственно – путем проведения прививок или применения лечебных сывороток. Для прививок используются вакцины – ослабленные или убитые возбудители инфекционных заболеваний или продукты их жизнедеятельности. В ответ на их введение в организме образуются, антитела, как и после перенесенных заболеваний; человек становится невосприимчивым к определенному заболеванию. Такой искусственный иммунитет называется *активным*. Возможно создание и *пассивного искусственного* иммунитета. Для этого в организм человека вводятся специальные сыворотки, которые получают из крови переболевших людей или животных. В них содержатся готовые антитела против определенного возбудителя заболевания.

Основными клетками, осуществляющими иммунные реакции, являются Т- и В-лимфоциты, их производные – плазмоциты, макрофаги.

### ***Строение сердца***

Сердце представляет полый мышечный орган, по форме напоминающий конус. Расположено в грудной полости несимметрично: две трети находится влево от срединной линии тела, а одна треть – вправо. Масса сердца взрослого человека равна в среднем 300 г. Сплошной перегородкой сердце делится на две несообщающиеся половины – правую и левую. Каждая половина сердца состоит из предсердия и желудочка, которые сообщаются между собой предсердно-желудочковым отверстием. Отверстие снабжено створчатыми клапанами, которые пропускают кровь из предсердия в желудочек. В правой половине сердца клапан трехстворчатый, в левой – двустворчатый. В отверстиях между желудочками сердца и крупными кровеносными сосудами расположены по три полулунных клапана (рис. 20).

Стенка сердца состоит из трех слоев: внутреннего, образованного однослойным плоским эпителием (эндокард), среднего – мышечного (миокард) и наружного серозного (эпикард). Миокард наиболее развитый слой, толщина его в различных отделах неодинакова и зависит от выполняемой работы.

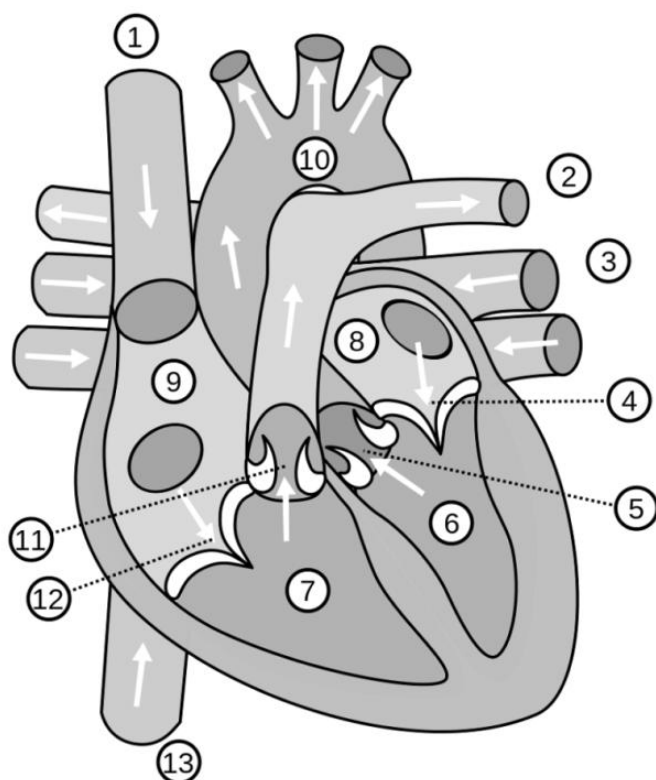


Рис. 20. Строение сердца:

- 1 – верхняя полая вена;
- 2 – легочная артерия;
- 3 – легочные вены;
- 4 – митральный клапан;
- 5 – полулунный клапан аорты;
- 6 – левый желудочек;
- 7 – правый желудочек;
- 8 – левое предсердие;
- 9 – правое предсердие;
- 10 – аорта;
- 11 – полулунный клапан легочного ствола;
- 12 – трехстворчатый клапан;
- 13 – нижняя полая вена

Стенки предсердия тонкие, они выполняют незначительную работу: перекачивают кровь из предсердий в желудочки. Стенки желудочков более мощные. Особенно развита стенка левого желудочка, так как он проталкивает кровь по большому кругу кровообращения. Снаружи сердце покрыто околосердечной сумкой – перикардом, который выделяет жидкость, уменьшающую трение сердца во время его сокращений.

Сердце способно ритмически сокращаться без внешних раздражений, под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Это явление получило название *автоматии*. Способностью к автоматии обладают отдельные участки миокарда, состоящие из атипической мышечной ткани и образующие проводящую систему сердца.

### ***Сердечный цикл***

В работе сердца чередуются сокращение (систола) и расслабление (диастола). Различают три фазы сердечной деятельности: сокращение предсердий, сокращение желудочков и пауза, т.е. период, когда предсердия и желудочки одновременно расслаблены. Все три фазы составляют цикл работы сердца. Один цикл продолжается 0,8 с. Из этого времени сокращение предсердий занимает 0,1 с, желудочков – 0,3, а общая пауза длится 0,4 с.



## ***Морфофункциональная характеристика артерий, капилляров, вен***

*Артерии* – сосуды, несущие кровь от сердца к органам. В артериях кровь движется под большим давлением, поэтому они имеют плотную и упругую стенку. В артериях различают три оболочки: внутреннюю, среднюю и наружную. Внутренняя оболочка образована эндотелием; средняя оболочка состоит из спирально расположенных гладких миоцитов, между которыми проходит небольшое количество коллагеновых и эластических волокон; наружная оболочка образована рыхлой волокнистой соединительной тканью. В зависимости от развития различных слоев стенки артерии подразделяют на мышечный, смешанный и эластический типы. Преобладает мышечный тип артерий. За счет сокращения миоцитов средней оболочки регулируется приток крови к органам и тканям.

Дистальная часть сердечно-сосудистой системы – микроциркуляторное русло. Начинается самыми мелкими артериальными сосудами – артериолами, которые переходят в капилляры, и заканчивается венулами. К микроциркуляторному руслу относят также лимфатические капилляры (рис. 21).

*Капилляры* – мельчайшие кровеносные сосуды, осуществляющие обмен веществ и газообмен. Общая обменная поверхность капилляров взрослого человека достигает  $1000\text{ м}^2$ . Стенки капилляров состоят из одного слоя эндотелиальных клеток и лишены соединительнотканной и мышечной оболочек. Ток крови в капиллярах замедлен.

*Вены* – сосуды, несущие кровь от органов и тканей к сердцу. Стенка вены также состоит из трех оболочек. Различают два типа вен – мышечный и безмышечный. В стенках безмышечных вен отсутствуют гладкие миоциты (например, вены мозговых оболочек, сетчатки глаза). Они плотно сращены со стенками органов и поэтому не спадаются. В стенках вен мышечного типа имеются гладкие миоциты. На внутренней оболочке большинства средних и некоторых крупных вен находятся полулунные (кармановидные) клапаны, которые пропускают кровь лишь в направлении к сердцу, препятствуя обратному току крови.

Движение крови по венам обеспечивается за счет: 1) сокращения скелетных мышц, прилегающих к венам; 2) наличия полулунных клапанов; 3) отрицательного давления в грудной полости, возникающего при дыхательных движениях и оказывающего присасывающее действие.

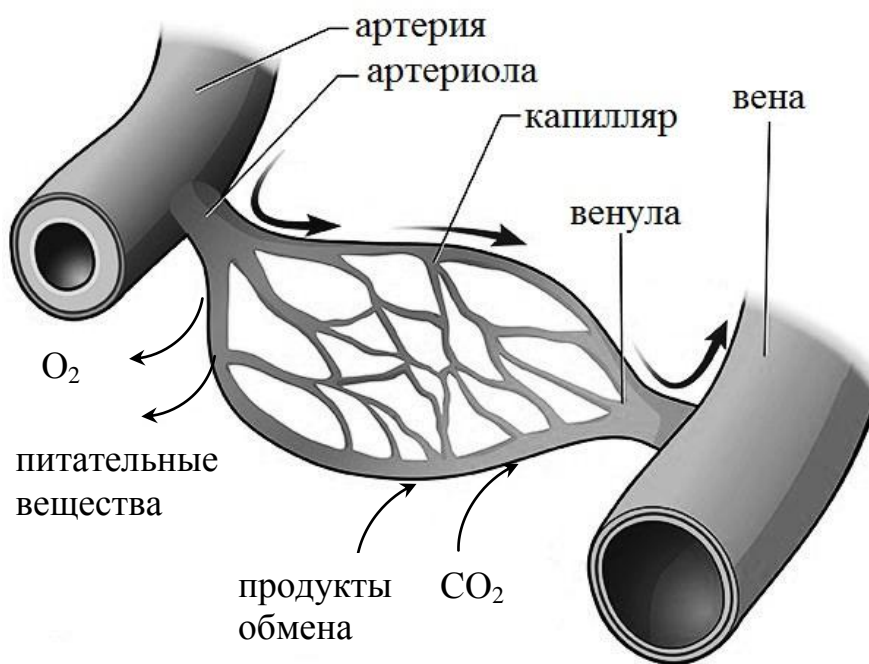


Рис. 21. Микроциркуляторное русло большого круга кровообращения

### ***Круги кровообращения***

Система кровообращения включает два круга – большой и малый.

*Большой круг кровообращения* начинается от левого желудочка и заканчивается правым предсердием. Из левого желудочка кровь поступает в самый крупный артериальный сосуд – аорту. От аорты отходят многочисленные артерии, которые в органах делятся на более мелкие сосуды и образуют сеть капилляров. Из капилляров кровь собирается в небольшие вены, которые, сливаясь, образуют вены большего калибра. Во всех артериях этого круга течет артериальная кровь, а в его венах – венозная. Основные артерии большого круга кровообращения – аорта, левая и правая общие подвздошные, плечеголовной ствол, левая и правая общие сонные, левая и правая подключичные. Основные вены – яремные, подключичные, подвздошные, верхняя и нижняя полые.

Дополнением к большому кругу является сердечный круг кровообращения. Примерно 10% крови, выбрасываемой левым желудочком в аорту, поступает в отходящие от нее артерии, которые питают сердце. Эти сосуды называются коронарными, или венечными. Кровь от мышечной стенки сердца собирается в венечный синус, который открывается в правое предсердие.

При нарушении проходимости венечных артерий может наступить омертвление какого-либо участка сердечной мышцы (инфаркт). Нарушение проходимости может наступить вследствие закупорки артерий свернувшейся кровью или из-за ее резкого сужения – спазма.

*Малый круг кровообращения* начинается в правом желудочке сердца и заканчивается левым предсердием. Из правого желудочка сердца венозная кровь поступает в легочный ствол, который вскоре делится на две артерии, несущие кровь к правому и левому легким. В легких артерии разветвляются на капилляры, где происходит обмен газов: кровь отдает углекислый газ и насыщается кислородом, поступая по легочным венам в левое предсердие. Таким образом, в артериях малого круга кровообращения течет венозная кровь, а в его венах – артериальная.

### *Лимфатическая система*

Лимфатическая система состоит из разветвленных в органах и тканях лимфатических капилляров, лимфатических сосудов, стволов и протоков. На внутренней стенке лимфатических сосудов расположены полулунные клапаны, которые пропускают лимфу только в одном направлении.

В результате фильтрации из кровеносных капилляров образуется тканевая жидкость (жидкость в межклеточных пространствах различных тканей). Она содержит воду, вещества, поступающие из крови, и продукты обмена. При поступлении тканевой жидкости в лимфатические капилляры образуется лимфа. Лимфа представляет собой бесцветную жидкость, по составу похожую на плазму крови, но содержащую вдвое меньше белков. В норме у взрослого человека за сутки вырабатывается около 2 л лимфы.

Ток лимфы обеспечивается путем: 1) постоянного поступления через стенки лимфатических капилляров тканевой жидкости; 2) сокращения мышечной оболочки лимфатических сосудов; 3) сдавливания лимфатических сосудов сокращающимися мышцами; 4) пульсацией кровеносных сосудов; 5) присасывающего действия грудной полости.

Лимфатические протоки впадают в вены большого круга кровообращения. По пути следования лимфатических сосудов лежат лимфатические узлы, относящиеся к органам иммунной системы. В них лимфа обогащается лейкоцитами, там же задерживаются и обезвреживаются микроорганизмы.

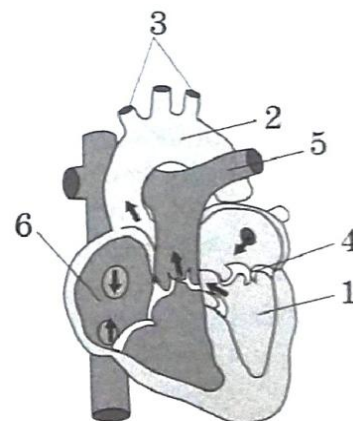
## Тестовые задания по теме «Сердечно-сосудистая система»

1. Какие функции выполняет в организме человека внутренняя среда?

- 1) защитную
- 2) опорную
- 3) транспортную
- 4) двигательную
- 5) информационную
- 6) регуляторную

2. Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку «Строение сердца человека».

- 1) правый желудочек
- 2) дуга аорты
- 3) нижняя и верхняя полые вены
- 4) полулунные клапаны
- 5) лёгочная артерия
- 6) правое предсердие



3. Установите соответствие между строением, функцией и форменных элементов крови человека.

### ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, ФУНКЦИИ

- А) осуществляет процесс фагоцитоза
- Б) участвует в свертывании крови
- В) выполняет функцию транспорта газов
- Г) зрелая клетка лишена ядра
- Д) передвигается против тока крови
- Е) содержат белок гемоглобин

### ФОРМЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТ

- 1) лейкоцит
- 2) эритроцит
- 3) тромбоцит

А	Б	В	Г	Д	Е

4. Установите соответствие между признаком кровеносных сосудов человека и их видом.

### ПРИЗНАК

- А) имеют тонкие и эластичные стенки, слабо развитый мышечный слой
- Б) имеют полулунные клапаны на всём протяжении
- В) имеют самый быстрый кровоток
- Г) отходят от желудочков сердца
- Д) несут кровь к сердцу
- Е) располагается неглубоко под кожей

### ВИД КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

- 1) артерии
- 2) вены

А	Б	В	Г	Д	Е

5. Проанализируйте таблицу «Состав и функции внутренней среды человека». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины и понятия, приведённые в списке.

Компоненты	Местонахождение	Функции
Кровь	Сердце и кровеносные сосуды	(В)
(А)	Сосуды, протоки и узлы	Обеззараживание и возвращение в кровь тканевой жидкости
Тканевая жидкость	(Б)	Транспорт веществ между кровью и клетками организма

Список терминов и понятий:

- 1) плазма
- 2) лимфа
- 3) в крупных и мелких сосудах организма
- 4) в спинномозговом канале головного и спинного мозга
- 5) промежутки между клетками
- 6) перенос газов и питательных веществ
- 7) транспортная, иммунная, гуморальная, терморегуляторная
- 8) сохраняет постоянную температуру тела

6. Проанализируйте таблицу «Цикл сердечного сокращения человека». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины и понятия, приведённые в списке.

Названия фазы	Состояние клапанов	Движение крови
(А)	Створчатые открыты, полулунные закрыты	Из предсердий в желудочки
Сокращение желудочков	(Б)	Из желудочков в артерии
Расслабление	Створчатые открыты, полулунные закрыты	(В)

Список терминов и понятий:

- 1) сокращение предсердий и желудочков
- 2) сокращение желудочков, расслабление предсердий
- 3) сокращение предсердий
- 4) створчатые и полулунные открыты
- 5) створчатые и полулунные закрыты
- 6) створчатые закрыты, полулунные открыты
- 7) из предсердий в желудочки и артерии
- 8) свободно поступает из вен и предсердий в желудочки

7. Расположите кровеносные сосуды в порядке уменьшения в них скорости движения крови.

- 1) верхняя полая вена
- 2) аорта
- 3) плечевая артерия
- 4) капилляры

--	--	--	--

## **Пищеварительная система**

### ***Понятие о пищеварении и пищеварительной системе***

*Пищеварение* – сложный физиологический и биохимический процесс, в ходе которого принятая пища в пищеварительном тракте подвергается механическим и химическим изменениям. *Пищеварительная система* состоит из пищеварительной трубки и ряда крупных пищеварительных желез, расположенных вне ее стенок.

### ***Общий план строения органов пищеварения***

В пищеварительной системе условно выделяют три основных отдела: передний, средний и задний. *Передний* отдел включает органы ротовой полости, глотку и пищевод. Здесь происходит главным образом механическая обработка пищи. *Средний* отдел состоит из желудка, тонкой и толстой кишки, печени и поджелудочной железы. В этом отделе осуществляются преимущественно химическая обработка пищи, всасывание продуктов расщепления ее и формирование каловых масс. *Задний* отдел представлен каудальной частью прямой кишки и обеспечивает эвакуацию непереваренных остатков пищи.

Пищеварительная трубка в любом ее отделе состоит из внутренней слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной оболочки и наружной оболочки, которая представлена либо серозной, либо адвентициальной оболочкой.

### ***Ротовая полость***

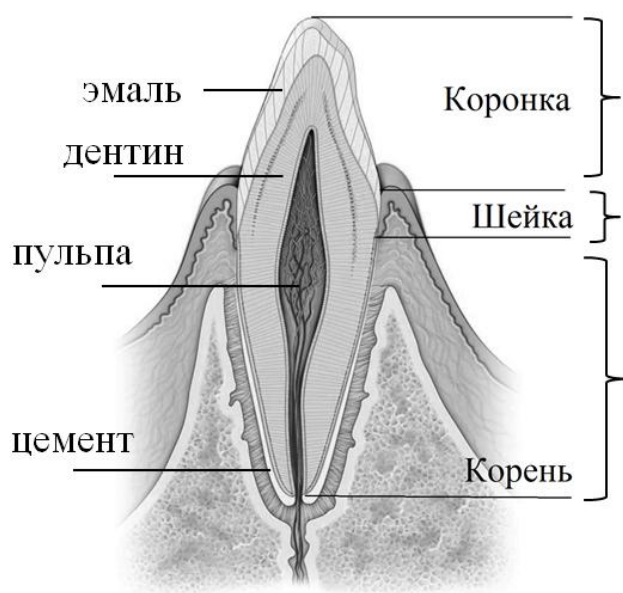
Полость рта подразделяется на два отдела: преддверие рта и собственно полость рта. Собственно ротовая полость ограничена сверху нёбом, которое разделяется на твердое и мягкое. Твердое нёбо образовано отростками верхних челюстей и пластинами нёбных костей. Мягкое нёбо или нёбная занавеска заканчивается удлинённым язычком. Дном полости рта является диафрагма рта, образованная челюстно-подъязычной мышцей.

Полость рта выстлана слизистой оболочкой. В нее открываются протоки трех пар слюнных желез – околоушных, подъязычных и подчелюстных. Секрет слюнных желез – слюна – содержит амилазу (расщепляет крахмал до

мальтозы), мальтазу (расщепляет мальтозу до глюкозы), ряд других ферментов в меньшем количестве. рН смешанной слюны 5,8-7,4. С увеличением скорости секреции рН повышается до 7,8. Из-за кратковременного пребывания пищи в ротовой полости, гидролиз углеводов происходит в основном внутри пищевого комка уже в желудке. Слюна обладает бактерицидными свойствами благодаря наличию в ней лизоцима, смачивает пищу и способствует формированию пищевого комка. За сутки образуется 0,5-2,0 л слюны.

В ротовой полости находится язык, представляющий собой мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой. На поверхности слизистой оболочки находятся многочисленные сосочки, содержащие вкусовые рецепторы. На кончике языка имеются рецепторы, воспринимающие сладкий вкус, на корне языка – горький, на боковых поверхностях – кислый и соленый. С помощью языка пища перемешивается во время пережевывания и проталкивается при глотании.

У большинства млекопитающих, в том числе и человека, последовательно сменяются два типа зубов: молочные и постоянные. У взрослого человека 32 постоянных зуба. Основная функция зубов – механическое измельчение пищи. Различают три типа зубов: *резцы*, служащие для захватывания и откусывания пищи; *клыки*, которые дробят, разрывают пищу; *коренные*, которые растирают, перемалывают пищу. Форма зубов и их функция тесно взаимосвязаны. Каждый зуб состоит из трех частей (рис. 22). *Коронка* – это более массивный отдел зуба, несколько суженная *шейка* находится на границе



между корнем и коронкой, в этом месте с зубом соприкасается слизистая оболочка десен. Каждый зуб имеет один, два или три корня. *Корень* расположен в зубной альвеоле. Внутри зуба имеется полость, заполненная зубной пульпой, богатой сосудами и нервами. Зубы состоят из особого вещества дентина, являющегося видоизмененной костной тканью. Снаружи они покрыты эмалью.

Рис. 22. Строение зуба

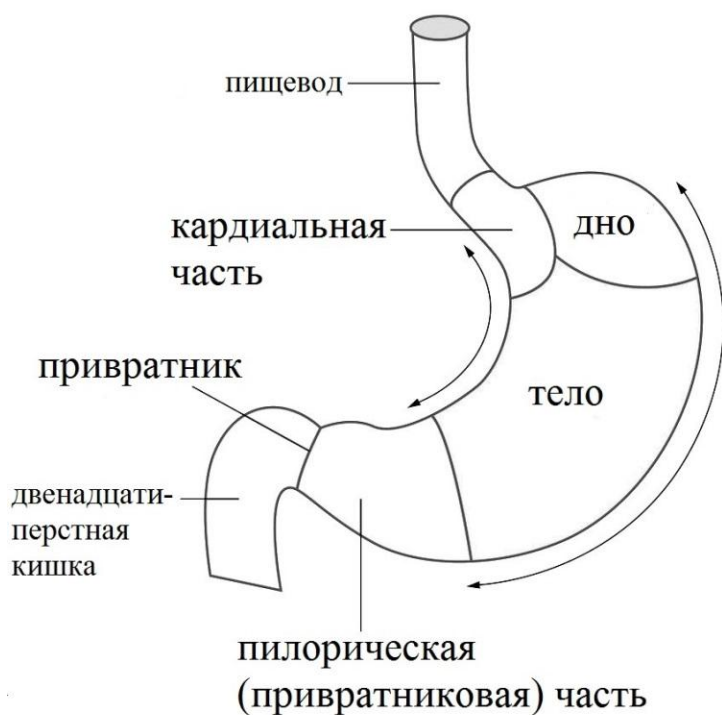
Область перехода ротовой полости в глотку называется зев. По бокам его находятся скопления лимфоидной ткани – миндалины. Содержащиеся в них лимфоциты выполняют защитную роль в борьбе с микроорганизмами. Глотка связывает ротовую полость с пищеводом.

### ***Пищевод***

Пищевод представляет цилиндрическую трубку, длиной у взрослого человека 22-30 см. Пищевод начинается на уровне VI-VII шейного позвонка и заканчивается на уровне XI грудного позвонка. В пищеводе различают три части: шейную, грудную и брюшную. По пищеводу пищевой комок поступает в желудок.

### ***Желудок***

Желудок – расширенный отдел пищеварительного канала, имеющий форму реторты или груши (рис. 23). Расположен в брюшной полости. Начальная часть желудка, соединенная с пищеводом называется кардиальной, расположенная слева от пищевода и приподнятая вверх от места их соединения, называется дном желудка, а нисходящая средняя – телом. Желудок переходит в тонкую кишку.



Этот выходной отдел желудка называется пилорическим. Боковые края желудка изогнуты. Левый выпуклый край называется большой кривизной, а правый вогнутый – малой кривизной желудка. Вместимость желудка у взрослого человека составляет около 2 л. В местах перехода пищевода в желудок и желудка в кишечник имеются сфинктеры, регулирующие продвижение пищи.

Рис. 23. Строение желудка



Стенка желудка состоит из слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной и серозной оболочек. Слизистая оболочка желудка образует продольные складки и покрыта однослойным цилиндрическим железистым эпителием, выделяющим слизь. Желудочные железы залегают в собственной пластинке слизистой оболочки. Различают три группы желез: собственные (фундальные), пилорические, кардиальные. В собственных железах выделяют четыре типа клеток: *главные* вырабатывают пепсиноген; *париетальные* (обкладочные) – компоненты соляной кислоты и внутренний антианемический фактор; *слизистые* – слизь; *эндокринные* – серотонин, эндорфины и другие биологически активные вещества. Мышечная оболочка сформирована гладкой мышечной тканью, образующей три слоя: наружный продольный, средний – циркулярный, внутренний – косой.

*Функции желудка.* Одной из основных функций желудка является *секреторная*. Она заключается в выработке железами желудочного сока, в состав которого входят ферменты, соляная кислота и слизь. Пепсин – основной фермент желудочного сока, с помощью которого в желудке начинается процесс переваривания белков. Пепсин вырабатывается в неактивной форме в виде пепсиногена, который в присутствии соляной кислоты превращается в активную форму – пепсин. Соляная кислота также приводит к денатурации и набуханию белков (это облегчает их последующее расщепление), обладает обеззараживающим эффектом. pH желудочного сока 1,5-2.

При активации пепсиногенов в кислой среде образуется несколько пепсинов:

- пепсин А – группа ферментов, расщепляющих белки при pH 1,5-2,0;
- пепсин С (гастриксин) гидролизует белки при pH 3,2-3,5;
- пепсин В расщепляет желатин и белки соединительных тканей (действие ослабляется при pH выше 5,6);
- пепсин Д (реннин, химозин) расщепляет казеин молока в присутствии  $\text{Ca}^{2+}$ .

Протеазы желудочного сока расщепляют белки до крупных полипептидов (аминокислот при этом освобождается мало).

Кроме протеаз, желудочный сок содержит липазу, расщепляющую эмульгированные жиры (жиры молока). Слизь, покрывая поверхность слизистой оболочки желудка, предохраняет ее от действия соляной кислоты и от повреждения грубыми комками пищи.

*Механическая* функция желудка состоит в перемешивании пищи с желудочным соком и проталкивании переработанной пищи в двенадцатиперстную кишку.

Через стенку желудка происходит *всасывание* таких веществ, как вода, спирт, соли, сахар и др. Вместе с тем желудок выполняет и определенную экскреторную функцию. *Эндокринная* функция желудка заключается в выработке ряда биологически активных веществ – гастрина, гистамина (стимулируют желудочную секрецию), серотонина (ингибирует секрецию соляной кислоты) и др.

### **Тонкая кишка**

Тонкая кишка человека подразделяется на двенадцатиперстную (длиной 25-30 см), тощую (длиной 2-2,5 м) и подвздошную (длиной 2,5-3,5 м) кишку. Диаметр тонкой кишки не превышает 5 см. Слизистая оболочка образует круговые складки, поверхность ее покрыта ворсинками. Внутри ворсинки проходят артерия, вена, лимфатический сосуд (рис. 24). Поверхность каждой ворсинки покрыта однослойным цилиндрическим эпителием. Каждый эпителиоцит ворсинки имеет выросты апикальной мембраны – микроворсинки. Круговые складки, ворсинки и микроворсинки многократно увеличивают поверхность слизистой кишечника.

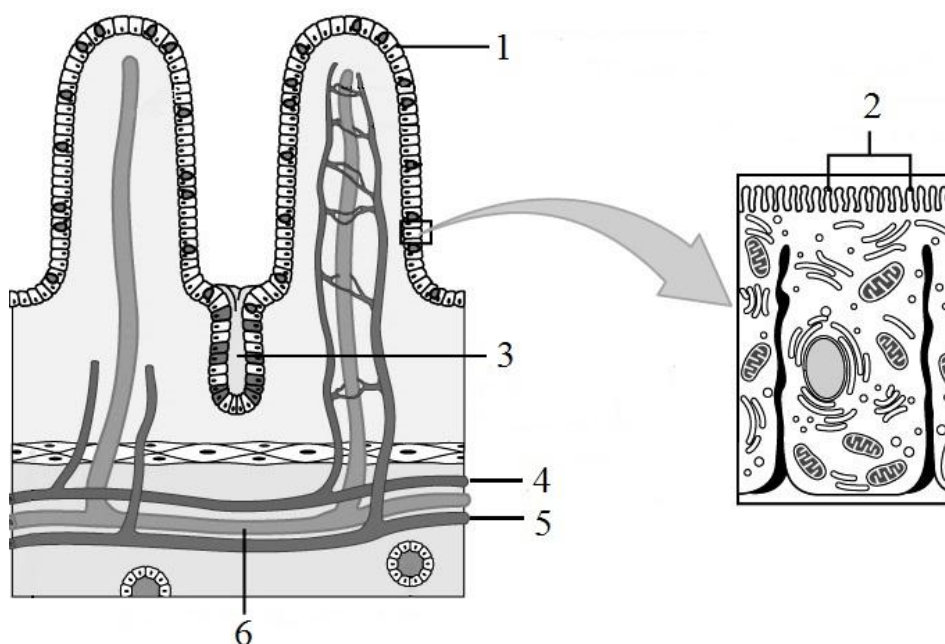


Рис. 24. Строение слизистой оболочки тонкой кишки:  
1 – ворсинка; 2 – микроворсинки; 3 – кишечная железа (крипта);  
4 и 5 – кровеносные сосуды; 6 – лимфатический сосуд

В просветах между ворсинками слизистая оболочка тонкой кишки пронизана огромным количеством устьев трубчатых желез – кишечных крипт (крипты Либеркюна), секретирующих кишечный сок и ряд гормонов. В собственной пластинке слизистой оболочки имеется множество одиночных лимфоидных узелков, а также их скопления, называемые Пейеровыми бляшками. Они расположены в основном в подвздошной кишке и выполняют иммунную функцию.

*Функции тонкой кишки.* В тонкой кишке подвергаются химической обработке все виды питательных веществ – белки, жиры и углеводы, а также происходит процесс всасывания продуктов расщепления в кровеносные и лимфатические сосуды. Кишечный сок содержит более 20 различных ферментов, имеет щелочную реакцию. У взрослого человека выделяется до 2,5 л кишечного сока в сутки. Кроме того, кишечник выполняет механическую функцию: проталкивает химус в каудальном направлении. Эндокринная функция, выполняемая специальными секреторными клетками, заключается в выработке биологически активных веществ – мотилина, секретина, холецистокинина (стимулируют кишечную секрецию), серотонина, гистамина (усиливают моторику) и др.

Важную роль в кишечном пищеварении играет желчь и ферменты поджелудочной железы.

### ***Поджелудочная железа***

Поджелудочная железа имеет продолговатую форму и находится на задней стенке брюшной полости под желудком. В железе различают три отдела: головку, тело и хвост. Головка железы окружена двенадцатиперстной кишкой, хвостовая ее часть прилегает к селезенке. Через толщу всей железы проходит ее главный проток, открывающийся в двенадцатиперстную кишку (рис. 25). Поджелудочная железа содержит клетки двух видов: одни клетки секретируют пищеварительный сок, другие – специальные гормоны, регулирующие обмен углеводов. Поэтому она относится к железам смешанной секреции.

Сок поджелудочной железы (панкреатический) представляет бесцветную прозрачную жидкость со слабощелочной реакцией. Он содержит ферменты, переваривающие белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты. Амилаза, липаза, нуклеазы секретируются поджелудочной железой в активном состоянии, а протеазы образуются в неактивной форме (зимогены).

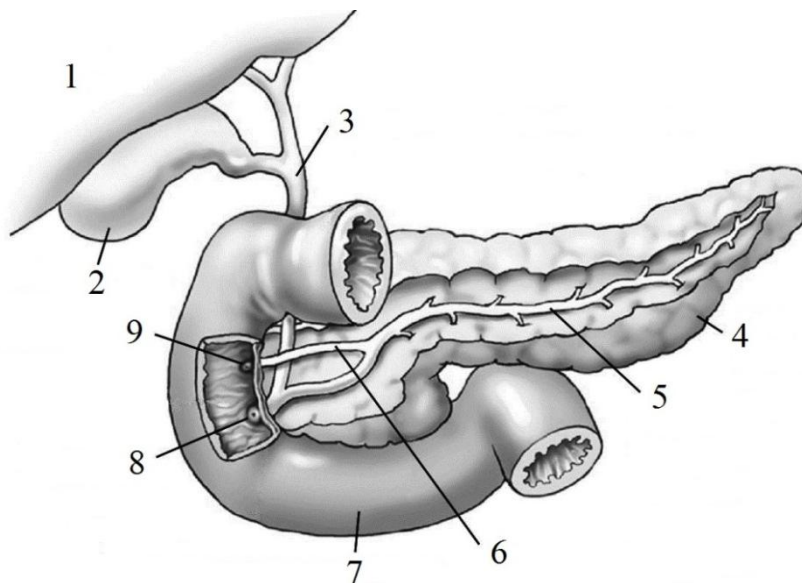


Рис. 25. Поджелудочная железа:

1 – печень; 2 – желчный пузырь; 3 – общий желчный проток;  
4 – поджелудочная железа; 5 – главный проток поджелудочной железы;  
6 – добавочный проток поджелудочной железы; 7 – двенадцатиперстная  
кишка; 8 и 9 – большой и малый сосочки двенадцатиперстной кишки

К основным протеазам панкреатического сока относят:

- трипсин вырабатывается в виде трипсиногена, активируется под действием фермента двенадцатиперстной кишки – энтерокиназы;
- химотрипсин активируется трипсином.

Эти протеазы расщепляют внутренние пептидные связи белков, в результате чего образуются низкомолекулярные пептиды и аминокислоты.

### ***Печень***

Печень является крупной пищеварительной железой, ее масса у взрослого человека достигает 1,8 кг. Расположена она в верхнем отделе брюшной полости, справа под диафрагмой. Передняя поверхность печени выпуклая, нижняя – вогнутая. Печень состоит из двух долей – правой (большой) и левой. На нижней поверхности правой доли находятся так называемые ворота печени, через которые в нее входят печеночная артерия, воротная вена и соответствующие нервы; здесь же располагается желчный пузырь. Функциональной единицей печени является долька, состоящая из вены, расположенной в центре дольки, и радиально расходящихся от нее рядов печеночных клеток. Продукт печеночных клеток – желчь – по специальным желчным капиллярам поступает в желчевыводящую систему, включающую желчные

протоки и желчный пузырь, а затем – в двенадцатиперстную кишку (рис. 25). В желчном пузыре желчь накапливается в промежутках между приемами пищи, а во время активного пищеварения выделяется в кишечник.

Желчь эмульгирует жиры, тем самым увеличивает площадь контакта жировых капель с ферментами (липазами); растворяет продукты гидролиза жиров и способствует их всасыванию; повышает активность панкреатических и кишечных ферментов; стимулирует моторную и секреторную деятельность тонкой кишки. Желчь участвует во всасывании в кишечнике жирорастворимых витаминов, холестерина, аминокислот, солей кальция. Кроме образования желчи печень принимает активное участие в обмене белков и углеводов, в синтезе ряда важных для организма веществ (гликоген, витамин А), оказывает влияние на процессы кроветворения и свертывания крови. Печень осуществляет защитную функцию. В ней обезвреживаются, а затем выводятся почками многие ядовитые вещества, приносимые с кровью из желудочно-кишечного тракта.

### ***Толстая кишка***

Толстая кишка подразделяется на слепую с червеобразным отростком, восходящую ободочную, поперечную ободочную, нисходящую ободочную, сигмовидную ободочную и прямую. Длина толстой кишки составляет 1,5-2 м. Толстая кишка характеризуется наличием вздутий – гаустр и трех продольных мышечных лент. Слизистая оболочка толстой кишки лишена ворсинок, но в ней много складок полулунной формы и большее количество крипт, чем в тонкой. Крипты крупнее и шире.

Толстая кишка выполняет функции всасывания воды из химуса и формирования каловых масс. Одной из функций толстой кишки является выделительная. Через слизистую оболочку выделяется кальций, магний, фосфаты, соли тяжелых металлов. В толстой кишке вырабатываются витамин К и В. Этот процесс осуществляется с участием бактериальной флоры. В толстой кишке человека 90% всей флоры составляют облигатные анаэробные бифидобактерии и бактероиды. Остальные 10% – молочнокислые бактерии, кишечная палочка, стрептококки. С помощью бактерий в толстой кишке происходит частичное переваривание клетчатки (около 40%). Нормальная микрофлора участвует в формировании иммунного барьера, предотвращает развитие патогенных микроорганизмов, способствует разрушению токсичных продуктов обмена белков, жиров и углеводов.

## Тестовые задания по теме «Пищеварительная система»

1. В тонком кишечнике человека происходит всасывание в кровь
  - 1) глюкозы
  - 2) аминокислот
  - 3) жирных кислот
  - 4) растительных белков
  - 5) клетчатки
  - 6) гормонов
2. В двенадцатиперстной кишке человека происходит процесс
  - 1) эмульгирования жиров
  - 2) расщепления жиров до глицерина и жирных кислот
  - 3) расщепления целлюлозы до дисахаридов
  - 4) всасывания гликогена в капиллярную сеть
  - 5) взаимодействия пищи с ферментами поджелудочной железы
  - 6) всасывания крахмала в лимфатические сосуды
3. В тонкой кишке человека происходит процесс
  - 1) эмульгирования жиров
  - 2) расщепления клетчатки симбиотическими бактериями
  - 3) всасывания воды
  - 4) синтеза витаминов К и В<sub>12</sub>
  - 5) расщепления белков до аминокислот
  - 6) всасывания в кровь аминокислот и глюкозы
4. Каковы особенности строения и функций поджелудочной железы человека?
  - 1) относится к смешанным железам
  - 2) самая крупная железа внешней секреции
  - 3) вырабатывает ферменты, расщепляющие белки пищи
  - 4) выделяет гормон инсулин, регулирующий углеводный обмен
  - 5) выполняет защитную, барьерную роль в организме
  - 6) участвует в эмульгировании жиров
5. Какие функции в организме человека выполняет желчь?
  - 1) обеспечивает барьерную функцию
  - 2) активизирует ферменты панкреатического сока
  - 3) дробит жиры в мелкие капли, увеличивая площадь соприкосновения с ферментами
  - 4) содержит ферменты, расщепляющие жиры, углеводы и белки
  - 5) стимулирует перистальтику кишечника
  - 6) обеспечивает всасывание воды
6. Установите, в какой последовательности происходят процессы обмена жиров в организме.
  - 1) образование собственных жиров в клетках кишечника
  - 2) расщепление жиров под действием ферментов в пищеварительном канале

- 3) всасывание жирных кислот и глицерина в ворсинки кишечника
- 4) поступление жиров в лимфу и кровь

--	--	--	--

7. Проанализируйте таблицу «Пищеварительная система человека». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины и понятия, приведённые в списке.

Отдел пищеварительной системы	Процессы	Реакция среды
(А)	Первоначальное расщепление углеводов	Щелочная
Желудок	(Б)	Кислая
Тонкий кишечник	Окончательное переваривание липидов	(В)

Список терминов и понятий:

- 1) ротовая полость
- 2) толстая кишка
- 3) щелочная среда
- 4) кислая среда
- 5) первоначальное расщепление белков
- 6) переваривание клетчатки
- 7) окончательное расщепление белков
- 8) тонкий кишечник

8. Установите соответствие между процессом пищеварения и отделом пищеварительного канала человека, в котором он протекает.

**ПРОЦЕСС ПИЩЕВАРЕНИЯ      ОТДЕЛ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА**

- |  |                  |
|--|------------------|
| А) обработка пищевой массы желчью                        | 1) желудок       |
| Б) первичное расщепление белков                          | 2) тонкая кишка  |
| В) интенсивное всасывание питательных веществ ворсинками | 3) толстая кишка |
| Г) расщепление клетчатки                                 |                  |
| Д) завершение расщепления белков, углеводов, жиров       |                  |
| Е) интенсивное всасывание воды                           |                  |

А	Б	В	Г	Д	Е

9. Установите последовательность перемещения пищи, поступившей в пищеварительную систему человека.

- 1) глотка
- 2) толстая кишка
- 3) желудок
- 4) ротовая полость
- 5) пищевод
- 6) прямая кишка
- 7) двенадцатиперстная кишка

--	--	--	--	--	--	--

## Обмен веществ. Витамины

Обмен веществ – совокупность реакций пластического обмена (ассимиляции) и энергетического обмена (диссимиляции). К основным этапам обмена веществ относятся:

- поступление веществ в организм;
- изменение веществ в ходе ассимиляции и диссимиляции;
- выведение конечных продуктов обмена из организма.

Ассимиляция и диссимиляция связаны между собой:

- для ассимиляции необходима энергия, которая образуется в ходе реакций энергетического обмена;
- для реакций диссимиляции необходимы ферменты, которые образуются в ходе реакций пластического обмена;
- ассимиляция и диссимиляция протекают в клетке одновременно, заключительные этапы одного вида обмена являются начальными стадиями другого.

Витамины – низкомолекулярные вещества, обладающие высокой биологической активностью и необходимые для жизнедеятельности организмов.

Свойства и роль витаминов:

- являются непрочными соединениями, быстро разрушаются при нагревании пищевых продуктов;
- действие витаминов проявляется в малых количествах и выражается в регулировании процессов обмена веществ;
- входят в состав многих ферментов (являются коферментами);
- участвуют практически во всех биохимических процессах, составляющих обмен веществ.

Недостаток витаминов в организме называется гиповитаминозом, избыток – гипервитаминозом (возможен при употреблении синтетических препаратов витаминов).

*Витамин А (ретинол).* Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, образовании зрительных пигментов. Содержится в сливочном масле, печени, яичном желтке, молоке, рыбьем жире. В овощах (морковь) содержится провитамин А-каротин. В печени человека он превращается в витамин А. Признаки гиповитаминоза: замедление роста, повреждение роговицы, нарушение сумеречного зрения (куриная слепота), сухость и ороговение кожи.



*Витамин D (кальциферол).* Стимулирует образование костной ткани, регулирует обмен кальция и фосфора. Содержится в сливочном масле, печени трески, яичном желтке, рыбьем жире. Может образовываться в коже из эргостерина (провитамин D) под действием ультрафиолетовых лучей. Признаки гиповитаминоза: у детей – развитие рахита (размягчение костей, искривление костей ног, уплощение груди, незаращение родничка, позднее появление зубов), у взрослых – ломкость костей.

*Витамин E (токоферол).* Защищает мембраны клеток и митохондрий от повреждений, участвует в окислительно-восстановительных процессах, в обмене белков, сокращении мышц, укрепляет стенки сосудов. Содержится в зеленых листьях растений, орехах, семечках, гречневой крупе, яйцах, растительном масле. Признаки гиповитаминоза: дистрофия мышц, нарушение половой функции (бесплодие).

*Витамин K (филлохинон).* Участвует в синтезе протромбина и других факторов свертывания крови. Синтезируется микрофлорой кишечника. Содержится в капусте, зеленых томатах, шпинате, плодах рябины, печени. Признаки гиповитаминоза: замедление свертывания крови, склонность к кровотечениям, подкожные кровоизлияния.

*Витамин C (аскорбиновая кислота).* Участвует в окислительно-восстановительных реакциях, необходим для синтеза коллагена, способствует усвоению железа, белка. Содержится в черной смородине, лимонах, шиповнике, клюкве, луке, чесноке. Признаки гиповитаминоза: цинга (кровооточивость десен, выпадение зубов, повышенная утомляемость, снижение иммунитета).

*Витамин B<sub>1</sub> (тиамин).* Участвует в регуляции обмена белков, жиров и углеводов, в синтезе нуклеиновых кислот. Усиливает синтез ацетилхолина – медиатора нервной системы. Содержится в дрожжах, орехах, неочищенном рисе, хлебе грубого помола, печени, яичном желтке, зеленом горошке. Признаки гиповитаминоза: заболевание бери-бери (поражение нервной системы с параличом конечностей и атрофией мышц, нарушение деятельности сердца).

*Витамин B<sub>2</sub> (рибофлавин).* Участвует в регуляции обмена веществ как кофермент – в кроветворении и развитии эритроцитов, в регенерации нервных волокон. Содержится в молоке, мясе, печени, яичном белке. Признаки гиповитаминоза: поражение роговицы, помутнение хрусталика, слепота, шелушение кожи, заеды, трещины губ, замедление роста.

*Витамин B<sub>3</sub> (витамин PP, никотиновая кислота).* Входит в состав ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции, уча-

ствующих в обмене белков. Содержится в мясе, печени, многих растительных продуктах (рис, хлеб, картофель). Признаки гиповитаминоза: развитие пеллагры (симптомы «трех Д»: дерматит, диарея, деменция). Поражение слизистых оболочек рта, языка, вялость, апатия, нарушение сна, аппетита, раздражительность.

*Витамин B<sub>5</sub> (пантотеновая кислота).* Является коферментом в реакциях метаболизма жиров, входит в состав кофермента А, стимулирует синтез ацетилхолина. Содержится во всех продуктах, особенно в пчелином маточном молочке и пивных дрожжах, в печени, яичном желтке, гречневой и овсяной крупах, бобовых, синтезируется кишечной микрофлорой. Признаки гиповитаминоза: психоэмоциональная неустойчивость, склонность к обморокам, покалывание и онемение пальцев ног, чувство жжения стоп.

*Витамин B<sub>6</sub> (пиридоксин).* Участвует в регуляции обмена аминокислот, кроветворении, необходим для нормальной функции ЦНС. Принимает участие в обмене липидов. Содержится в мясе, молоке, дрожжах, рисе, бобовых, синтезируется кишечными бактериями. Признаки гиповитаминоза: дерматит и неврит (заболевания периферических нервов), снижение аппетита, тошнота, стоматит. У детей могут появляться судороги и анемия.

*Витамин B<sub>9</sub> (фолиевая кислота, B<sub>c</sub>).* Участвует в обмене белков и нуклеиновых кислот, делении клеток, кроветворении. Содержится в листовых овощах (салат, шпинат), в томатах, цветной капусте, землянике, печени, мясе, яичном желтке, дрожжах. Признаки гиповитаминоза: анемия, лейкопения, патология органов пищеварения.

*Витамин B<sub>12</sub> (антианемический, цианокобаламин).* Участвует в регуляции обмена белков, жиров и углеводов. Необходим для эритропоэза, синтеза нуклеиновых кислот. Оказывает липотропный эффект – снижение холестерина в крови. Содержится в печени, мясе, твороге, яйцах. Признаки гиповитаминоза: злокачественная анемия, быстрая утомляемость, дегенеративные изменения нервной системы.

*Витамин H (биотин).* Участвует в обмене жиров и углеводов. Оптимизирует функции нервной системы. Содержится в молоке, яйцах, печени, цветной капусте, грибах. Синтезируется бактериями кишечника. Признаки гиповитаминоза: заболевания кожи, выпадение волос, потеря аппетита, тошнота, анемия, мышечные боли.

Витамины А, D, E, К относят к жирорастворимым, витамины С и группы В – к водорастворимым.

## Тестовые задания по теме «Обмен веществ. Витамины»

1. Витамины – это органические вещества, которые
- 1) необходимы организму в малых количествах
  - 2) влияют на превращение глюкозы в гликоген
  - 3) входят в состав ферментов
  - 4) являются в организме источником энергии
  - 5) уравнивают процессы образования и отдачи тепла
  - 6) поступают, как правило, в организм вместе с пищей

2. Проанализируйте таблицу «Витамины». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины и понятия, приведённые в списке.

Витамин	Источник получения	Функция
(А)	Печень трески, каротин моркови и красного перца	Рост и развитие эпителия, входит в зрительный пигмент
С – аскорбиновая кислота	Болгарский перец, цитрусовые, чёрная смородина	(В)
Д – кальциферол	(Б)	Участие в кальциевом и фосфатном обмене

Список терминов, понятий и процессов:

- 1) Е-токоферол
- 2) В1-тиамин
- 3) А-ретинол
- 4) образуется в коже под влиянием солнечных лучей
- 5) растительное масло, зелёные овощи
- 6) зерновые культуры, дрожжи
- 7) устойчивость к инфекциям, укрепление сосудов
- 8) регулирует углеводный обмен и тканевое дыхание

3. Установите соответствие между значением для организма человека и витамином.

**ЗНАЧЕНИЕ**

**ВИТАМИН**

- А) повышает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям
- Б) влияет на формирование скелета у детей и подростков
- В) улучшает сумеречное зрение
- Г) влияет на работу мышечной и нервной системы
- Д) недостаток приводит к возникновению рахита
- Е) недостаток вызывает заболевание бери-бери
- Ж) недостаток вызывает цингу

- 1) А
- 2) В
- 3) С
- 4) Д

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

## Дыхательная система

### *Понятие и функции дыхательной системы. Этапы дыхания*

Дыхательная система – это совокупность органов, обеспечивающих газообмен. Различают несколько этапов дыхания:

1. *Внешнее (легочное) дыхание* – обмен газов между атмосферой и альвеолами.
2. Обмен газов между альвеолами и кровью легочных капилляров (рис. 26).
3. Транспорт газов кровью.
4. Обмен  $O_2$  и  $CO_2$  между кровью капилляров и клетками организма.

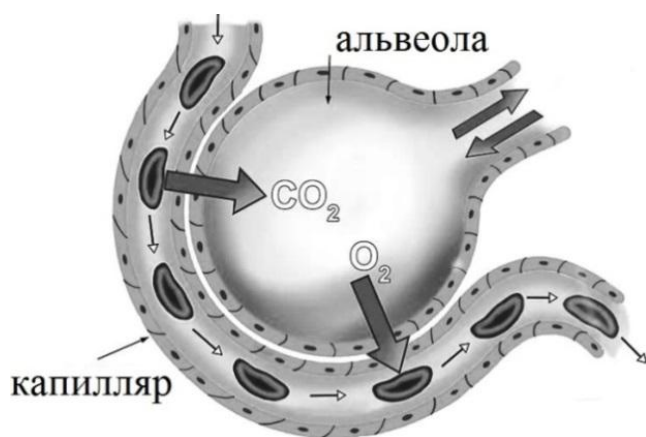


Рис. 26. Газообмен между альвеолами и кровью капилляров

5. *Внутреннее (тканевое) дыхание* – биологическое окисление в митохондриях.

К недыхательным функциям дыхательной системы относятся: терморегуляция, увлажнение вдыхаемого воздуха, депонирование крови, участие в регуляции свертывания крови благодаря выработке тромбопластина и его антагониста – гепарина, участие в голосообразовании, обонянии и иммунной защите.

Дыхательная система состоит из дыхательных путей и парных легких. По расположению дыхательные пути подразделяются на верхний и нижний отделы. К верхним дыхательным путям относят полость носа, носовую и ротовую часть глотки. К нижним дыхательным путям относят гортань, трахею и бронхи. Функция дыхательных путей – продвижение воздуха. Этому способствует наличие у них жесткого каркаса (костного, хрящевого или эластического).

### *Дыхательные пути*

*Область носа* включает наружный нос и новую полость. Входом в полость носа служат ноздри, а выходом хоаны – отверстия, сообщающие полость носа с носоглоткой. Стенки носовой полости имеют неровный рельеф,

за счет чего увеличивается площадь контакта воздуха со слизистой оболочкой. Слизистая оболочка и подслизистая основа полости носа богаты кровеносными сосудами, которые способствуют согреванию и увлажнению вдыхаемого воздуха. Ресничный эпителий носовой полости содержит большое количество бокаловидных клеток, вырабатывающих слизь. Благодаря этому происходит очищение воздуха от пыли и микроорганизмов. В состав эпителия носовой полости входят обонятельные клетки, воспринимающие запахи. Из носовой полости воздух попадает в носовую часть глотки, далее в ротовую часть глотки и затем в гортань.

*Гортань* обеспечивает проведение воздуха и образование звуков. Имеет вид неправильной трубки, расширенной сверху и суженной внизу (рис. 27). Расположена на уровне IV-VI шейных позвонков и связана с подъязычной костью. Скелет гортани образован непарными и парными хрящами. Самый крупный щитовидный хрящ находится спереди, состоит из 2-х четырехугольных пластинок, соединенных спереди под углом  $90^\circ$  у мужчин и  $120^\circ$  у женщин. Этот угол образует выступ гортани («адамово яблоко»). Полость гортани выстлана слизистой оболочкой, образующей голосовые связки. Между свободными краями связок в продольном направлении расположена голосовая щель. Колебания голосовых связок при прохождении через них выдыхаемого воздуха создают звук, который может меняться в зависимости

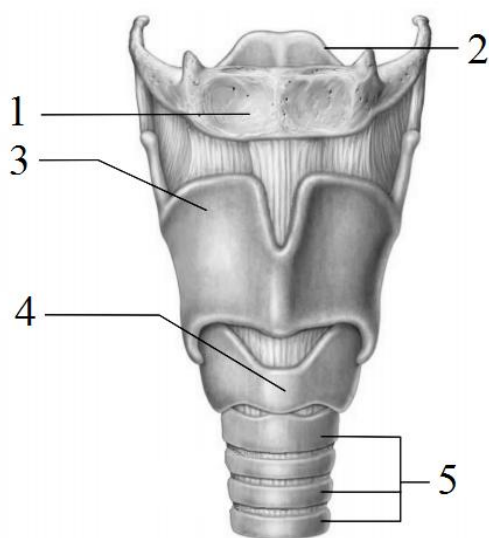


Рис. 27. Строение гортани:  
1 – подъязычная кость;  
2 – надгортанник;  
3 и 4 – хрящи гортани;  
5 – хрящи трахеи

от натяжения связок и ширины голосовой щели. Человек сознательно может регулировать этот процесс. Высота звука определяется длиной голосовых связок: чем длиннее связки, тем меньше частота их колебания и тем ниже голос. Вход в гортань прикрывает надгортанник, препятствующий попаданию пищи в дыхательные пути. Книзу гортань переходит в трахею.

*Трахея* у взрослого человека имеет форму трубки длиной 10-13 см и служит для прохождения воздуха в легкие и обратно. Начинается на уровне VII шейного позвонка и заканчивается на уровне V грудного, где разделяется на два бронха. Об-

ласть деления трахеи на главные бронхи называется бифуркацией трахеи. Трахея образована 16-20 полукольцами из гиалинового хряща, которые придают жесткость и не дают спадаться стенкам трахеи. Между собой хрящевые полукольца соединены плотной соединительной тканью. Сзади между концами полуколец находится соединительнотканная перепонка, содержащая пучки гладких мышечных клеток. Благодаря такому строению задняя стенка трахеи, прилегающая к пищеводу, оказывается мягкой. Пищевой комок, проходя по пищеводу, не встречает препятствия со стороны стенки трахеи. Слизистая оболочка трахеи выстлана многорядным реснитчатым эпителием. Движение ресничек обеспечивает выведение из дыхательных путей слизи с осевшими частицами пыли и микроорганизмами.

*Главные бронхи* начинаются на уровне верхнего края V грудного позвонка. *Бронхи* постепенно разветвляются на более мелкие, доходя до тончайших терминальных ответвлений – бронхиол. Разветвления бронхов образуют густую сеть – бронхиальное дерево (рис. 28). От главных бронхов от-

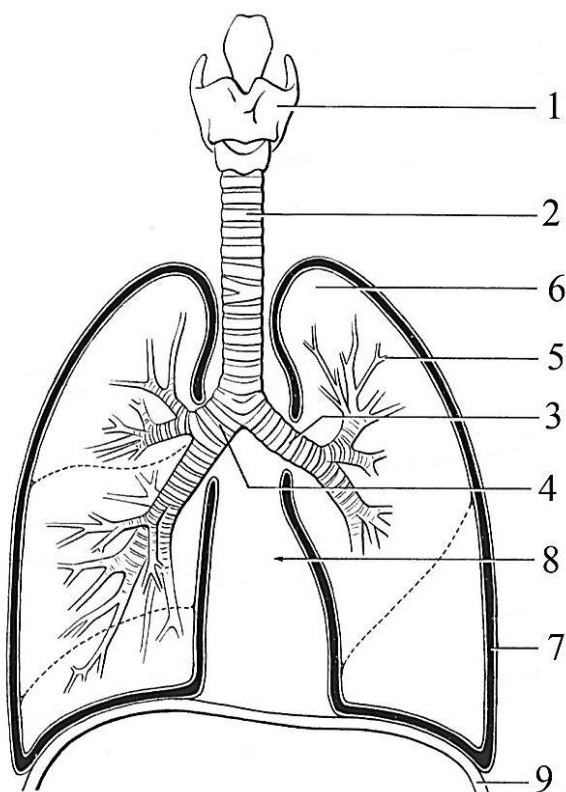


Рис. 28. Органы дыхательной системы: 1 – гортань; 2 – трахея; 3 и 4 – главные бронхи; 5 – бронхиолы; 6 – легкие; 7 – плевра; 8 – средостение; 9 – диафрагма

ходят вторичные или долевые бронхи. От правого бронха отходит три долевых бронха (верхний, средний и нижний), а от левого – два (верхний и нижний). Долевые бронхи делятся на более мелкие третичные или сегментарные, которые в свою очередь делятся дихотомически. Стенки главных бронхов имеют такое же строение, как трахея. Крупные бронхи, как и трахея, состоят из незамкнутых хрящевых колец, связанных между собой соединительной тканью. По мере уменьшения калибра бронхов хрящевые кольца заменяются хрящевыми пластинками и островками хрящевой ткани. В бронхиолах хрящи отсутствуют, однако их стенки не спадаются благодаря наличию в их стенках гладкомышечных клеток.

Главные бронхи (правый и левый) различаются. Правый бронх имеет более вертикальное положение, меньшую длину (около 3 см) и больший диаметр, левый бронх – 4-5 см.

### *Легкие*

Легкие представляют собой парные органы конусовидной формы (рис. 28). Правое легкое короче и шире левого. Это связано с более высоким положением правого купола диафрагмы. Каждое легкое имеет верхушку и основание. Обращенная к срединной плоскости медиальная поверхность каждого легкого имеет углубление – ворота, через которое проходят сосуды, нервы и главный бронх, образующие вместе корень легкого. Каждое легкое разделяется глубокими щелями на доли. Доли легких – это относительно изолированные, обособленные анатомически и физиологически участки легкого с вентилирующим их бронхом и собственной сосудисто-нервной системой. У правого легкого имеется три доли, у левого две. Доли включают сегменты легкого, образованные легочными дольками. Функциональной единицей легкого является ацинус. Ацинус – это система разветвлений одной концевой бронхиолы (рис. 29). В одной легочной дольке насчитывается около 50 ацинусов. На стенках дыхательных бронхиол имеются выпячивания – аль-

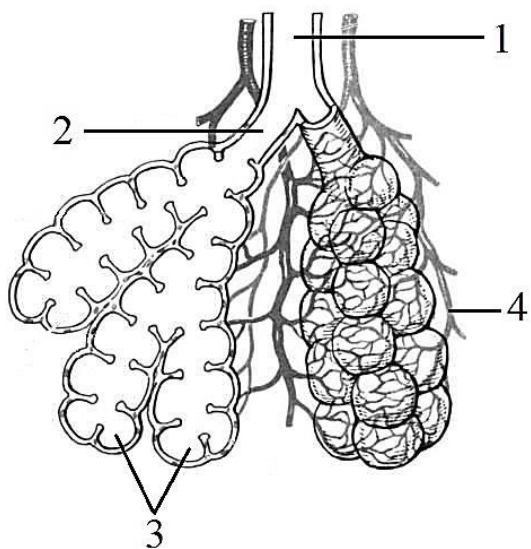


Рис. 29. Ацинус легкого:  
1 – концевая бронхиола;  
2 – дыхательная бронхиола;  
3 – альвеола; 4 – кровеносные сосуды

веолы. Диаметр альвеол составляет в среднем 0,3 мм, у взрослого человека их суммарная поверхность равна 50-100 м<sup>2</sup>, поэтому газообмен в легких совершается чрезвычайно быстро. Стенки альвеол состоят из одного слоя эпителиальных клеток, окруженных густой сетью кровеносных капилляров. Изнутри альвеолы покрыты жидким поверхностно-активным веществом (сурфактантом), предупреждающим спадение альвеол во время выдоха.

Легкие покрыты серозной оболочкой – *плеврой*, состоящей из двух листков. Наружный листок



(париетальный) выстилает внутреннюю поверхность грудной клетки, а внутренний (висцеральный) покрывает поверхность легкого. Между листками сохраняется герметически замкнутое щелевидное пространство – плевральная полость. В ней содержится небольшое количество жидкости, способствующей скольжению листков плевры относительно друг друга. В плевральной полости давление меньше атмосферного. В результате проникающего ранения грудной полости возникает сообщение плевральной полости с внешней средой – пневмоторакс. При этом выравнивается внутриплевральное давление с атмосферным, это вызывает спадение легкого и делает невозможным его вентиляцию.

Часть грудной клетки, ограниченная с боков правой и левой плевральными полостями, спереди грудиной, а сзади позвоночником, называется *средостением*. Здесь располагаются сердце, аорта, легочные артерии и вены, тимус, пищевод, трахея, главные бронхи, кровеносные и лимфатические сосуды, нервы.

### ***Механизм внешнего дыхания***

Внешнее дыхание осуществляется благодаря изменениям объема грудной клетки и соответственно легких. Объем грудной клетки увеличивается во время вдоха и уменьшается во время выдоха. В дыхательных движениях участвуют:

- дыхательные пути, которые обладают свойством растяжимости;
- эластическая и растяжимая легочная ткань;
- грудная клетка.

Существует два механизма изменения объема грудной клетки:

- поднятие и опускание ребер;
- движение диафрагмы.

Оба механизма осуществляются дыхательными мышцами. Во время вдоха наружные межреберные мышцы поднимают ребра, в фазу выдоха ребра опускаются благодаря внутренним межреберным мышцам. Диафрагма имеет вид купола, обращенного в сторону грудной полости. Во время вдоха диафрагма опускается на 1,5-2 см. Во время глубокого дыхания диафрагма может смещаться до 10 см. Во время выдоха диафрагма поднимается вверх. Движение диафрагмы обуславливает около 70-80% вентиляции легких. На внешнее дыхание оказывает влияние брюшная полость, т.к. объем висцеральных органов ограничивает подвижность диафрагмы.



### ***Легочные объемы***

Вентиляция легких зависит от частоты дыхательных движений и глубины дыхания. У взрослого человека в состоянии покоя частота дыхания колеблется в пределах 10-18 дыхательных движений в минуту. Объем воздуха, который вдыхает и выдыхает человек во время спокойного дыхания, называется *дыхательным объемом* (у взрослого человека около 0,5 л).

*Резервный объем вдоха* – количество воздуха, которое человек может дополнительно вдохнуть после нормального вдоха. *Резервный объем выдоха* – количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха. *Остаточный объем* – количество воздуха, остающееся в легких после максимального выдоха.

*Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)* – наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха. ЖЕЛ складывается из дыхательного объема и резервных объемов вдоха и выдоха. ЖЕЛ зависит от возраста, пола, размеров и положения тела, степени тренированности. Служит одним из показателей физического развития человека (у мужчин – 3,5-5 л, женщин – 3-4 л).

### ***Нервно-гуморальная регуляция дыхания***

Приспособление деятельности дыхательной системы к условиям функционирования организма осуществляется сложными механизмами регуляции – нервными и гуморальными. Нервные механизмы регуляции дыхания включают три основных элемента: дыхательный центр, дыхательные мышцы и рецепторы. Дыхательный центр расположен в продолговатом мозге, его стимуляция вызывает вдох, разрушение ведет к прекращению дыхания. Вдох рефлекторно вызывает выдох, а выдох стимулирует вдох.

Гуморальные механизмы регуляции дыхания включают особый вид рецепторов – хеморецепторы. Они расположены в крупных артериальных сосудах, стволе мозга и реагируют на изменение содержания в крови  $\text{CO}_2$ , в меньшей степени –  $\text{O}_2$ . Например, увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в артериальной крови (*гиперкапния*) приводит к повышению минутного объема дыхания. При этом возрастают как дыхательный объем, так и частота дыхательных движений. Снижение содержания  $\text{O}_2$  в артериальной крови (*гипоксия*) также сопровождается увеличением вентиляции легких.

Кроме дыхательного центра, в регуляции дыхания принимают активное участие и высшие отделы головного мозга, в частности кора больших полушарий. Благодаря этому человек способен произвольно изменять ритм и глубину дыхания и задерживать его на короткое время.

## Тестовые задания по теме «Дыхательная система»

1. Дышать следует через нос, так как в носовой полости

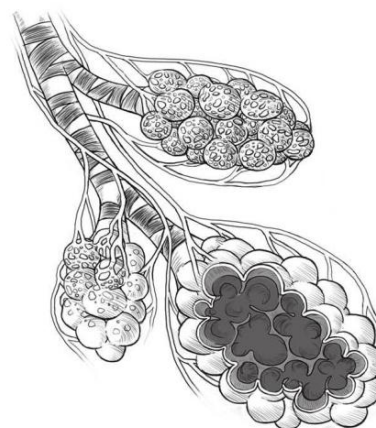
- 1) происходит газообмен
- 2) образуется много слизи
- 3) имеются хрящевые полукольца
- 4) воздух согревается
- 5) воздух очищается и обезвреживается

2. Рассмотрите рисунок с изображением структурной единицы органа и определите её название, отношение к определённой системе и функцию. Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведённые в списке.

Название структурной единицы	К какой системе относится	Функции
(А)	(Б)	(В)

Список терминов

- 1) выделительная
- 2) кишка
- 3) дыхательная
- 4) газообмен
- 5) гормональная
- 6) секреторная
- 7) железа
- 8) альвеола



3. Установите соответствие между особенностью строения органов дыхательной системы человека и функцией, которую они выполняют.

**ОСОБЕННОСТЬ СТРОЕНИЯ**

- А) капилляры и альвеолы лёгких
- Б) хрящевые полукольца трахеи
- В) хрящевой надгортанник в гортани
- Г) железистые клетки носовой полости
- Д) хрящевые кольца бронхов
- Е) ресничный эпителий носовой полости

**ФУНКЦИЯ**

- 1) проведение воздуха
- 2) защита
- 3) газообмен

А	Б	В	Г	Д	Е

4. Установите последовательность расположения органов дыхания, по которым воздух поступает при вдохе.

- 1) носоглотка
- 2) трахея
- 3) альвеолы лёгкого
- 4) носовая полость
- 5) гортань
- 6) бронхи

--	--	--	--	--	--

## Выделительная система

### *Понятие о выделительной системе*

Выделительная система включает почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал. Частично выделение продуктов метаболизма может осуществляться кожей и слизистыми оболочками. Почки – главные органы выделительной системы, их основной функцией является:

- удаление из организма конечных продуктов обмена и чужеродных веществ;
- регуляция водно-солевого обмена и кислотно-щелочного равновесия;
- регуляция артериального давления;
- регуляция эритропоэза.

### *Строение и функции почек*

Почки расположены у задней стенки живота по обе стороны от позвоночника (XI грудной – III поясничный позвонок). Левая почка расположена немного выше, чем правая (рис. 30).

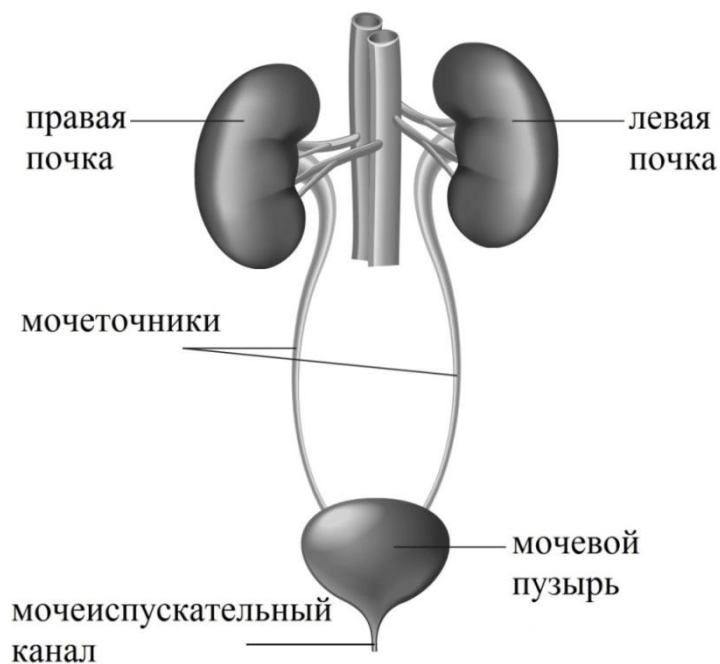


Рис. 30. Органы мочевыделительной системы

Почка имеет бобовидную форму, темно-красного цвета. Масса почки 120-200 г. В ней различают верхний и нижний полюсы, переднюю и заднюю поверхности. Латеральный край – выпуклый, медиальный – вогнутый. Середина вогнутой части, где расположены сосуды, нервы и мочеточники, называется воротами почки. В ворота почки входят артерия и нервы, выходит мочеточник, вены, лимфатические сосуды. Кровеносные сосуды и нервы

образуют т.н. почечную ножку. Почки покрыты фиброзной капсулой из плотной волокнистой соединительной ткани. Снаружи от нее расположена жировая капсула. Она наиболее выражена на задней поверхности почки и образует околопочечное жировое тело. Снаружи жировой капсулы почка покрыта почечной фасцией.

Вещество почки состоит из коркового и мозгового вещества (рис. 31). *Корковое* вещество образует сплошной слой толщиной до 7 мм под капсулой органа, часть его вклинивается в мозговое вещество и образует почечные столбы. Корковое вещество состоит из почечных телец, проксимальных и дистальных канальцев нефронов. В *мозговом* веществе располагаются восходящие и нисходящие части канальцев нефронов и собирательные трубочки. Мозговое вещество более светлое, расположено в виде почечных пирамид (10-15). Почечная пирамида имеет основание, направленное к корковому веществу и верхушку, направленную к воротам почки. Пирамида мозгового

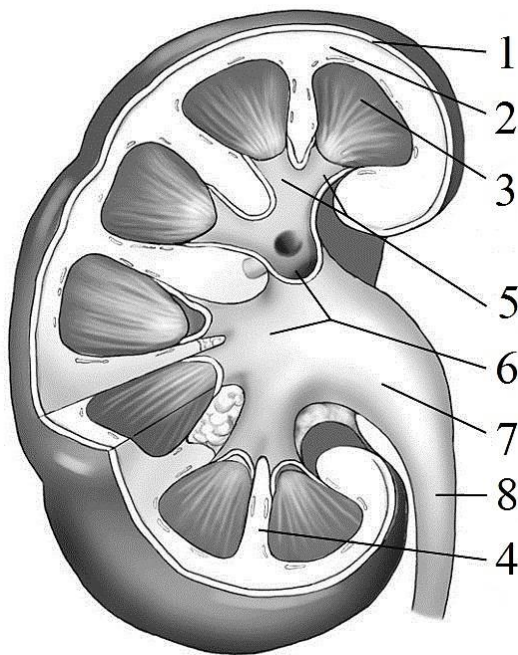


Рис. 31. Строение почки:  
1 – фиброзная капсула;  
2 – корковое вещество;  
3 – мозговое вещество (почечные пирамиды); 4 – почечные столбы;  
5 – малые почечные чашки;  
6 – большие почечные чашки;  
7 – почечная лоханка;  
8 – мочеточник

вого вещества вместе с прилегающим к ней корковым веществом образуют *долю* почки. Верхушка почечной пирамиды заканчивается почечным сосочком, в который открываются 15-20 сосочковых протока. Они образуются при слиянии собирательных трубочек нефронов. Благодаря наличию отверстий вершина почечного сосочка названа решетчатым полем. Почечные сосочки открываются в малую почечную чашку, которые, сливаясь по 2-3, образуют большие почечные чашки. Последние объединяются и формируют расширенную полость – почечную лоханку. В нее изливается образующаяся в почке моча. Лоханка суживается и переходит в мочеточник – тонкую мышечную трубку, соединяющую почку с расположенным в области таза мочевым пузырем. Малые и большие почечные чашки, почечная лоханка и мочеточник образуют мочевыводящие пути.

## ***Нефрон как структурно-функциональная единица почки***

Основным структурно-функциональным элементом почки является нефрон. Каждая почка содержит около 1 млн нефронов. Нефрон начинается слепым чашеобразным расширением *капсулой Боумена-Шумлянского* (рис. 32), которая выстлана однослойным кубическим эпителием. В капсуле расположен клубочек кровеносных капилляров, который вместе с капсулой образует *почечное (мальпигиево) тельце*. Сосудистый клубочек – скопление капилляров, являющихся разветвлением приносящей почечной артерии. Кровеносные капилляры от каждого клубочка собираются в выносящую артериолу, имеющую меньший диаметр, чем приносящая. Это способствует поддержанию высокого давления в капиллярах клубочка. Разветвление приносящей артериолы на капилляры и образование выносящей артериолы получило название «чудесной сети». Выносящая артериола, выйдя из клубочка, распадается на капилляры, которые окружают почечные канальцы нефрона.

Эпителий капилляров и эпителий внутреннего листка капсулы нефрона образуют фильтрационный аппарат почки. Здесь осуществляется фильтрация экскретов в полость капсулы и образуется первичная моча. Общая выделительная поверхность их достигает  $5-8 \text{ м}^2$ , т.е. в несколько раз превышает поверхность тела. Обычно одновременно работает лишь  $1/3$  нефронов, остальные служат физиологическим резервом.

От капсулы нефрона начинаются *извитые канальцы 1-го порядка (проксимальные)*, переходящие в *петлю нефрона* (петлю Генле). В петле Генле выделяют 2 части – нисходящую и восходящую. Восходящая часть петли переходит в *извитой каналец 2-го порядка (дистальный)*. В целом длина канальцев нефрона может достигать 50 мм, а всех нефронов – до 100 км. Он вливается в прямые *собираательные трубки*, по которым моча поступает в почечные чашки, а затем в почечную лоханку. Профильтрованная в капсулу Шумлянско-го жидкость по составу близка к плазме крови и называется первичной мочой. В ней отсутствуют высокомолекулярные белки крови. Первичная моча из капсулы поступает в почечный каналец. В проксимальных извитых канальцах происходит обратное всасывание (реабсорбция) воды и натрия (до 85%), а также кальция, фосфата, сульфатов и некоторых других ионов. В этих канальцах происходит также обратное всасывание белков, глюкозы, аминокислот, креатинина и витаминов, поступивших в фильтрат из плазмы крови.

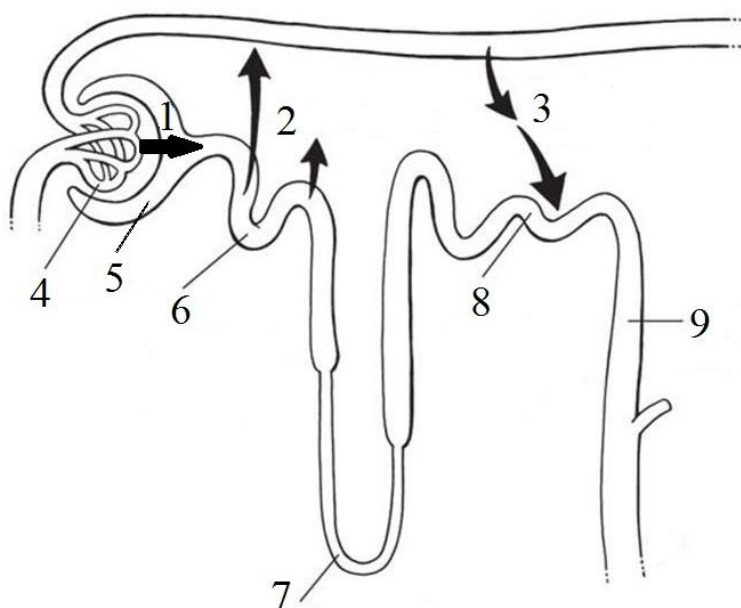


Рис. 32. Строение и функционирование нефрона:  
 1 – фильтрация;  
 2 – реабсорбция;  
 3 – секреция;  
 4 – сосудистый клубочек;  
 5 – капсула Боумена-Шумлянского;  
 6 – проксимальный извитой каналец;  
 7 – петля Генле;  
 8 – дистальный извитой каналец;  
 9 – собирательная трубочка

Клетки канальцев способны к секреции: они выделяют в просвет продукты обмена, лекарства. В просвет петли Генле попадает только около 15% клубочкового фильтрата. До 99% первичной мочи подвергается обратному всасыванию (реабсорбции). В моче остаются только те соединения, которые подлежат удалению из организма, а все необходимые организму вещества возвращаются в кровь. Почки обладают способностью секретировать такие вещества, как аммиак и др. Таким образом, мочеобразование осуществляется за счет трех процессов:

- клубочковая фильтрация;
- канальцевая реабсорбция;
- секреция.

Вторичная моча отличается от первичной отсутствием сахара, аминокислот и повышенной концентрацией мочевины почти в 70 раз. В сутки образуется около 150-170 л первичной мочи и 1,5-2 л вторичной.

*Регуляция работы почек.* Деятельность почек регулируется нервной системой и железами внутренней секреции. Нервный контроль осуществляется как на основе безусловных, так и условных рефлексов. Например, условно-рефлекторно может быть воспроизведена анурия при болевом раздражении или увеличение диуреза при введении воды в организм животного. На деятельность почек влияют гормоны коры надпочечников (минералокортикоиды и глюкокортикоиды); антидиуретический гормон (вазопрессин), выделяемый клетками гипоталамуса, он усиливает обратное всасывание воды из первичной мочи в канальцах нефрона; гормон паращитовидных желез и тиреокальцитонин.

## Тестовые задания по теме «Выделительная система»

1. К выделительной системе органов относят

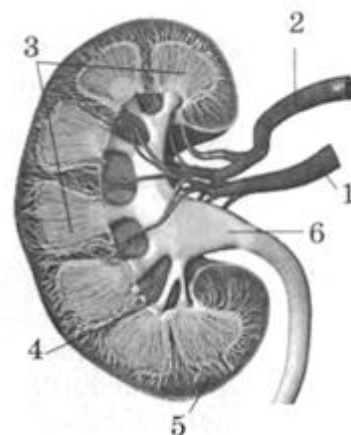
- 1) кожу
- 2) почки
- 3) легкие
- 4) слюнные железы
- 5) мочевого пузырь

2. Что входит в состав нефрона?

- 1) почечная лоханка
- 2) почечная капсула
- 3) извитой каналец
- 4) мочеточник
- 5) почечная чашка
- 6) капиллярный клубочек

3. Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку, на котором изображено строение почки человека.

- 1) артериальный клубочек
- 2) собирательная трубочка
- 3) почечные пирамиды
- 4) мозговое вещество
- 5) корковое вещество
- 6) мочеточник



4. Что характерно для первичной мочи?

- 1) образуется в почечном тельце
- 2) содержит глюкозу
- 3) содержит высокомолекулярные белки
- 4) содержит в % больше минеральных солей, чем плазма крови
- 5) собирается в почечную лоханку
- 6) содержит в % меньше мочевины, чем во вторичной моче

5. Установите правильную последовательность образования и вывода мочи из организма.

- 1) поступление мочи в мочевой пузырь
- 2) поступление мочи в извитые канальцы
- 3) фильтрация крови в капиллярах клубочка почечных капсул
- 4) поступление мочи в почечную лоханку
- 5) образование мочи, содержащей витамины, глюкозу и аминокислоты
- 6) поступление мочи в мочеточники

--	--	--	--	--	--

## Высшая нервная деятельность

### *Понятие о ВНД. Условные и безусловные рефлексы*

*Высшая нервная деятельность* – это совокупность безусловных и условных рефлексов, а также высших психических функций, которые обеспечивают адекватное поведение в изменяющихся природных и социальных условиях.

Рефлекторные реакции можно разделить на две группы: безусловные и условные.

<i>Безусловные рефлексы</i>	<i>Условные рефлексы</i>
1. Врожденные, наследственно передающиеся реакции, большинство из них начинают функционировать сразу же после рождения	1. Реакции, приобретенные в процессе индивидуальной жизни
2. Являются видовыми, т.е. свойственны всем представителям данного вида	2. Индивидуальные
3. Постоянны и сохраняются в течение всей жизни	3. Непостоянны – могут возникать и исчезать
4. Осуществляются за счет низших отделов ЦНС (подкорковые ядра, ствол мозга, спинной мозг)	4. Являются преимущественно функцией коры больших полушарий
5. Возникают в ответ на адекватные раздражения, действующие на определенное рецептивное поле	5. Возникают на любые раздражители, действующие на разные рецептивные поля

*Условный рефлекс* – это сложная многокомпонентная реакция, которая вырабатывается на базе безусловных рефлексов с использованием предшествующего индифферентного раздражителя. Он имеет сигнальный характер, и организм встречает воздействие безусловного раздражителя подготовленным.

Совокупность сложных безусловных рефлексов, определяющих некоторые формы поведения, называют инстинктом (построение гнезда птицами, забота о потомстве). Отдельные условные рефлексы в определенной ситуации могут связываться между собой в комплексы. Возникает *динамический стереотип*, который выражается в том, что на систему различных условных сигналов, действующих всегда один за другим через определенное время, вырабатывается постоянная и прочная система ответных реакций. В дальнейшем, если применять только первый раздражитель, то в ответ будут



развиваться все остальные реакции. Комплекс условных рефлексов лежит в основе навыков – автоматизированных действий, выполняемых почти без контроля сознания (чтение, письмо).

### ***Механизм образования условных рефлексов***

Для выработки условного рефлекса необходимо:

- 1) наличие двух раздражителей, один из которых безусловный (пища, болевой раздражитель), а другой – условный (свет, звук, вид пищи);
- 2) многократное сочетание условного и безусловного раздражителей;
- 3) условный раздражитель должен предшествовать действию безусловного;
- 4) в качестве условного раздражителя может быть использован любой индифферентный раздражитель, который не вызывает оборонительной реакции, не обладает чрезмерной силой и способен привлекать внимание;
- 5) безусловный раздражитель должен быть достаточно сильным, в противном случае временная связь не сформируется;
- 6) возбуждение от безусловного раздражителя должно быть более сильным, чем от условного;
- 7) устранение посторонних раздражителей, отсутствие патологических процессов в организме.

Физиологической основой для возникновения условных рефлексов служит образование функциональных временных связей в высших отделах ЦНС. *Временная связь* – это совокупность нейрофизиологических и биохимических изменений в мозге, возникающих в процессе совместного действия условного и безусловного раздражителей.

### ***Торможение условных рефлексов***

Для обеспечения приспособления и адекватного поведения необходимы не только способность к выработке новых условных рефлексов, но и возможность к устранению тех условно-рефлекторных реакций, необходимость в которых отсутствует. Исчезновение условных рефлексов обеспечивается процессами торможения. По И. П. Павлову, различают следующие формы торможения: безусловное, условное и запредельное торможение.

1. *Безусловное* (или внешнее) торможение наступает в результате действия нового раздражителя. Характерно не только для коры, но и для низших отделов ЦНС. Посторонний раздражитель, оказывающий тормозящее влияние на течение условных рефлексов, называется *внешним тормозом*. При многократном повторении постороннего раздражителя вызываемый рефлекс постепенно уменьшается, а затем исчезает и уже не вызывает торможения условных рефлексов. Такой внешний тормозящий раздражитель называется *гаснущим тормозом*. Если же посторонний раздражитель содержит биологически важную информацию, то он всякий раз вызывает торможение условных рефлексов. Такой постоянный раздражитель называется *постоянным тормозом*. Биологическое значение внешнего торможения – обеспечение условий для более важного в данный момент ориентировочного рефлекса, вызванного экстренным раздражителем.

2. *Условное* (внутреннее) торможение развивается постепенно и только в коре больших полушарий. К этому виду торможения относятся:

а) *угасательное* торможение развивается в тех случаях, когда условный раздражитель перестает подкрепляться безусловным, при этом условная реакция постепенно исчезает;

б) *дифференцировочное* торможение вырабатывается на раздражители, близкие по характеристике к условному раздражителю. С помощью этого торможения из сходных раздражителей выделяется тот, который будет подкрепляться безусловным раздражителем, т.е. биологически важный для организма;

в) *условный тормоз* является разновидностью дифференцировочного торможения. Возникает в том случае, если положительный условный раздражитель подкрепляется безусловным, а комбинация из условного и индифферентного раздражителей не подкрепляется.

г) *запаздывающее торможение*. При увеличении интервала между началом действия условного раздражителя и моментом подкрепления условная реакция все более и более запаздывает и начинает возникать непосредственно перед предъявлением подкрепления. Отставание условной реакции от начала действия условного раздражителя свидетельствует о выработке запаздывающего торможения.

Условное торможение дает возможность организму избавиться от большого количества лишних биологически нецелесообразных реакций.

3. *Запредельное торможение* возникает при чрезмерном увеличении силы или продолжительности действия условного раздражителя. Имеет охранительное значение, так как препятствует истощению нервных клеток.

### ***Типы высшей нервной деятельности***

В основе классификации типов ВНД лежат свойства нервных процессов: сила, уравновешенность и подвижность.

И. П. Павлов выделял 4 основных типа ВНД:

1. Сильный неуравновешенный тип. Характерен высокий уровень работоспособности нервных клеток (сильная нервная система), преобладание процессов возбуждения над торможением.

2. Сильный уравновешенный подвижный тип.

3. Сильный уравновешенный инертный тип.

4. Слабый тип. Характерна низкая работоспособность корковых клеток, они не способны выдерживать сильные и длительные нагрузки.

Между указанными типами существует множество переходов.

### ***Понятие о первой и второй сигнальной системах***

*Первая сигнальная система* – это зрительные, слуховые и другие чувственные сигналы, из которых строятся образы внешнего мира. Свойственна и животным и человеку.

*Вторая сигнальная система* – это система речевых сигналов. Слово вызывает у человека те же действия и реакции, что и любое внешнее или внутреннее раздражение. Эта система сигнализации состоит в восприятии слов – слышимых, произносимых (вслух или про себя) и видимых (при чтении и письме). С возникновением и развитием второй сигнальной системы появляется возможность осуществления абстрактной формы отражения – образование понятий и представлений. Способность оперировать абстрактными понятиями служит основой мыслительной деятельности.

Деятельность второй сигнальной системы обеспечивается функцией двигательного, слухового и зрительного анализаторов и лобных отделов мозга. Коровое ядро речедвигательного анализатора находится в области второй и третьей лобных извилин – речедвигательный центр Брока. Восприятие речи происходит с помощью речедвигательного и речеслухового анализаторов (центр Вернике).

### Тестовые задания по теме «Высшая нервная деятельность»

1. Поворот головы человеком на резкий звук – это пример рефлекса
  - 1) условного
  - 2) безусловного
  - 3) врождённого
  - 4) индивидуального для каждого человека
  - 5) не передающегося по наследству
  - 6) характерного для всех людей
2. Реакция ребёнка на бутылочку с питательной смесью – это пример рефлекса
  - 1) врождённого
  - 2) приобретённого в течение жизни
  - 3) имеющегося у всех грудных детей
  - 4) имеющегося у детей с искусственным или смешанным вскармливанием
  - 5) передающегося по наследству
  - 6) не передающегося по наследству

3. Установите соответствие между признаком рефлекса и его видом.

ПРИЗНАК РЕФЛЕКСА	ВИД РЕФЛЕКСА
А) обеспечивает инстинктивное поведение	1) безусловный
Б) обеспечивает приспособление организма к условиям окружающей среды, в которых обитали многие поколения данного вида	2) условный
В) позволяет приобрести новый опыт в течение жизни	
Г) определяет поведение организма в изменившихся условиях	
Д) сохраняется в течение всей жизни организма	
Е) характерен для всех особей вида	
Ж) передается по наследству	

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж

4. Установите соответствие между характеристикой торможения условных рефлексов и его типом.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТОРМОЖЕНИЯ	ТИП ТОРМОЖЕНИЯ
А) условный рефлекс медленно угасает	1) внешнее
Б) в коре больших полушарий возникает новый очаг возбуждения	2) внутреннее
В) условный раздражитель не подкрепляется безусловным	
Г) поведение животного быстро перестраивается в зависимости от событий, которые происходят в окружающей среде	
Д) временная нервная связь в коре больших полушарий сохраняется	

А	Б	В	Г	Д

## Анализаторы

### *Общая характеристика анализаторов человека*

Анализатор – функциональная система, обеспечивающая:

- восприятие сигналов из внешней среды;
- преобразование этих сигналов в нервные импульсы;
- анализ сигналов.

Анализатор состоит из трех отделов:

1. Периферический отдел. Представлен чувствительными нервными окончаниями – рецепторами, а также дополнительными структурами. Рецепторы воспринимают раздражения и преобразуют их в нервные импульсы. Выделяют хеморецепторы, механорецепторы, фоторецепторы, терморецепторы, болевые рецепторы. Периферический отдел анализатора также называют органом чувства.

### *Общая характеристика анализаторов человека*

<i>Анализатор</i>	<i>Периферический отдел</i>	<i>Проводниковый отдел</i>	<i>Центральный отдел</i>
Зрительный	Рецепторы сетчатки глаза – палочки, колбочки	Зрительный нерв, проводящие пути головного мозга	Участок КБП в затылочной доле
Слуховой	Рецепторы внутреннего уха – Кортиев орган	Слуховой нерв, проводящие пути головного мозга	Участок КБП в височной доле
Обонятельный	Рецепторы носа – обонятельные клетки, расположенные в верхней части слизистой оболочки носа	Обонятельный нерв, проводящие пути головного мозга	Участок КБП в височной доле
Вкусовой	Рецепторы, расположенные в сосочках слизистой оболочки языка	Чувствительные волокна лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов, проводящие пути головного мозга	Участок КБП в височной доле
Кожный	Рецепторы кожи – тепловые, холодовые, болевые, тактильные	Чувствительные нервы, передающие возбуждение в ЦНС, проводящие пути спинного и головного мозга	Участок КБП в теменной доле

2. Проводниковый отдел. Состоит из нервных волокон, по которым нервные импульсы передаются в ЦНС.

3. Центральный отдел. Представляет участок КБП, где происходит анализ поступившей информации и формирование ощущения.

### ***Орган зрения***

Органом зрения является глаз, состоящий из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Вспомогательный аппарат глаза включает глазные мышцы, веки, ресницы, брови, слезный аппарат (функции – защита и движение глаза).

Глазное яблоко состоит из ядра и трех оболочек (рис. 33):

1) Фиброзная оболочка. Выполняет защитную функцию. Передняя часть оболочки прозрачная, называется роговица. Задняя часть непрозрачная – белочная оболочка или склера.

2) Сосудистая оболочка богата кровеносными сосудами. В сосудистой оболочке выделяют три части:

- собственно сосудистая оболочка выстилает большую часть склеры;
- ресничное тело – утолщенная часть сосудистой оболочки, расположенная в области перехода склеры в роговицу. В ресничном теле находится ресничная мышца, сокращение которой изменяет кривизну хрусталика, т.е. осуществляется аккомодация глаза;
- радужка – передняя часть сосудистой оболочки. В центре радужки находится округлое отверстие – зрачок. Диаметр его непостоянный. Сужение и расширение зрачка происходит благодаря гладким миоцитам. Цвет радужки зависит от количества пигмента.

3) Сетчатка – внутренняя оболочка, прилегает к сосудистой оболочке от места входа зрительного нерва до края зрачка. Состоит из двух слоев:

- наружного, содержащего пигмент;
- внутреннего, содержащего рецепторы.

Внутренний слой сетчатки состоит из радиально расположенных трех типов нейронов. Первый тип – фоторецепторные нейроны – палочки и колбочки (рис. 34), второй тип – биполярные нейроны (ассоциативные, осуществляют связь между первым и третьим типом нейронов), третий тип – ганглионарные нейроны. Аксоны ганглионарных клеток формируют зрительный нерв.

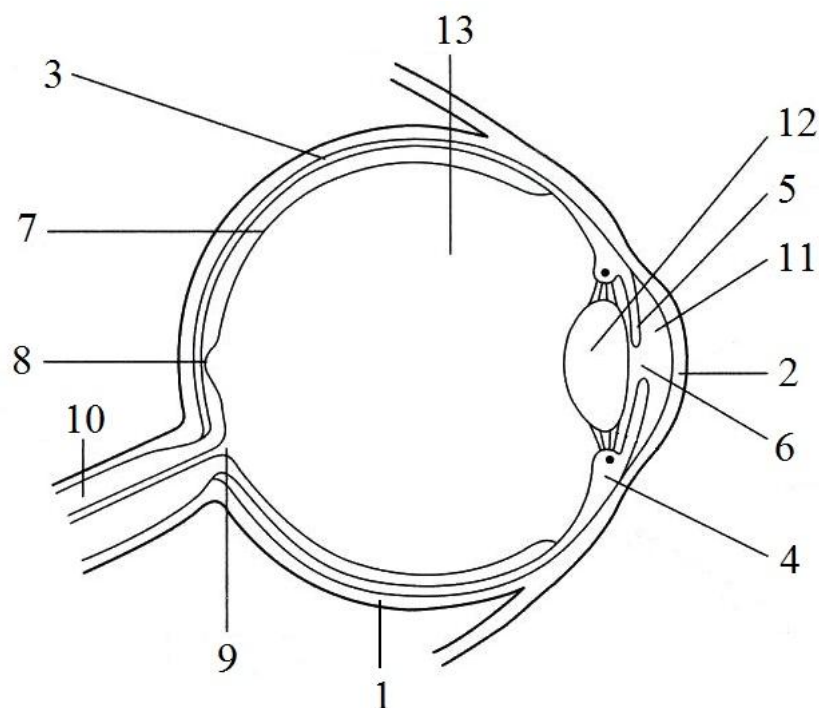


Рис. 33. Строение глаза:

- 1 – белочная оболочка (склера); 2 – роговица; 3 – сосудистая оболочка;  
 4 – ресничное тело; 5 – радужная оболочка; 6 – зрачок; 7 – сетчатка;  
 8 – центральная ямка, слепое пятно; 10 – зрительный нерв; 11 – передняя  
 камера глаза; 12 – хрусталик; 13 – стекловидное тело

Сетчатка глаза человека содержит около 130 млн палочек и 7 млн колбочек. При этом колбочки преобладают в центральной части сетчатки, а палочки на периферии. Палочки содержат пигмент родопсин, обеспечивают сумеречное зрение. Колбочки содержат пигмент йодопсин, обеспечивают зрение при ярком освещении, различение цвета. Существует три типа колбочек, которые воспринимают красный, зеленый и синий цвета. Под действием света молекулы светочувствительных веществ (родопсина и йодопсина) распадаются на опсин и ретиналь, при этом освобождается энергия и возникает нервный импульс, который распространяется по нервному волокну по направлению к мозгу. Реакции светового распада родопсина и йодопсина обратимы, т.е. через некоторое время происходит их восстановление.

В заднем отделе сетчатки находится слепое пятно – это место выхода зрительного нерва. Рецепторы здесь отсутствуют. Рядом со слепым пятном (на расстоянии около 4 мм), на заднем полюсе глаза, находится желтое пятно с центральной ямкой. Здесь находятся только колбочки. Это место наилучшего видения.

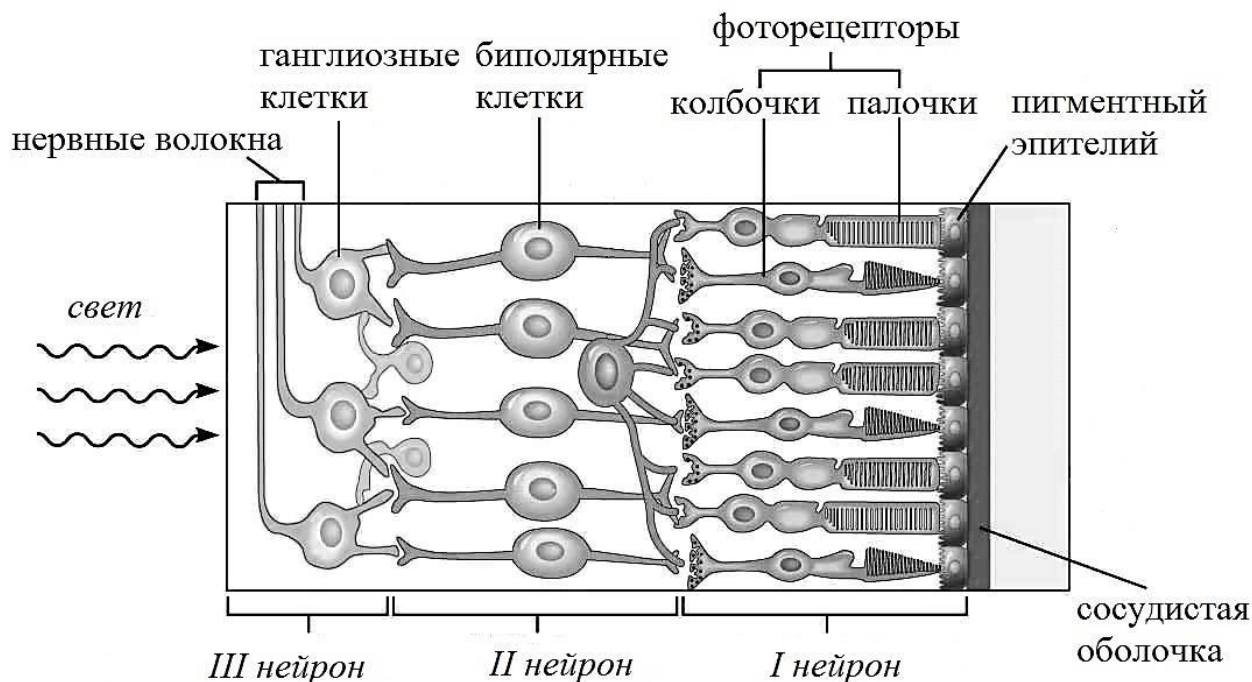


Рис. 34. Строение сетчатки

Внутренняя часть глазного яблока представлена:

- передней и задней камерой глаза, заполненной водянистой влагой;
- хрусталиком;
- стекловидным телом.

Совокупность светопреломляющих сред (роговица, водянистая влага передней и задней камер глаза, хрусталик, стекловидное тело) составляет оптическую систему глаза.

*Аномалии зрения:*

- близорукость (миопия) – нарушение зрения, при котором человек четко видит предметы только на близком расстоянии. Лучи света фокусируются впереди сетчатки, т.к. хрусталик выпуклый и сильно преломляет лучи или удлинено глазное яблоко. Для коррекции применяют двояковогнутые линзы;
- дальнозоркость (гиперметропия) – нарушение зрения, при котором человек хорошо видит предметы на дальнем расстоянии. Лучи фокусируются позади сетчатки вследствие того, что хрусталик плоский и слабо преломляет лучи, либо укорочено глазное яблоко. Для коррекции применяют двояковыпуклые линзы.



## *Орган слуха и равновесия*

*Орган слуха* состоит из наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 35). Наружное ухо представлено ушной раковиной и наружным слуховым проходом. Наружное ухо соединяется со средним ухом с помощью барабанной перепонки.

Среднее ухо представлено барабанной полостью (1 см<sup>3</sup>), в которой находятся слуховые косточки: молоточек, наковальня, стремечко. Колебания барабанной перепонки передаются через слуховые косточки к овальному окну, которое отделяет среднее ухо от внутреннего. Полость среднего уха связана с носоглоткой с помощью слуховой (евстахиевой) трубы. Евстахиева труба способствует выравниванию давления по обе стороны от барабанной перепонки.

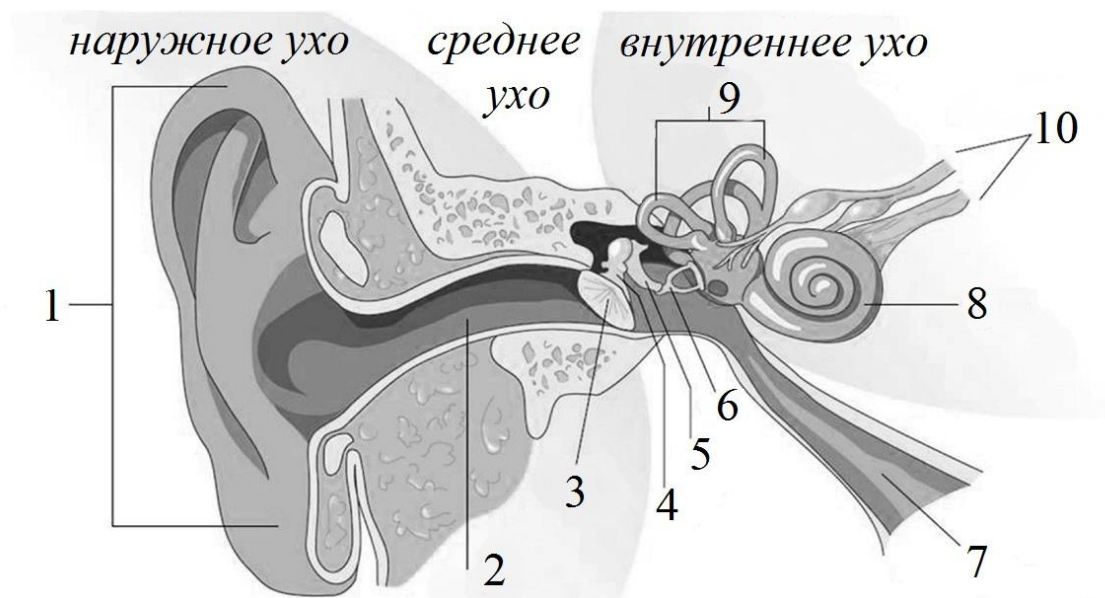


Рис. 35. Строение органа слуха:

1 – ушная раковина; 2 – наружный слуховой проход; 3 – барабанная перепонка; 4 – молоточек; 5 – наковальня; 6 – стремечко; 7 – слуховая (евстахиева) труба; 8 – улитка; 9 – полукружные каналы; 10 – слуховой нерв

Внутреннее ухо расположено в височной кости, состоит из костного и перепончатого лабиринтов. Костный лабиринт состоит из трех отделов: преддверия, улитки и полукружных каналов (рис. 36). Функцию органа слуха выполняет улитка – широкий костный канал 2,75 оборота. Перепончатый лабиринт отделен от костного двумя мембранами – тонкой вестибулярной и плотной, упругой – основной. Эти мембраны делят костный лабиринт на три

хода: верхний (вестибулярная лестница), средний (улитковый проток), и нижний (барабанная лестница) (рис. 37). В верхнем и нижнем канале находится перилимфа. Внутри перепончатого лабиринта (улиткового протока) находится эндолимфа. В перепончатом лабиринте находится звуковоспринимающий аппарат – спиральный (Кортиев) орган.

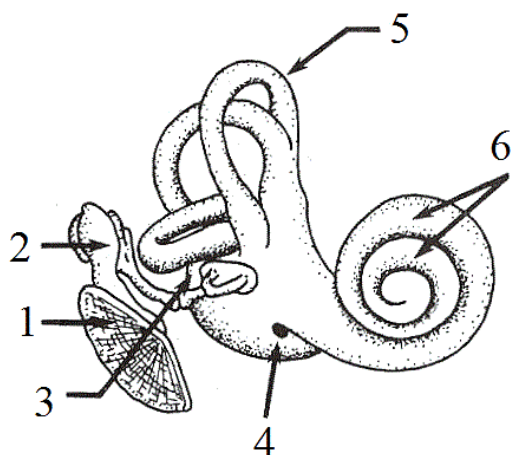


Рис. 36. Слуховые косточки среднего уха и костный лабиринт внутреннего уха: 1 – барабанная перепонка; 2 – слуховые косточки; 3 – преддверие; 4 – круглое окно; 5 – полукружные каналы; 6 – улитка

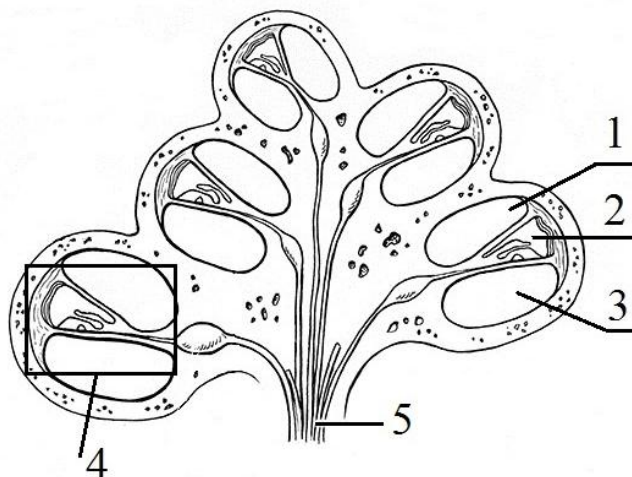


Рис. 37. Строение улитки (поперечный разрез): 1 – вестибулярная лестница; 2 – улитковый проток; 3 – барабанная лестница; 4 – спиральный (Кортиев) орган; 5 – слуховой нерв

Кортиев орган расположен на основной мембране (рис. 38) и состоит из двух типов клеток – чувствительных (волосковых) и опорных. Над волосковыми клетками расположена покровная мембрана. Она представляет собой лентовидную пластинку желеобразной консистенции. Один конец покровной мембраны свободный, другой прикреплен к основной мембране. Звуковые волны передаются через мембрану овального окна и вызывают колебания перилимфы, эндолимфы и основной мембраны. Волоски рецепторных клеток соприкасаются с покровной мембраной и возникает возбуждение, которое передается по слуховому нерву в височную долю КБП.

*Орган равновесия* (вестибулярный аппарат) воспринимает изменение положения головы и тела в пространстве, скорость и направление движения. Вестибулярный аппарат состоит из двух частей: преддверия и полукружных каналов. В костном преддверии находятся два расширения перепончатого лабиринта (овальный и круглый мешочки), сообщающиеся с перепончатым улитковым протоком.

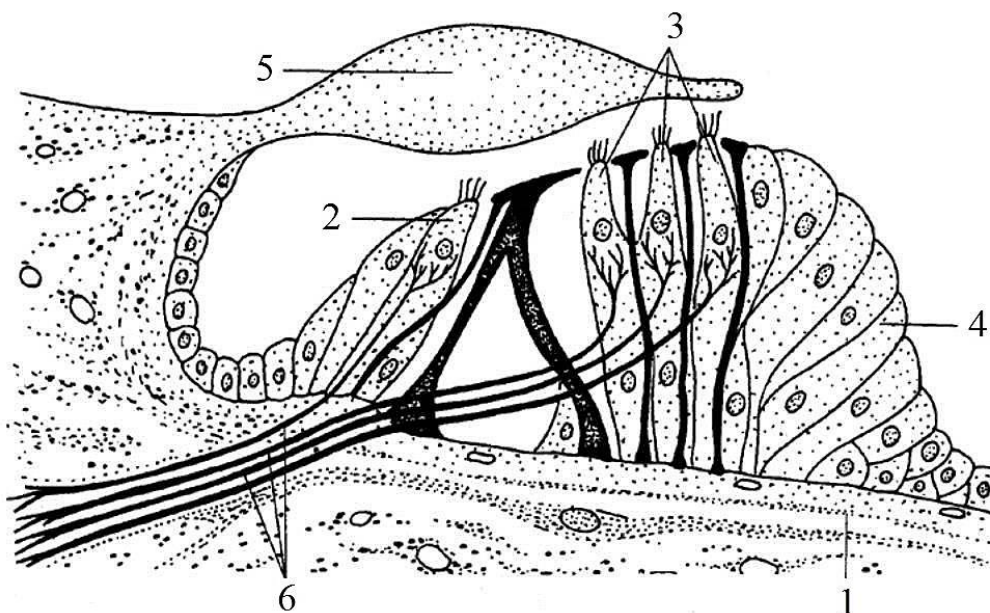


Рис. 38. Спиральный орган: 1 – основная мембрана; 2 – внутренние чувствительные клетки; 3 – наружные чувствительные клетки; 4 – опорные клетки; 5 – покровная мембрана; 6 – нервные волокна слухового нерва

В овальный мешочек открываются отверстия трех перепончатых полукружных каналов. Один конец каждого полукружного канала расширен, образует ампулу. Ампулы и мешочки содержат волосковые клетки. Скопления чувствительных волосковых клеток в мешочках называются пятнами, а в ампулах – гребешками или кристами (рис. 39).

Пятна выстланы эпителием, расположенным на базальной мембране и состоящим из чувствительных и опорных клеток. Поверхность эпителия покрыта особой студенистой отолитовой мембраной, в которую включены состоящие из карбоната кальция кристаллы – отолиты, или статоконии. Пятна овального и круглого мешочков воспринимают линейное ускорение, земного притяжения и вибрационные колебания.

Ампулярные гребешки в виде поперечных складок находятся в каждом ампулярном расширении полукружного канала. Ампулярный гребешок выстлан сенсорными и поддерживающими эпителиоцитами. Верхняя часть этих клеток окружена желатинообразным прозрачным куполом. Ампулярные гребешки являются рецепторами угловых ускорений. При движении головы или ускоренном вращении всего тела купол легко меняет свое положение. Отклонение купола под влиянием движения эндолимфы в полукружных каналах стимулирует волосковые клетки, в которых возникает нервный импульс.

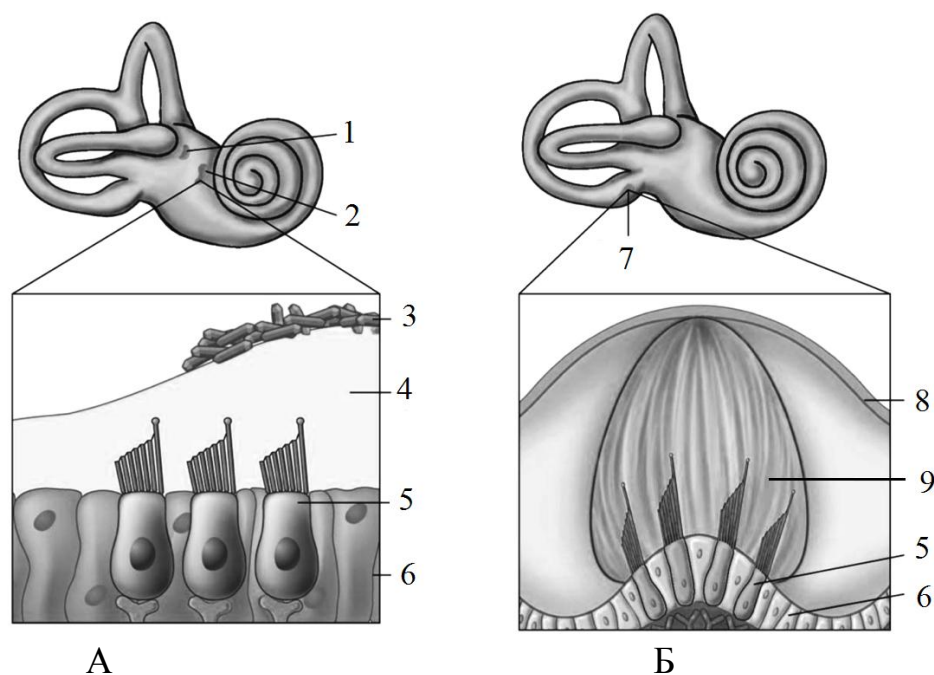


Рис. 39. Строение вестибулярного аппарата: А – пятно овального или круглого мешочка; Б – гребешок ампулы (1 – пятно овального мешочка; 2 – пятно круглого мешочка; 3 – отолиты; 4 – отолитовая мембрана; 5 – волосковые клетки; 6 – опорные клетки; 7 – ампулярный гребешок; 8 – стенка ампулы; 9 – купол)

### ***Орган обоняния***

Периферический отдел обонятельного анализатора (орган обоняния) расположен в верхнем отделе носовой полости (рис. 40). Представлен многорядным эпителием, в котором различают обонятельные нейросенсорные клетки, поддерживающие и базальные эпителиоциты. Поверхность обонятельного эпителия, обращенная в носовую полость, покрыта слоем слизи. Обонятельные клетки на своей вершине несут 10-12 подвижных обонятельных ресничек (рис. 41). Эти реснички являются своеобразными антеннами для молекул пахучих веществ. При вдохе содержащиеся в воздухе пахучие вещества попадают в полость носа, растворяются в слизи и раздражают реснички обонятельных клеток.

Проводниковый отдел анализатора представлен волокнами обонятельного нерва, которые объединяются и через отверстия решетчатой кости направляются в обонятельные луковицы.

Центральный отдел обонятельного анализатора локализуется в древней коре и новой (парагиппокампальная извилина и крючок).



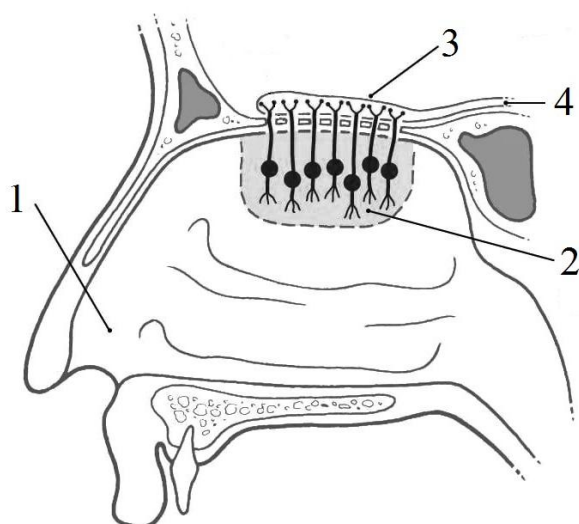


Рис. 40. Строение органа обоняния:

- 1 – носовая полость;
- 2 – обонятельный эпителий;
- 3 – обонятельная луковица;
- 4 – обонятельный тракт

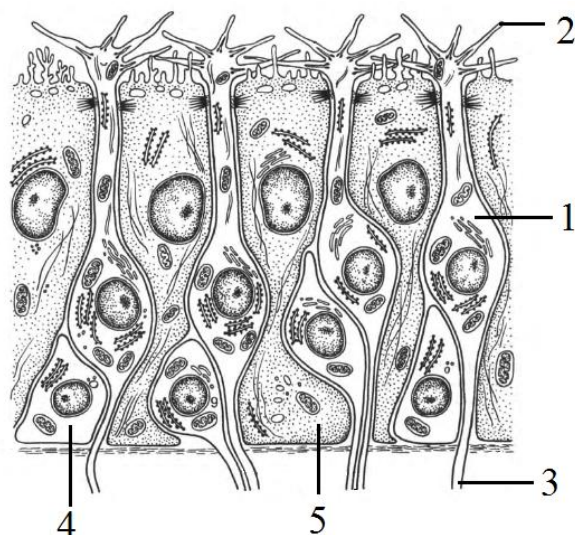


Рис. 41. Строение обонятельного

- эпителия: 1 – чувствительные обонятельные клетки; 2 – обонятельные реснички; 3 – волокна обонятельного нерва; 4 – базальные эпителиоциты; 5 – поддерживающие эпителиоциты

### *Орган вкуса*

Орган вкуса у человека представлен множеством вкусовых почек, расположенных в многослойном эпителии слизистой оболочки языка, мягкого нёба, зева, глотки и надгортанника. Особенно много вкусовых почек в области кончика и на боковых поверхностях языка его сосочков. Вкусовые почки имеют эллипсоидную форму (рис. 42), состоят из плотно прилежащих друг к другу рецепторных и опорных клеток. На вершине каждой вкусовой почки имеется вкусовая пора, которая ведет во вкусовую ямку, образованную верхушками рецепторных вкусовых клеток. На поверхности каждой вкусовой клетки имеются микроворсинки. Вкусовые чувствительные клетки воспринимают сладкое, горькое, соленое, кислое или комбинации из этих четырех видов вкусовых раздражителей. Растворенное вещество проникает во вкусовую почку через вкусовую пору, возбуждая вкусовые клетки. Это возбуждение передается нервным окончаниям, в которых возникает нервный импульс. По нервным волокнам импульс поступает в мозг. Нервный импульс от передних 2/3 языка передается по нервным волокнам лицевого нерва. От задней трети языка и мягкого нёба он проходит по волокнам языкоглоточного нерва,

от надгортанника – по блуждающему нерву. Через продолговатый мозг и таламус импульс поступает в центральный отдел вкусового анализатора – кору парагиппокампальной извилины височной области.

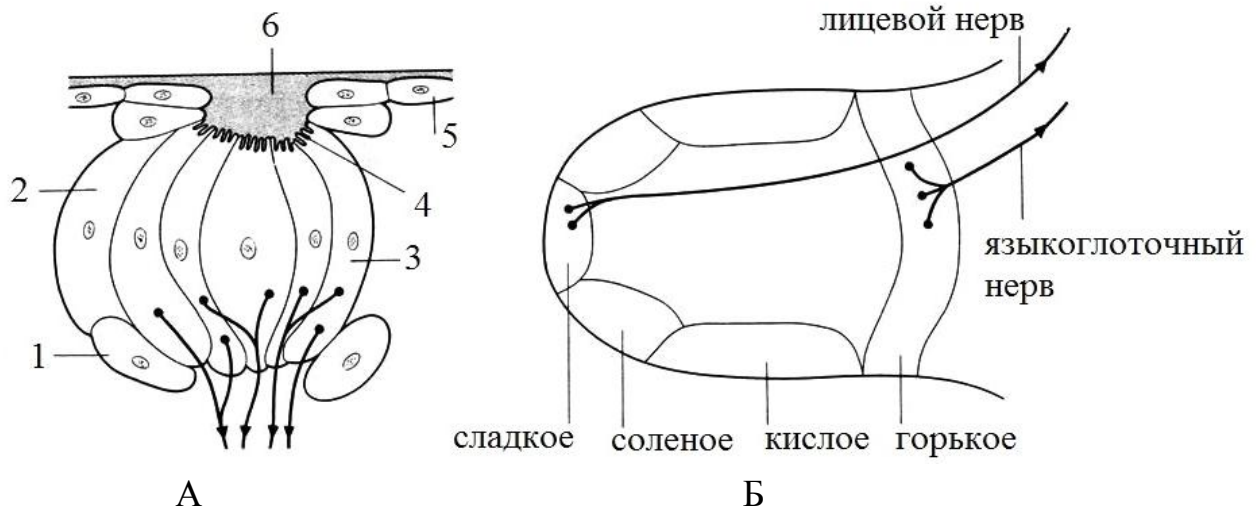


Рис. 42. Строение органа вкуса: А – вкусовая почка; Б – распределение вкусовых рецепторов и их иннервация (1 – базальная клетка; 2 – опорная клетка; 3 – рецепторная клетка; 4 – микроворсинки; 5 – эпителиальная клетка; 6 – пора, заполненная жидкостью)

## Тестовые задания по теме «Анализаторы»

1. Выберите анатомические структуры, являющиеся начальным звеном анализаторов человека.

- 1) веки с ресницами
- 2) палочки и колбочки сетчатки
- 3) ушная раковина
- 4) клетки вестибулярного аппарата
- 5) хрусталик глаза
- 6) вкусовые сосочки языка

2. В среднем ухе человека располагается

- 1) слуховой рецептор
- 2) улитка
- 3) молоточек
- 4) вестибулярный аппарат
- 5) наковальня
- 6) стремечко

3. Оптическая система глаза человека состоит из

- 1) хрусталика
- 2) стекловидного тела
- 3) зрительного нерва
- 4) жёлтого пятна сетчатки
- 5) роговицы
- 6) белочной оболочки

4. При близорукости

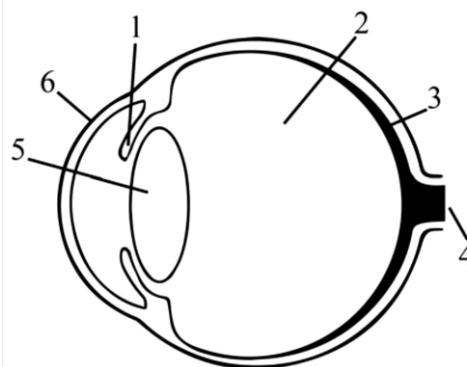
- 1) плохо видны удалённые предметы
- 2) плохо различимы детали близко расположенных предметов
- 3) изображение предмета фокусируется позади сетчатки
- 4) изображение предмета фокусируется перед сетчаткой
- 5) необходимо носить двояковыпуклые линзы
- 6) необходимо носить двояковогнутые линзы

5. При дальнозоркости

- 1) плохо различимы детали близко расположенных предметов
- 2) плохо видны удалённые предметы
- 3) изображение предмета фокусируется позади сетчатки
- 4) изображение предмета фокусируется перед сетчаткой
- 5) необходимо носить двояковогнутые линзы
- 6) необходимо носить двояковыпуклые линзы

6. Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку «Строение глаза».

- 1) роговица
- 2) стекловидное тело
- 3) радужная оболочка
- 4) зрительный нерв
- 5) хрусталик
- 6) сетчатка



7. Установите соответствие между структурой глаза человека и её функцией.

**СТРУКТУРА ГЛАЗА**

- А) чувствительные клетки
- Б) хрусталик
- В) сетчатка
- Г) роговица
- Д) жёлтое пятно
- Е) стекловидное тело

**ФУНКЦИЯ**

- 1) оптическая
- 2) рецепторная

А	Б	В	Г	Д	Е

8. Установите соответствие между характеристиками и анализаторами человека.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- А) воспринимает механические колебания окружающей среды
- Б) включает палочки и колбочки
- В) центральный отдел расположен в височной доле коры больших полушарий
- Г) центральный отдел расположен в затылочной доле коры больших полушарий
- Д) включает Кортиев орган

**АНАЛИЗАТОРЫ**

- 1) зрительный
- 2) слуховой

А	Б	В	Г	Д

9. Установите соответствие между функцией органа слуха и отделом, который эту функцию выполняет.

**ФУНКЦИЯ**

- А) преобразование звуковых колебаний в электрические
- Б) передача сигнала слуховыми косточками
- В) выравнивание давления на барабанную перепонку
- Г) передача звуковых колебаний через жидкую среду
- Д) раздражение слуховых рецепторов

**ОТДЕЛ ОРГАНА СЛУХА**

- 1) среднее ухо
- 2) внутреннее ухо

А	Б	В	Г	Д



10. Установите соответствие между частью органа слуха и отделом, в котором она находится.

ЧАСТЬ ОРГАНА СЛУХА

- А) улитка
- Б) ушная раковина
- В) наковальня
- Г) молоточек
- Д) слуховой проход

ОТДЕЛ

- 1) наружное
- 2) среднее
- 3) внутреннее

А	Б	В	Г	Д

11. Установите правильную последовательность прохождения звуковой волны в органе слуха человека.

- 1) барабанная перепонка
- 2) овальное окно
- 3) стремечко
- 4) наковальня
- 5) молоточек
- 6) волосковые клетки

--	--	--	--	--	--

12. Установите правильную последовательность прохождения луча света в глазном яблоке.

- 1) зрачок
- 2) стекловидное тело
- 3) сетчатка
- 4) хрусталик
- 5) роговица
- 6) передняя камера

--	--	--	--	--	--

## Кожа

Кожа образует общий покров тела человека. Кожа состоит из наружного слоя – эпидермиса (имеет эктодермальное происхождение) и внутреннего слоя – дермы (мезодермальное происхождение). С нижележащими тканями кожа соединяется с помощью жировой ткани – подкожно-жировой клетчатки (рис. 43).

*Эпидермис* образован многослойным плоским ороговевающим эпителием. Толщина эпидермиса больше на участках, подвергающихся постоянному механическому давлению (ладони, подошвы). Поверхностный слой эпидермиса образован ороговевшими мертвыми клетками. Они постоянно слущиваются и заменяются новыми за счет деления клеток нижележащих слоев (ростковой зоны эпидермиса). Среди базальных клеток эпителия имеются пигментные эпителиоциты, богатые зернами пигмента меланина (меланоциты), от количества которого зависит цвет кожи. Меланин защищает кожу от ультрафиолетовых лучей. Производными эпидермиса являются ногти, волосы и кожные железы.

*Дерма* (собственно кожа) образована соединительной тканью. В ней различают сосочковый и сетчатый слои.

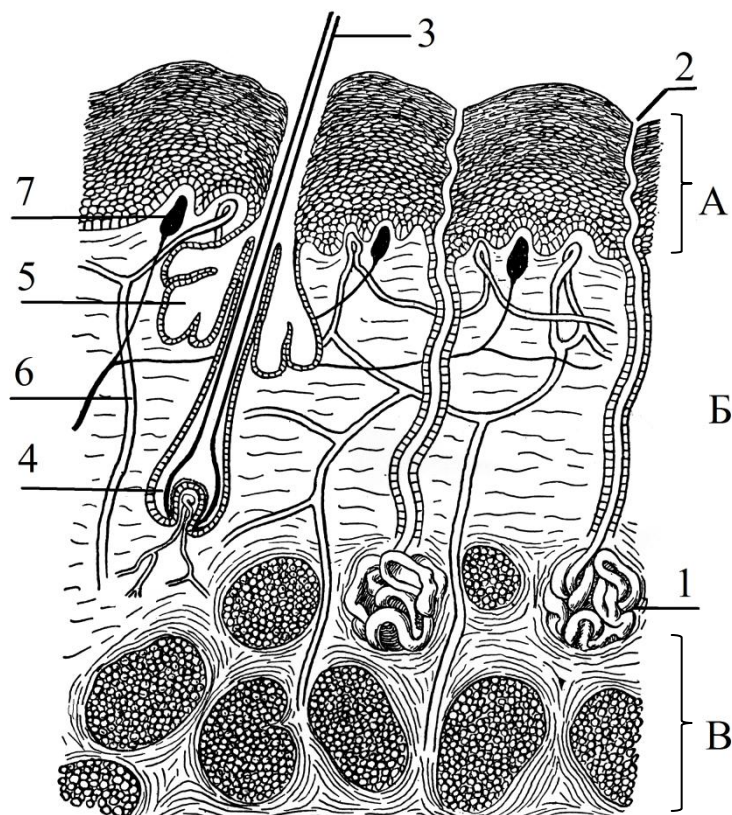


Рис. 43. Строение кожи: А – эпидермис; Б – дерма; В – подкожная жировая клетчатка (1 – потовая железа; 2 – проток потовой железы; 3 – волос; 4 – волосяная сумка; 5 – сальная железа; 6 – кровеносный сосуд; 7 – рецептор)

Сосочковый слой находится под эпидермисом. Этот слой состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, которая образует сосочки, внедряющиеся в эпидермис. Сосочковый слой дермы определяет рисунок на поверхности кожи. Этот слой содержит кровеносные сосуды и нервные окончания – рецепторы. В сосочковом слое расположены гладкие миоциты, собранные в пучки и связанные с волосяными луковицами. Эти миоциты приподнимают волосы. Некоторые мышечные пучки не связаны с волосяными луковицами, их сокращение приводит к образованию «гусиной кожи». При этом сжимаются мелкие кровеносные сосуды, уменьшается приток крови к коже и уменьшается теплоотдача. Сетчатый слой образован плотной соединительной тканью, содержит пучки коллагеновых и эластических волокон (обеспечивают прочность кожи).

В дерме находятся потовые, сальные железы и корни волос. Потовые железы представляют собой простые трубчатые железы. Их начальные отделы извитые, образуют клубочки. Выводные протоки открываются на поверхности кожи. Сальные железы – простые альвеолярные, располагаются на границе между сосочковым и сетчатым слоями дермы. Выводной проток сальной железы открывается в волосяную сумку. Секрет сальных желез смазывает волосы и эпидермис, также обладает бактерицидным действием.

Подкожная клетчатка содержит жировую ткань. Подкожный слой смягчает действие механических факторов, обеспечивает некоторую подвижность кожи по отношению к нижележащим слоям. Это предохраняет кожу от разрывов и других механических повреждений. Подкожная клетчатка является резервом питательных веществ, которые расходуются при голодании организма, а также ограничивает теплоотдачу и защищает организм от переохлаждения.

#### *Функции кожи:*

- защитная (защищает организм от внешних воздействий: механических, химических, от проникновения микроорганизмов);
- участие в обмене веществ (через кожу с потом выводится вода, соли, молочная кислота, продукты азотистого обмена, под действием ультрафиолетовых лучей синтезируется витамин D);
- терморегуляторная (через кожу происходит около 80% потерь тепла путем перераспределения крови в сосудах и испарения воды);
- является органом чувств (в коже содержится большое количество рецепторов: тактильных, болевых, температурных);
- депо крови (в развитой сосудистой системе кожи может задерживаться до 1 л крови).

## Тестовые задания по теме «Кожа»

1. Установите соответствие между характеристиками и слоями кожи: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) содержит кровеносные сосуды
- Б) состоит из живых и мёртвых клеток
- В) включает сальные железы
- Г) представлен(а) многослойным эпителием
- Д) ороговевая, образует ногти
- Е) содержит мышцы, поднимающие волосы

### СЛОИ КОЖИ

- 1) эпидермис
- 2) дерма

А	Б	В	Г	Д	Е

2. Установите соответствие между функцией железы человека и ее типом.

### ФУНКЦИЯ ЖЕЛЕЗЫ

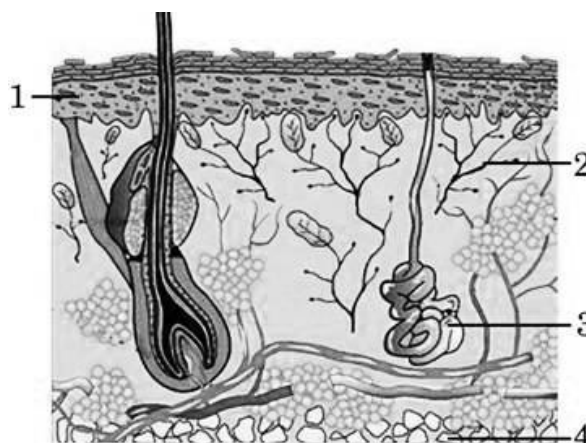
- А) образуют жир
- Б) участвуют в терморегуляции
- В) вырабатывают полноценную пищу для ребенка
- Г) удаляют из организма минеральные вещества
- Д) повышают эластичность кожи

### ТИП ЖЕЛЕЗЫ

- 1) потовые
- 2) сальные
- 3) млечные

А	Б	В	Г	Д

3. Какими цифрами на рисунке обозначены структуры кожи человека, выполняющие функции терморегуляции, рецепторную и защиты от проникновения через кожу избытка ультрафиолетовых лучей? Укажите их название.



### Литература

1. Богданова Т. Л., Солодова Е. А. Биология: справочник для старшеклассников и поступающих в вузы. – М.: АСТ-ПРЕСС ШКОЛА, 2016. – 816 с.
2. Заяц Р. Г., Бутвиловский В. Э., Давыдов В. В., Рачковская И. В. Биология для поступающих в вузы. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 640 с.
3. Сапин М. Р., Брыксина З. Г. Анатомия и физиология человека: учеб. для 9 кл. шк. с углубленным изучением биологии. – М.: Просвещение, 1999. – 256 с.