



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, КУЛЬТУРЫ И ИССЛЕДОВАНИЙ

Мария ДУКА

Лидия ДЕНЧИКОВ-КРИСТЯ

Биология

ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Учебник для **XI-го** класса

Реальный профиль

Гуманитарный профиль



Кишинэу, 2020

CZU 57(075.3)
Д 816

Учебник является собственностью Министерства Образования, Культуры и Исследований.
Школьный учебник был разработан в соответствии с положениями Куррикулума по дисциплине,
утвержденного приказом Министерства Образования, Культуры и Исследований № 906 от 17 июля 2019 г.
Учебник был утвержден приказом Министерства Образования, Культуры и Исследований № 1048 от 28 сентября 2020 г.

Оценочная комиссия:

Буруян Еуджениа, первая дидактическая степень, ТЛ «М. Садовяну», Хынчешть, **координатор**
Кодряну Светлана, доктор биологических наук, высшая дидактическая степень, РТЛ «Аристотель»,
директор ИМБ, Кишинэу
Кучер Анжела, высшая дидактическая степень, ТЛ «Б.П. Хашдеу», Бэлць
Пулбере Алла, высшая дидактическая степень, ТЛ «Ион Крянгэ», Кишинэу
Плэчинтэ Даниела, первая дидактическая степень, ГТУ, ТЛ «А. Руссо», с. Кожушна, Стрэшень

Школа / Лицей _____				
Учебник № _____				
Год	Фамилия и имя ученика	Год исполь- зования	Состояние учебника	
			при получении	при возврате
1				
2				
3				
4				
5				

- Классный руководитель проверяет правильность написания имени и фамилии ученика.
- Ученик не делает никаких пометок в учебнике.
- Состояние учебника (при получении и возврате) оценивается как: новый, в хорошем состоянии, в удовлетворительном состоянии, в неудовлетворительном состоянии.

Все права на это издание принадлежат издательству *Editerra Prim*.

Перевод: *Лилиана Чепой*

Редактор: *Сергей Абабий*

Дизайн и компьютерная обработка: *Наталья Таку-Дороган*

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Дука, Мария.

Биология: процессы и системы жизнеобеспечения: Учебник для 11-го класса: Реальный профиль. Гуманитарный профиль / Мария Дука, Лидия Денчиков-Кристя; перевод: Лилиана Чепой; оценочная комиссия: Буруян Еуджениа [и др.]; Министерство образования, культуры и исследований. – Кишинэу: Editerra Prim, 2020 (Tipografia Ed. "Universul"). – 155 p.: fig., tab.

Proprietate a Min. Educației, Culturii și Cercet. – 5660 ex.

© Editerra Prim, 2020 г.

© Мария Дука, Лидия Денчиков-Кристя, 2020 г.

ISBN 978-9975-47-187-9

СОДЕРЖАНИЕ

I. НЕРВНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

1. Строение и функции нейрона	6
2. Нервная система человека	9
3. Рефлекторная и проводящая функции нервной системы.....	14
4. Соматическая и вегетативная нервная система	17
5. Рефлексы	20
6. Основные корковые процессы.....	22
7. Гигиена, дисфункции и заболевания нервной системы	24
Повторение	26
Итоговый тест	28

II. ЧУВСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА

8. Сенсорная система человека	30
9. Статоакустический анализатор человека	32
10. Гигиена, дисфункции и заболевания статоакустического анализатора.....	36
11. Кожный анализатор человека.....	38
12. Вкусовой и обонятельный анализатор человека.....	41
13. Зрительный анализатор человека.....	44
Повторение	49
Итоговый тест	50

III. ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ У ЧЕЛОВЕКА

14. Эндокринная система человека	52
15. Эндокринные железы.....	54
16. Органы с эндокринными функциями	58
Повторение.....	62
Итоговый тест	64

IV. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

17. Костная система человека.....	66
18. Осевой скелет человека	69
19. Добавочный скелет человека	72
20. Мышечная система человека	74
21. Гигиена, дисфункции и заболевания локомоторного аппарата	78
Повторение	80
Итоговый тест	82

V. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

22. Внутренняя среда организма	84
23. Сердечно-сосудистая система человека. Сердце.....	86
24. Сердечно-сосудистая система человека. Кровеносные сосуды	88
25. Лимфатическая система человека	91
26. Гигиена, дисфункции и заболевания сердечно-сосудистой системы	94
Повторение.....	97
Итоговый тест	98

VI. ДЫХАНИЕ У ЧЕЛОВЕКА

27. Анатомия дыхательной системы человека	100
28. Физиология дыхательной системы человека.....	102
29. Гигиена, дисфункции и заболевания дыхательной системы.....	105
Повторение	107
Итоговый тест	108

VII. ПИТАНИЕ И ПИЩЕВАРЕНИЕ У ЧЕЛОВЕКА

30. Пищевые продукты и их значение для организма человека.....	110
31. Пищеварительная система человека.....	114
32. Физиология пищеварительной системы человека.....	118
33. Гигиена, дисфункции и заболевания пищеварительной системы.....	121
Повторение	123
Итоговый тест	124

VIII. ВЫДЕЛЕНИЕ. ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ У ЧЕЛОВЕКА

34. Выделительная система человека	126
35. Гигиена, дисфункции и заболевания мочевыделительной системы.....	130
Повторение	133
Итоговый тест	134

IX. РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА И РАЗМНОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

36. Мужская репродуктивная система	136
37. Женская репродуктивная система.....	139
38. Оплодотворение у человека	142
39. Беременность и роды у человека	145
40. Постнатальное развитие человека.....	148
41. Гигиена и заболевания репродуктивной системы.....	150
Повторение	153
Итоговый тест	155

НЕРВНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА



- ● Строение и функции нейрона
- ● Нервная система человека
- Рефлекторная и проводящая функции нервной системы
- ● Соматическая и вегетативная нервная система
- Рефлексы
- ● Основные корковые процессы
- ● Гигиена, дисфункции и заболевания нервной системы
- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль

1 СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ НЕЙРОНА

Нейрон (нервная клетка) является структурной и функциональной единицей нервной системы, которая воспринимает и передает нервный импульс, основываясь на двух основных свойствах:

✓ **возбудимость** – способность отвечать на действие стимулов;

✓ **проводимость** – способность передавать возбуждение другим нейронам или эффекторным клеткам.

Продолжительность жизни нейрона может превышать 100 лет в оптимальных условиях. В отсутствии кислорода погибают за несколько минут. Большинство нейронов не делятся, погибшие нейроны не заменяются новыми.

Нейроны вместе с **глиальными клетками** образуют нервную ткань. Глиальные клетки, выполняя поддерживающую роль, обеспечивают нейроны питательными веществами, подвергают фагоцитозу погибшие нейроны и др.

СТРОЕНИЕ НЕЙРОНА

Нейроны отличаются по форме, размерам и расположению, но имеют одинаковую структуру и состоят из **тела** и **отростков** (рис. 1.1).

◆ **Тело нейрона**, аналогично другим эукариотическим животным клеткам, состоит из цитоплазмы, ядра и цитоплазматической мембраны.

Цитоплазма тела нейрона, кроме типичных органоидов, содержит **тельца Ниссля** (плотные

образования шероховатой эндоплазматической сети), которые синтезируют **нейромедиаторы**.

◆ **Отростки нейрона** воспринимают и передают нервные импульсы. Бывают двух типов: **дендриты** и **аксоны** (табл. 1.1).

Дендриты воспринимают импульс от рецепторных органов или отростков других нейронов и передают его телу нейрона. Диаметр у основания составляет 10 микрон, а на конце – 1 микрон. В цитоплазме дендритов присутствуют те же органоиды, что и в теле нейрона.

Аксон передает импульс от тела нейрона эффекторным органам или другим нейронам. Концевой участок ветвится и образует **аксонные окончания**, на конце которых образуется расширение – **концевая розетка**. Длина аксонов варьирует от десятых долей микрона до дециметров. Самые длинные аксоны, длиной до одного метра, образуют седалищный нерв, который отходит от спинного мозга и доходит до большого пальца на каждой ноге.

Аксоны окружены глиальными клетками: **олигодендроцитами** (нейроны центральной нервной системы) и **шванновскими клетками** (нейроны периферической нервной системы). Оба типа клеток могут образовывать **миелиновую оболочку** – липопротеиновое покрытие, выполняющее функцию изолятора.

Миелиновая оболочка по всей длине аксона, через одинаковые промежутки, прерывается, образуя **перехваты Ранвье**.

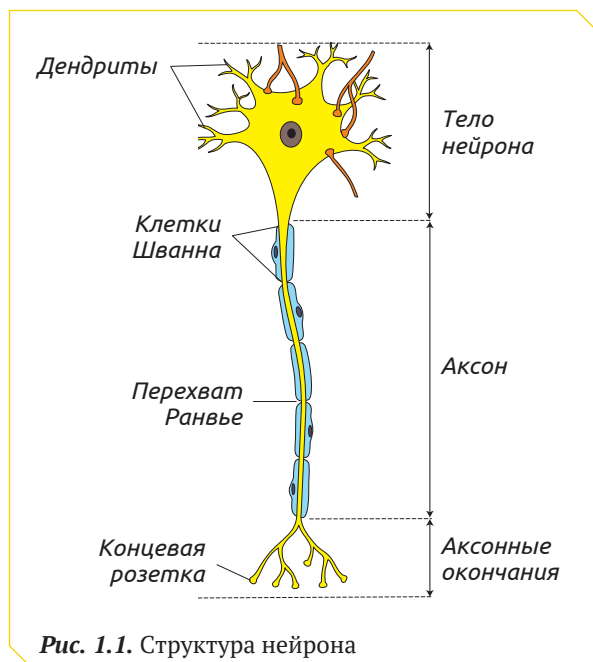


Рис. 1.1. Структура нейрона

Таблица 1.1
Отличия между дендритами и аксонами

Дендрит	Аксон
Передаёт информацию от рецепторных органов или других нейронов телу нейрона	Передаёт нервный импульс от клеточного тела к другим нейронам или исполнительным органам (мышцам, железам)
Как правило, нейрон имеет несколько дендритов	Как правило, нейрон имеет один аксон
Без миелиновой оболочки	Некоторые аксоны покрыты миелиновой оболочкой
Ветвления близко от тела нейрона	Образует ветвления на противоположном конце тела нейрона

Типы нейронов

Нейроны классифицируются в зависимости от: морфологии, функций, органов с которыми образуют связи, покрытия аксона и др. (табл. 1.2).

♦ В соответствии с **морфологическим критерием** нейроны делятся на (рис. 1.2):

✓ **анаксонные нейроны**, имеющие более двух отростков, отходящих от всего тела. Структурно аксон неотличим от дендритов.

✓ **псевдоуниполярные нейроны** с одним коротким отростком, делящимся на дендрит и аксон, проникающий в спинной мозг или ствол головного мозга. Образуют некоторые черепно-мозговые и спинномозговые нервы.

✓ **биполярные нейроны**, имеющие по одному аксону и дендриту на разных полюсах клетки. Входят в структуру глаза (сетчатки), носа (обонятельной области слизистой оболочки) и внутреннего уха;

✓ **мультиполярные нейроны**, имеющие один аксон и несколько дендритов. Самые многочисленные нейроны центральной нервной системы.

♦ В зависимости от **выполняемой функции** нейроны делятся на:

✓ **чувствительные (рецепторные)**, которые воспринимают возбуждение от внешних раздражителей (обонятельные нейроны, тем-

пературные и болевые рецепторы, рецепторы давления и др.). Эту функцию выполняют псевдоуниполярные и биполярные нейроны;

✓ **двигательные нейроны (эффекторные)**, которые передают импульс от аксона к эффекторным органам (мышцам, железам). Большинство из них мультиполярны;

✓ **ассоциативные нейроны (вставочные)**, которые получают информацию от чувствительных нейронов, анализируют ее и вырабатывают ответную реакцию, которую передают двигательным нейронам. Это мультиполярные нейроны с коротким аксоном;

✓ **секреторные нейроны** – нейроны гипоталамуса, вырабатывающие нейрогормоны.

♦ В зависимости от **органов, с которыми осуществляют связь**, нейроны делятся на:

✓ **соматические** – образуют связи с кожей, скелетными мышцами, сухожилиями, связками и др.;

✓ **висцеральные** – с внутренними органами.

♦ **Наличие или отсутствие миелиновой оболочки** является критерием деления нейронов на:

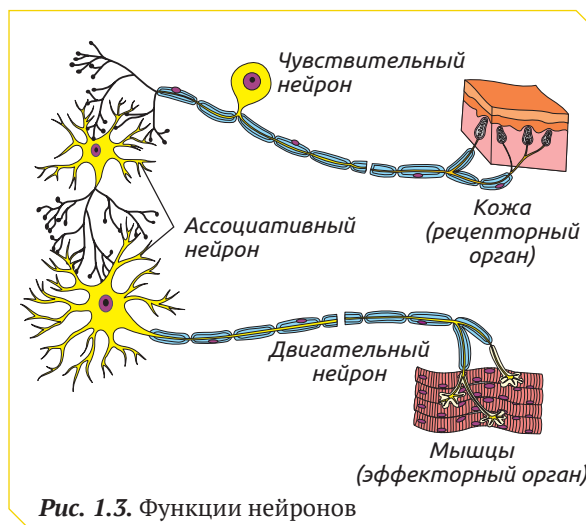
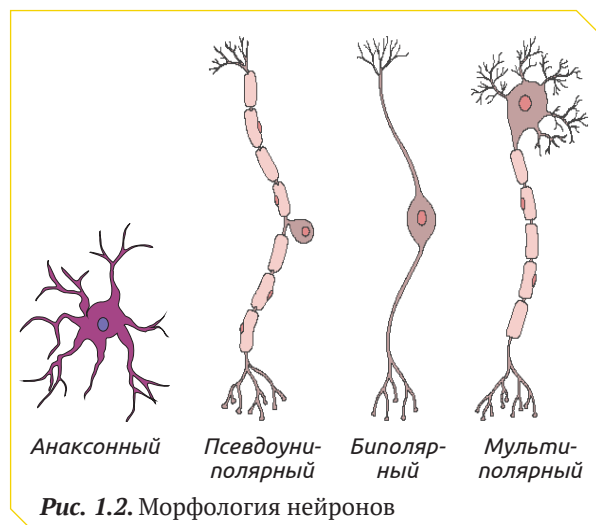
✓ **миелиновые нейроны**, аксоны которых покрыты миелиновой оболочкой.

✓ **безмиелиновые нейроны**, аксоны которых не обладают миелиновой оболочкой.

Таблица 1.2

Типы нейронов

Критерии классификации			
Морфология	Функция	Органы, с которыми связываются	Миелиновая оболочка
Анаксонные	Чувствительные	Соматические	Миелиновые
Псевдоуниполярные	Двигательные	Висцеральные	Безмиелиновые
Биполярные	Ассоциативные (вставочные)		
Мультиполярные нейроны	Секреторные		



СКОПЛЕНИЯ НЕЙРОНОВ

Тела нейронов образуют скопления – *нервные ядра* и *нервные узлы*, а отростки образуют *нервные волокна*.

♦ **Нервные ядра** локализованы в центральной нервной системе, где вместе с безмиелиновыми волокнами образуют *серое вещество*.

♦ **Нервные узлы** являются частью периферической нервной системы.

♦ **Нервные волокна** состоят из аксонов, длинных дендритов и ассоциированных тканей. В центральной нервной системе нервные волокна миелинизированы и образуют *белое вещество*.

В периферической нервной системе нервные волокна (аксоны двигательных нейронов, длинные дендриты псевдоуниполярных нейронов) образуют нервы: отходящие от спинного мозга, образуют *спинномозговые нервы*, а отхо-

дящие от головного мозга – *черепно-мозговые нервы*. Нервы состоят из миелиновых и безмиелиновых волокон.

Синапс

Функциональная связь между нейронами или нейроном и эффекторными клетками (мышечными или железистыми) называется *синапсом* (от греч. *syn* – воссоединять). Синапс состоит из мембран концевой розетки и другого нейрона или эффекторной клетки и пространства между ними. Через синапсы нервный импульс передается в одно направление. Нейрон может образовывать от 1000 до 10 000 синапсов.

В центральной нервной системе нейроны образуют синапсы с другими нейронами, а в периферической нервной системе – с другими нейронами или с клетками эффекторных органов (мышц, желез).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ИЗУЧЕНИЕ НЕЙРОНА ПРИ ПОМОЩИ МИКРОПРЕПАРАТОВ

- | | |
|-----------------------------------|---|
| ♦ Материалы и оборудование | ✓ Микроскоп.
✓ Микропрепараты (фотографии): «Нервная ткань», «Серое вещество», «Белое вещество». |
| ♦ Ход работы | 1. Изучи при помощи микроскопа (фотографий) нервную ткань, серое и белое вещество.
2. Идентифицируй нейрон и его компоненты: тело нейрона, дендриты, аксон, перехваты Ранвье, концевые розетки.
3. Классифицируй изученные нейроны в зависимости от строения и функций. |
| ♦ Оформление результатов | 1. Нарисуй изученные при помощи микроскопа нейроны.
2. Составь легенду рисунка.
3. Опиши изученные нейроны, подчеркни общие и отличительные свойства. |

ИССЛЕДОВАНИЕ

ЗАКОН ХЕББА

Способность нейронов претерпевать изменения называется нейропластичностью. Это свойство наблюдается в любом возрасте, во время обучения и восстановления после травмы или заболевания. Один из механизмов нейропластичности описан в Законе Хебба, который постулирует: многократная передача нервного импульса от аксона одного нейрона к другому нейрону увеличивает их эффективность. Чем чаще мы повторяем какое-то действие, тем больше укрепляются синапсы, а повторяемое действие становится привычкой.



1. Назови соединение нейронов, которое осуществляет передачу импульса. Опиши ее структуру.
2. На основании Закона Хебба объясни поговорку «Повторение – мать учения».



1. Опиши строение нейрона:
✓ двигательного;
✓ чувствительного;
✓ ассоциативного.
2. Объясни функции отростков нейрона.
3. Изобрази в виде схемы разнообразие нейронов.
4. Проведи сравнительный анализ строения нервных ядер, узлов и волокон.
5. Объясни утверждение: «Нервный импульс передается от нейрона к нейрону в одном направлении».
6. Оцени функциональные нарушения чувствительного нейрона без концевой розетки.
7. Из различных материалов смоделируй анаксоны, псевдоуниполярные, биполярные и мультиполярные нейроны. За 1–3 мин. опиши модели и отметь морфологические различия между ними.
8. Подготовь презентацию PPT на тему «Искусственные нейроны» на основе информации, хранящейся в QR-коде 1.1.



Нервная система координирует жизнедеятельность организма. Органы нервной системы выполняет две функции: *рефлекторную* и *проводящую*.

♦ **Рефлекторная функция** обеспечивается нервными центрами, которые получают информацию о внутренней и внешней среде, анализируют ее и вырабатывают ответные реакции.

♦ **Проводящая функция** обеспечивается проводящими путями, которые проводят информацию от рецепторов к нервным центрам, и далее – к эффекторным органам.

Нервная система человека состоит из двух структурных компонентов: *центральной (ЦНС)* и *периферической нервной системы (ПНС)*; и двух функциональных компонентов: *соматической* и *вегетативной нервной системы (рис. 1.4)*.

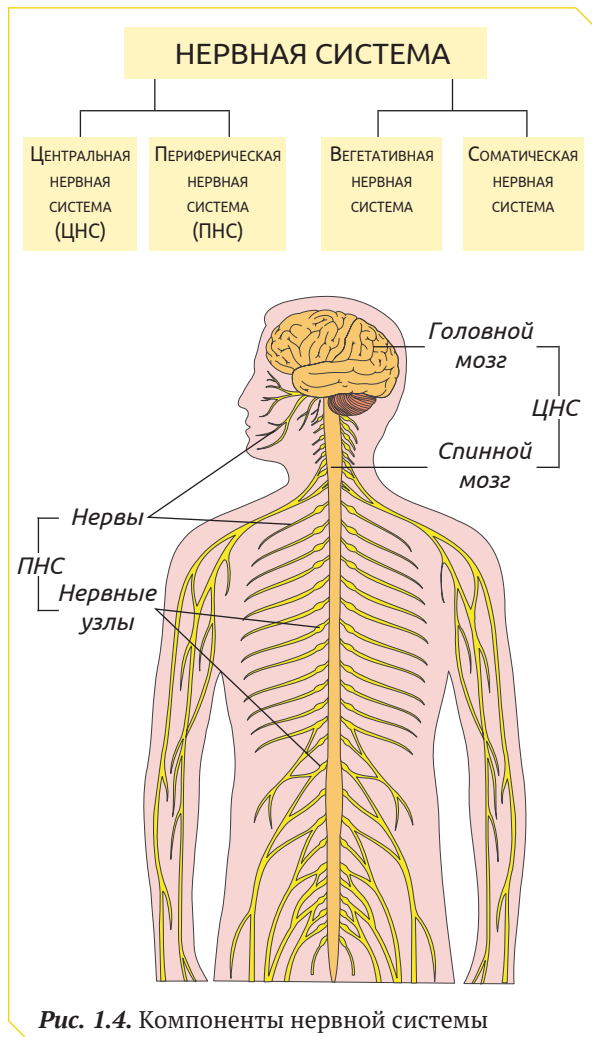


Рис. 1.4. Компоненты нервной системы

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА (ЦНС)

ЦНС включает головной и спинной мозг, нервная ткань которых состоит из:

✓ **серого вещества** – выполняющего рефлекторную функцию, состоящего из тел нейронов, дендритов, безмиелиновых аксонов и глиальных клеток;

✓ **белого вещества** – выполняющего проводящую функцию, состоящего из миелиновых аксонов и глиальных клеток.

Нормальная деятельность головного и спинного мозга обеспечивается: *скелетом, мозговыми оболочками, эпидуральным пространством, спинномозговой жидкостью и кровеносными сосудами*.

Кости черепа защищают головной мозг, а **позвонки** – спинной мозг.

Три защитные мозговые оболочки (*твёрдая, паутинная и мягкая*) покрывают головной и спинной мозг: (рис. 1.5, 1.6).

Твёрдая оболочка – наружная. Плотно прилегает к костям основания черепа и образует выросты, которые разделяют большие полушария и полушария мозжечка. В области свода легко отделяется от костей, что способствует образованию эпидуральной гематомы в случае травм, повреждающих сосуды.

Твёрдая оболочка спинного мозга – волокнистая мембрана, отделенная от стенок позвоночного канала эпидуральным пространством. Похожа на цилиндр, который в верхней части плавно переходит в твёрдую оболочку головного мозга.

Паутинная оболочка – тонкая мембрана, напоминающая паутину. Между ней и мягкой оболочкой находится спинномозговая жидкость.

Мягкая оболочка примыкает к спинному и головному мозгу. Вырабатывает спинномозговую жидкость, выполняет питательную и защитную функцию.

Эпидуральное пространство – это пространство между твёрдой оболочкой и костями. Выполняет функцию поддержки и защиты. Заполнено жировой тканью. Сюда вводятся препараты для эпидуральной анестезии.

Спинномозговая жидкость образуется из плазмы крови, переносит питательные вещества и метаболиты. Выполняет защитную функцию и обеспечивает постоянство внутричерепного давления.

Сеть кровеносных сосудов обеспечивает нервную ткань кислородом и питательными веществами, а также удаляет шлаки.

♦ **Спинной мозг**, расположенный в позвоночном канале, короче позвоночника, так как в онтогенезе развивается медленнее. У взрослого человека нижний конец спинного мозга находится на уровне первого или второго поясничного позвонка. Разница в длине позвоночника и спинного мозга вызывает пространственное несоответствие их областей.

Внешний вид. Спинной мозг имеет вид шнура, сплюсненного в спинно-брюшной плоскости. Образует два утолщения: шейное и поясничное. В связи с развитием руки как орудия труда, шейное утолщение крупнее поясничного.

Внутреннее строение. Спинной мозг состоит примерно из 100 миллионов нейронов, которые образуют белое и серое вещество.

Серое вещество образует два вертикальных столбца, которые на поперечном разрезе напоминают букву Н или бабочку. В каждом столбце выделяют передний и задний рог. Передние рога короткие, а задние рога узкие и длинные. Функционально, передние рога являются двигательными, а задние – чувствительными (рис. 1.5).

Белое вещество располагается вокруг серого вещества. Состоит из пучков нервных волокон, которые делятся на:

- ✓ *восходящие нервные пути*, направленные к головному мозгу (чувствительные волокна);
- ✓ *нисходящие нервные пути*, направленные от головного мозга (двигательные волокна).

♦ **Головной мозг** расположен в черепной коробке в продолжении спинного мозга. Состоит из около 100 миллиардов нейронов. Головной и спинной мозг соединяются на уровне затылочной кости. Головной мозг состоит из трех морфологических частей: *переднего, среднего и заднего мозга* (рис. 1.6).

Задний мозг состоит из: *продолговатого мозга, Варолиева моста и мозжечка*.

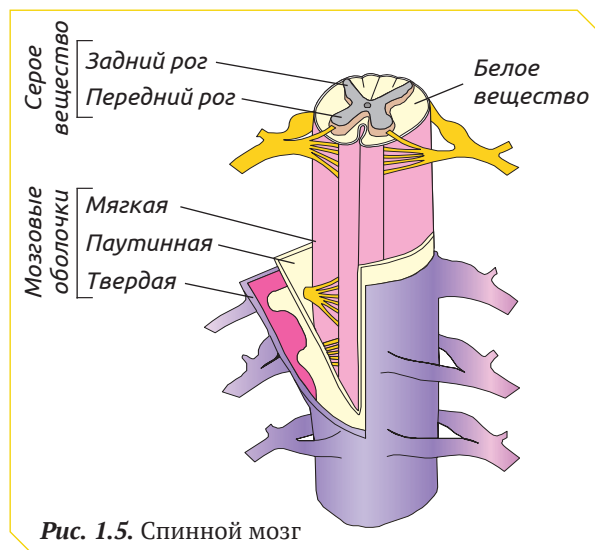


Рис. 1.5. Спинной мозг

Конфигурация и строение продолговатого мозга аналогично спинному мозгу. Серое вещество расположено в середине и образует ядра, от которых берут начало IX–XII черепно-мозговые нервы. Проводящие пути продолговатого мозга проходят в восходящем, нисходящем и поперечном (перекрестном) направлении, что обеспечивает прохождение нервных импульсов от левой части тела в правое полушарие и наоборот.

Варолиев мост имеет вид полосы, содержащей ядра серого вещества, от которых отходят V–VIII черепно-мозговые нервы.

Мозжечок состоит из двух полушарий и узкого сегмента между ними. Белое вещество находится в центре мозжечка, а серое – расположено на периферии и образует кору мозжечка с узкими извилинами, которые увеличивают поверхность коры до 850 см².

Средний мозг состоит из белого вещества, которое образует проводящие пути, и серого вещества, которое включает нервные ядра III и IV черепно-мозговых нервов.

Передний мозг (собственно мозг) состоит из промежуточного мозга и больших полушарий.

Промежуточный мозг находится под большими полушариями и состоит из: таламуса, метаталамуса, эпиталамуса и гипоталамуса, которые координируют целый ряд жизненно важных функций организма.

Большие полушария закрывают все отделы мозга и состоят из: обонятельного мозга, базальных ядер (скоплений серого вещества в толще полушарий) и коры полушарий.

Кора больших полушарий состоит из серого вещества, образованного из 6 слоев нейронов, отличающихся по форме, размерам и функциям. В зависимости от преобладающего слоя нейронов, кора образует несколько функциональных областей – корковых зон.

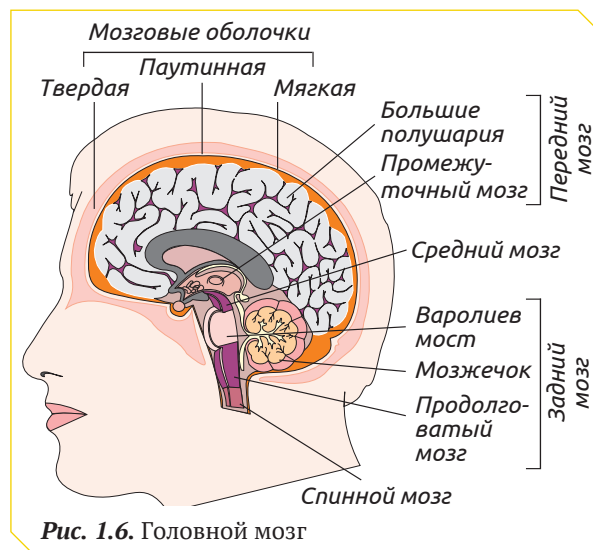


Рис. 1.6. Головной мозг

ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА (ПНС)

◆ **Нервы** состоят из миелиновых волокон, изолирующей соединительной ткани и сети кровеносных сосудов, которые осуществляют обмен веществ. Нервы делятся на спинномозговые и черепно-мозговые.

Спинномозговые нервы – пути прохождения нервного импульса от органов чувств к спинному мозгу, и далее к эффекторным органам. У человека 31 пара спинномозговых нервов. Каждый состоит из двух корешков (переднего и заднего), ствола нерва и ветвлений нерва (рис. 1.7).

Передние корешки образованы аксонами двигательных нейронов, тела и дендриты которых находятся в сером веществе спинного мозга.

Задние корешки состоят из отростков и тел чувствительных нейронов. Условно задний корешок можно разделить на три сегмента, отличающихся строением и функциями:

✓ аксоны чувствительных нейронов, которые проникают в задний рог серого вещества;

✓ чувствительный узел (спинной), состоящий из тел чувствительных нейронов;

✓ дендриты чувствительных нейронов, направленные к чувствительным органам.

Ствол нерва образуется путем соединения переднего и заднего корешков. Ствол короткий

(около 1 см), образует четыре ветви, которые иннервируют определенные области кожи или мышц – зоны действия.

Знание этих зон является решающим фактором в диагностике разных дисфункций нервов.

Функционально спинномозговые нервы являются **смешанными** и состоят из чувствительных и двигательных волокон.

Черепно-мозговые нервы. 12 пар симметричных нервов: чувствительных, двигательных и смешанных, которые берут начало в головном мозге.

◆ **Нервные узлы** – скопления тел нейронов, дендритов и глиальных клеток, которые обеспечивают связь структур нервной системы, промежуточный анализ нервных импульсов и координацию функций внутренних органов. Бывают чувствительные и двигательные (рис. 1.8).

Двигательные узлы состоят из тел вегетативных нейронов, которые передают информацию от ЦНС внутренним органам. В зависимости от расположения, двигательные нервные узлы делятся на три группы:

✓ **паравертебральные узлы**, образующие две цепи вдоль позвоночника;

✓ **превертебральные узлы**, расположенные вблизи крупных брюшных кровеносных сосудов;

✓ **конечные узлы**, в стенках внутренних органов.

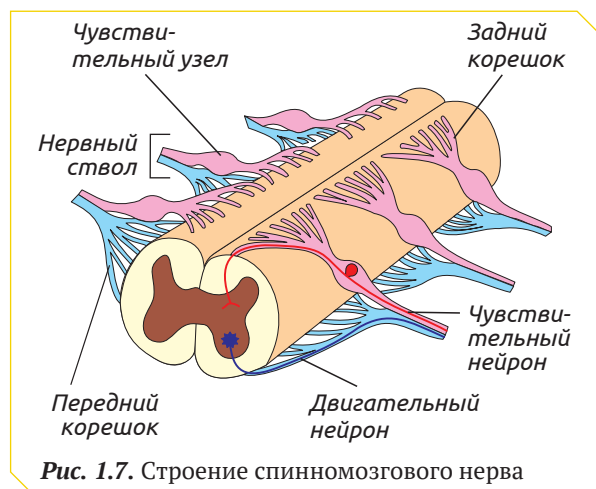


Рис. 1.7. Строение спинномозгового нерва

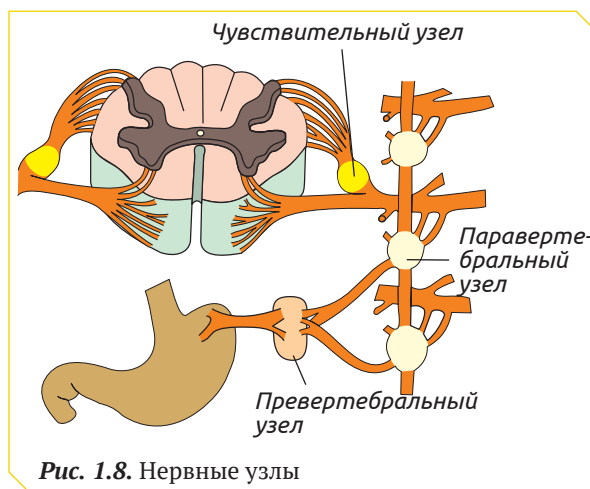
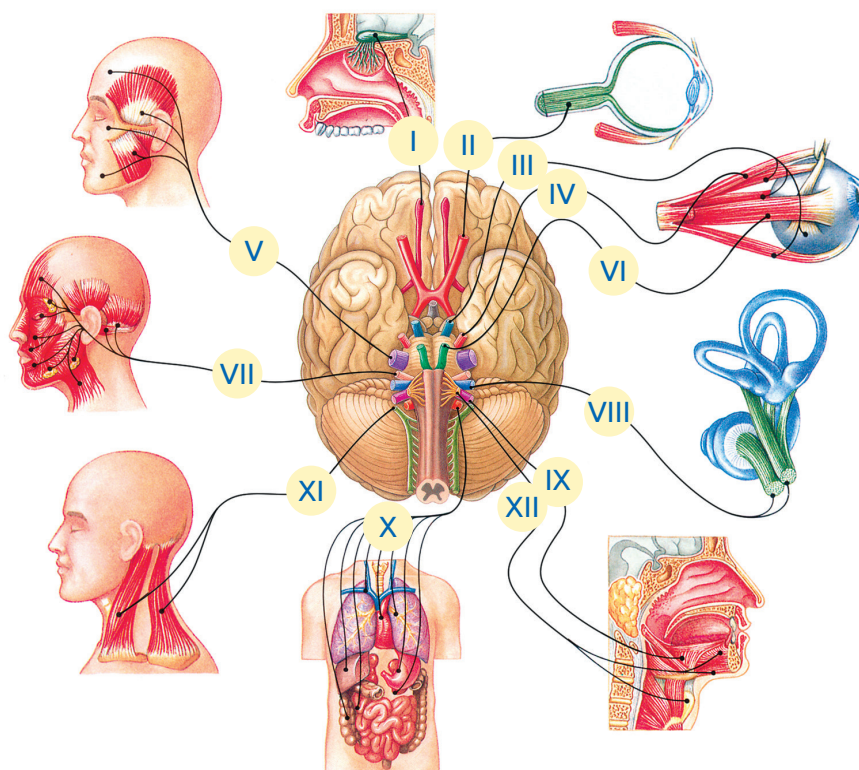


Рис. 1.8. Нервные узлы

 - Объясни функции нервной системы человека. - Перечисли части ЦНС и ПНС. - Опиши защитные структуры ЦНС. - Опиши функции и морфологию нейронов, которые образуют нервные корешки.	- Представь в виде таблицы различия между спинномозговыми и черепно-мозговыми нервами. - Составь схему «Строение головного мозга». - Определи нервы, повреждение которых приведет к потере способности к глотанию (стр. 12).	- Проанализируй с функциональной точки зрения разницу в диаметре отделов спинного мозга: ✓ шейный – 13–14 мм; ✓ грудной – 10 мм; ✓ поясничный – 12 мм. - Оцени последствия повреждения чувствительного узла.
--	--	--

ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫЕ НЕРВЫ

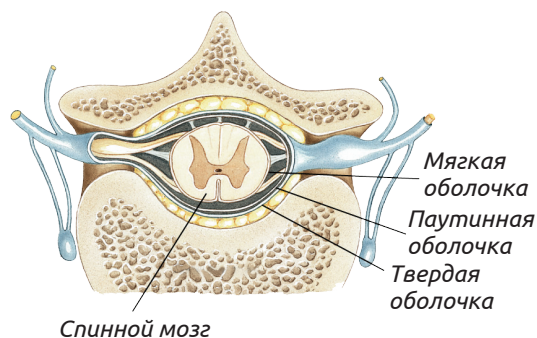


НЕРВ	ИННЕРВИРУЕМАЯ ЗОНА	ФУНКЦИЯ
I. Обонятельный (чувствительный)	Обонятельный эпителий	Обонятельная чувствительность
II. Зрительный (чувствительный)	Сетчатка	Зрительная чувствительность
III. Глазодвигательный (двигательный)	Мышцы глазного яблока Цилиальные мышцы Мышцы радужки	Подвижность глазного яблока Сужение зрачка
IV. Блоковый (двигательный)	Верхние косые мышца глазного яблока	Подвижность глазного яблока
V. Тройничный (смешанный)	Жевательные мышцы, Лицо, зубы, зубные альвеолы, десна, язык	Жевание Осязательная, болевая и термическая кожная чувствительность
VI. Отводящий (двигательный)	Прямая внешняя мышца глазного яблока	Подвижность глазного яблока
VII. Лицевой (смешанный)	Мимические мышцы Вкусовые сосочки Слюнные железы	Мимика Вкусовая чувствительность Слюноотделение, слезообразование
VIII. Преддверно-улитковый (чувствительный)	Слуховые клетки Кортиева органа Чувствительные клетки макулл и гребней	Слуховая чувствительность Равновесие
IX. Языко-глоточный (смешанный)	Верхние мышцы глотки Слизистая языка Слюнные железы	Глотание, звукообразование, вкусовая чувствительность, висцеральная моторика
X. Блуждающий (смешанный)	Верхние мышцы глотки и мышцы гортани, слизистая языка, внутренние органы грудной и брюшной полости	Глотание, вкусовая чувствительность, слюноотделение
XI. Добавочный (двигательный)	Трапециевидные, грудино-, ключично-, сосцевидные мышцы Мышцы глотки и гортани	Двигательная, глотание
XII. Подъязычный (двигательный)	Мышцы языка	Глотание

ЭПИДУРАЛЬНАЯ АНЕСТЕЗИЯ

Эпидуральная анестезия – это локальная инъекция анестетика в эпидуральное пространство. Анестетик – вещество, которое ингибирует чувствительные нервные окончания и волокна.

После этой процедуры немеет часть тела ниже места инфильтрации анестетика, устраняя тем самым боль, вызванную, например, сокращением матки во время родов.



1. Найди на рисунке эпидуральное пространство и чувствительные нервные волокна.
2. Назови структуру спинного мозга, в которой находятся чувствительные нервные окончания.
3. Опиши «путь», пройденный анестетиком из эпидурального пространства до чувствительных нервных окончаний.

ЗАКОН БЕЛЛА-МАЖАНДИ

Чарлз Белл, в 1810 году, изучал на животных и человеческих трупах строение головного мозга, мозжечка, спинного мозга и нервов. Он сделал вывод, что корни спинномозговых нервов имеют различные функции: нервные волокна в передних корешках выполняют смешанные функции (чувствительные и двигательные), а задний корешок – жизненно важные функции.

Франсуа Мажанди, в 1820-1822 годах, не зная о выводах Чарлза Белла, проводил лабораторные эксперименты на живых животных. Ученый разрезал корешки спинномозговых нервов разных зон и наблюдал за поведением животных.

На основании результатов, полученных Мажанди, в 1824 году были подтверждены выводы Белла о том, что корешки спинномозговых нервов имеют различные функции. В то же время Франсуа Мажанди обнаружил функции передних и задних корешков, опровергнув выводы Белла о функциях каждого из корешков спинномозговых нервов.



1. Назови типы нейронов и их компоненты, которые образуют спинномозговые нервные корешки.
2. Предположи поведение собаки, которой Мажанди разрезал задний корешок, передний корешок или оба корешка нервов поясничного отдела спинного мозга.
* Нервы этой области иннервируют задние конечности.
3. Дополни закон Белла-Мажанди верными понятиями.
(...) нервные волокна проходят по пути задних спинномозговых корешков, а (...) нервные волокна проходят по пути передних корешков.

ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА

Травмы спинного мозга могут быть результатом его прямого повреждения или повреждений позвоночника. В результате травмы спинного мозга все нервы, расположенные выше места повреждения, продолжают работать, а расположенные на уровне травмы и ниже больше не передают нервные импульсы в головной мозг и не получают информацию от мозга (даже если они не повреждены). Чем выше повреждение спинного мозга, тем сильнее выражены двигательные и чувствительные нарушения функции тела.

Тетраплегия это термин, который описывает состояние пациента с повреждением спинного мозга в зоне шейного отдела, а параплегия – в зоне T2-S5.



1. Назови структуры спинного мозга, при повреждении которых нарушается передача нервных импульсов к головному мозгу и от него.
2. Пациент (А) в результате травмы шейных позвонков (С3) получил повреждение спинного мозга, а у другого пациента (В) – травма на уровне Т8 с повреждением спинного мозга.
 - 2.1. Укажи сегмент спинного мозга (для каждого пациента), начиная с которого чувствительность и подвижность полностью отсутствуют.
 - 2.2. Назови пациента с более высокой чувствительностью и подвижностью.

3 РЕФЛЕКТОРНАЯ И ПРОВОДЯЩАЯ § ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Функции головного мозга

Головной мозг собирает информацию, анализирует ее и вырабатывает адекватную ответную реакцию организма. Отделы мозга отличаются между собой по форме, размеру и расположению белого и серого вещества. Эти отличия лежат в основе деления мозга на пять функциональных отделов: *метенцефалон*, *миеленцефалон*, *мезенцефалон*, *диенцефалон* и *теленцефалон*.

◆ Миеленцефалон (продолговатый мозг).

Рефлекторная функция продолговатого мозга обеспечивается рядом *вегетативных нервных центров* жизненно важных рефлексов (дыхательного, сердечного, вазомоторного), пищеварительных (слюнообразования, глотания, сосания и др.) и защитных рефлексов (чихания, моргания, кашля, рвоты, мышечного тонуса) (рис. 1.9).

Проводящая функция продолговатого мозга осуществляется *афферентными волокнами*, которые идут от рецепторов органа слуха и равновесия, ротовой полости, кожи лица, органов грудной клетки (сердца, сосудов и легких) и некоторых органов брюшной полости (желудка, поджелудочной железы, печени и желчных путей, тонкого кишечника); и *эфферентными волокнами*, идущими от нейронов продолговатого мозга ко всем мышцам и железам лица, сердцу, бронхам, гортани, пищеводу, желудку, поджелудочной железе, печени и кишечнику.

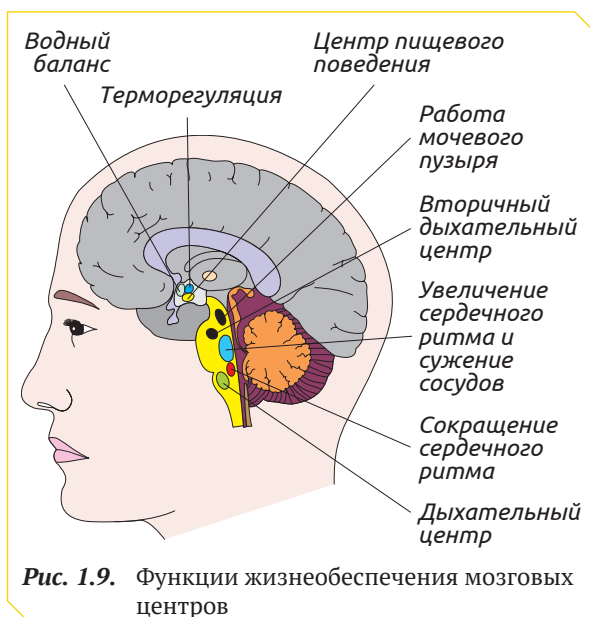


Рис. 1.9. Функции жизнеобеспечения мозговых центров

◆ Метенцефалон (Варолиев мост, мозжечок).

Варолиев мост выполняет рефлекторную функцию регуляции слезного рефлекса, слюноотделения, жевания, роговичного рефлекса, аурикулопальпебрального рефлекса (закрывание глаз при резком звуке), потоотделения и слюнных выделений кожи лица и головы, сокращения лицевых мышц (экспрессивная мимика), боковых движений глазных яблок, поддержания мышечного тонуса и, в определенных условиях, дыхательных движений.

Проводящую функцию выполняют многочисленные *волокна* белого вещества моста.

Мозжечок – это орган адаптации к силе тяжести и инерции, обеспечения координации движений тела, и равновесия.

◆ **Мезенцефалон (средний мозг)** включает ядра *глазодвигательного* (III) и *блокового* (IV) нервов, которые осуществляют рефлексы ориентирования на свет и звук. Средний мозг выполняет функции, связанные с правильным распределением мышечного тонуса (*красное ядро*) и с рефлексами выпрямления.

◆ **Диенцефалон (промежуточный мозг)** осуществляет взаимосвязь организма со средой обитания.

Таламус отвечает за чувственное восприятие. В случае его повреждения теряется тактильная чувствительность, происходят параличи, нарушение сна и др.

Гипоталамус – главный координирующий центр всех функций жизнеобеспечения (функции внутренних органов и некоторых реакций, связанных с инстинктами и эмоциональными состояниями). Он воздействует на внутренние органы посредством нервных импульсов и синтеза гипотропных гормонов.

Гипоталамус влияет на моторику органов пищеварения. Передняя часть гипоталамуса активирует моторику желудка и кишечника, а задняя часть ингибирует ее, и влияет на дефекацию и мочеиспускание.

Центры гипоталамуса влияют на синтез гонадотропного гормона передней доли гипофиза. Этот гормон регулирует развитие первичных и вторичных половых признаков. Гипоталамус влияет на половые функции. Так, сильные эмоции могут вызвать или остановить менструацию, или спровоцировать импотенцию у мужчин.

В гипоталамусе находятся центры эмоционального состояния (выражение лица: раздражение, гнев, страх, меланхолия, удовольствие, смех, покраснение; ускорение пульса).

Некоторые центры гипоталамуса обеспечивают водный баланс путем регуляции синтеза антидиуретического гормона задней доли гипофиза. Их поражение ведет к «несахарному диабету» (усиленное удаление воды и постоянная жажда).

В гипоталамусе находится центр голода, повреждение которого приводит к ожирению.

Гипоталамус поддерживает тонус коры мозга посредством возбуждения, передаваемого от анализаторов (зрительного, слухового, обонятельного), или посредством возбуждения экстерорецепторов и проприорецепторов и поддерживает состояние бодрствования. Устранение возбуждения вызывает сон.

Гипоталамус защищает организм от перегрева и переохлаждения. При повышении температуры среды происходит расширение сосудов кожи, усиливается потоотделение и учащается дыхание. При понижении температуры происходит сужение сосудов кожи, появляется озноб и замедляется дыхание.

♦ **Теленцефалон** (обонятельный мозг, базальные ядра и кора полушарий) координирует жизненно важные функции организма.

Обонятельный мозг обеспечивает обоняние и обонятельно-вегетативные функции (изменения дыхания; моторики желудка, артериального давления; пережёвывание, глотание, слюноотделение; мочеиспускание).

Базальные ядра координируют непроизвольные движения (мимика во время разговора).

Кора головного мозга выполняет сенсорную, чувствительную, двигательную, психическую и другие функции (рис. 1.10).

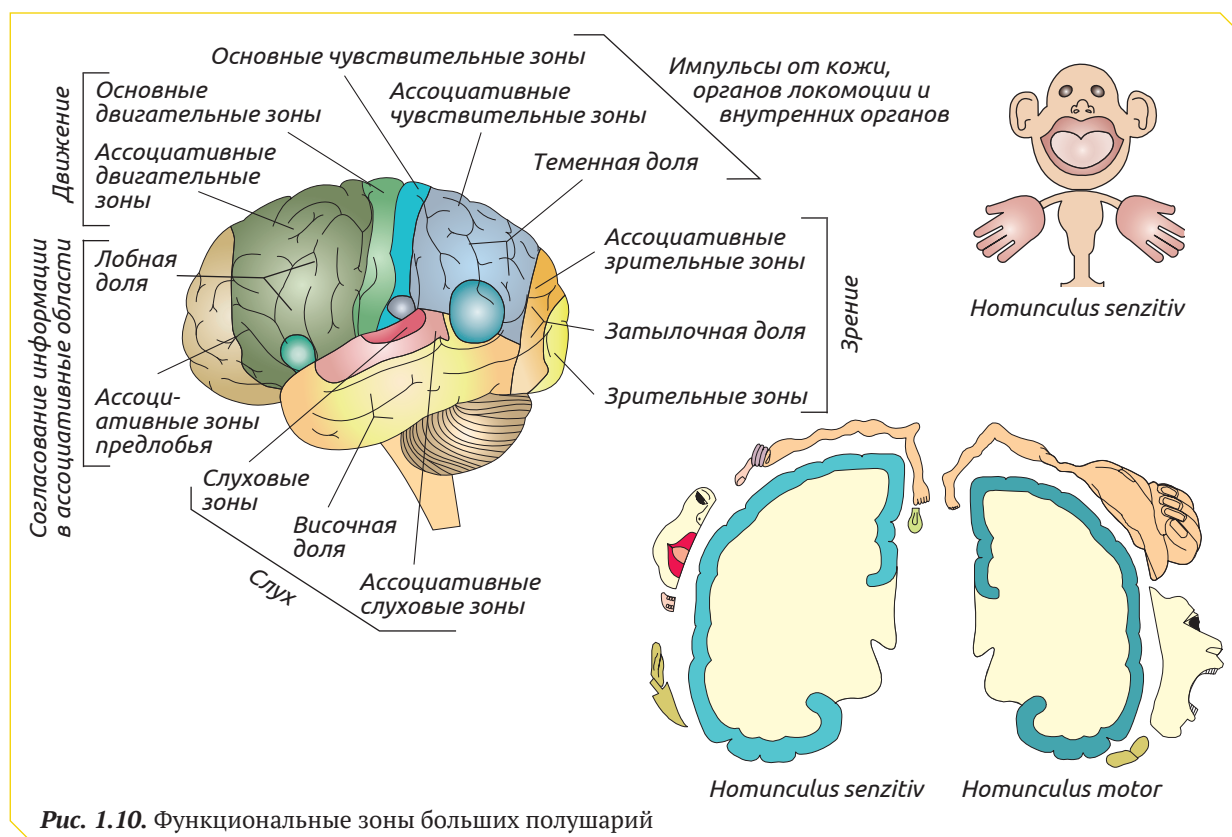
Сенсорная функция осуществляется обонятельной, вкусовой, зрительной и слуховой зонами коры, в которых информация от органов чувств анализируется и превращается в ощущения.

Чувствительная функция осуществляется корковыми зонами, которые воспринимают осязательные, болевые, температурные, мышечно-суставные раздражения. Проекцию чувствительных зон на коре схематически можно изобразить в виде человечка – *homunculus sensitiv*.

Двигательная функция корковых зон состоит в координации произвольных быстрых и точных движений скелетных мышц противоположной части тела, и может быть изображена схематически в виде *homunculus motor*.

Психическая функция осуществляется ассоциативными зонами, которые связывают различные зоны коры.

Ассоциативные двигательные зоны руководят освоенными в течение жизни движениями. Примерами могут служить: ассоциативные зоны речи и письма, которые формируются в результате обучения.



Ассоциативная зона речи координирует движения, обеспечивающие произношение слов в определенной последовательности. При повреждении данной зоны, человек понимает все, но не может говорить.

Ассоциативная зона письма руководит письменным выражением мыслей. Повреждение этой зоны ведет к потере способности писать.

Сенсорные ассоциативные зоны – это зоны восприятия произнесенных и написанных слов.

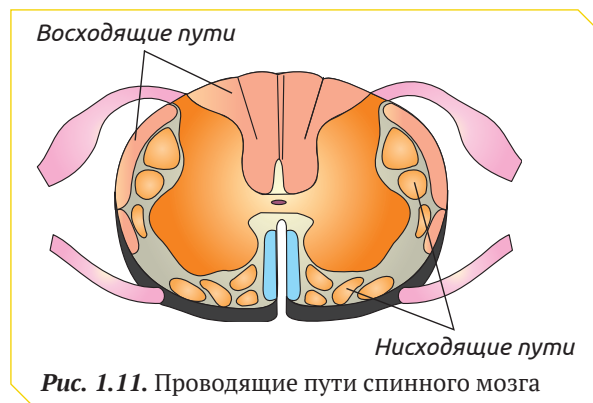
Повреждение ассоциативной зоны восприятия произнесенных слов приводит к непониманию речи: слова воспринимаются как гул, и теряют смысловое значение. При повреждении ассоциативной зоны восприятия написанных слов человек не воспринимает написанное: для него это всего лишь чернильные пятна.

Функции спинного мозга

Спинной мозг выполняет две основные функции: *рефлекторную* и *проводящую*. В сером веществе спинного мозга находятся центры некоторых важных соматических и вегетативных рефлексов: коленного, пяточного, бицепсного, трицепсного, сосудосуживающего, потоотделе-

ния, перистальтики пищеварительного тракта, жевательного, рефлекса дефекации и мочеиспускания, половых рефлексов и др.

Проводящая функция выражается в передаче нервных импульсов по длинным путям (восходящим и нисходящим) и коротким путям (ассоциативным и межсегментным). Восходящие (чувствительные) пути проводят информацию от рецепторов к мозгу, а нисходящие (двигательные) – от мозга к эффекторным органам (рис. 1.11).



РОЛЬ МОЗЖЕЧКА И СРЕДНЕГО МОЗГА В ОБЕСПЕЧЕНИИ РАВНОВЕСИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

- | | |
|---------------------------------|---|
| ♦ Ход работы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Встань, раположив ноги одна за другой, так, чтобы большой палец одной ноги прикасался к пятке другой. 2. Прижми руки к груди и сожми плечи. 3. Удерживай как можно дольше равновесие в этой неудобной позе. |
| ♦ Оформление результатов | <ol style="list-style-type: none"> 1. Опиши движения испытуемого (колебания тела и потеря равновесия, движения рук и ног, обеспечивающие сохранение равновесия). 2. Найди на муляжах, таблицах или схемах головного мозга нервные центры, которые обеспечивают сохранение вертикального положения тела при потере равновесия. 3. Сформулируй вывод о роли мозжечка и среднего мозга в сохранении вертикального положения тела при потере равновесия. |



- | | | |
|---|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Дай определение понятиям: <ul style="list-style-type: none"> ✓ рефлекторная функция ЦНС; ✓ проводящая функция ЦНС; ✓ homunculus sensitiv; ✓ homunculus motor. 2. Объясни ассоциацию между понятиями: тело и отростки нейрона; нервные центры и нервные волокна; белое и серое вещество; проводящая и рефлекторная функция мозга. | <ol style="list-style-type: none"> 3. Представь в виде таблицы функции коры головного мозга. 4. Найди на рисунке 1.10 поврежденные корковые зоны, если человек не воспринимает болевые ощущения. 5. Докажи, что гипоталамус обеспечивает гомеостаз организма человека. | <ol style="list-style-type: none"> 6. Прокомментируй высказывание античных ученых о том, что продолговатый мозг является центром координации жизненно важных функций. 7. Проанализируй деятельность частей нервной системы, которые обеспечивают действия ученика в следующих ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> ✓ заметил на столе карандаш; ✓ решил поднять карандаш; ✓ поднял карандаш. |
|---|---|---|

§ 4 СОМАТИЧЕСКАЯ И ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Функционально нервная система делится на *соматическую (СНС)* и *вегетативную нервную систему (ВНС)* (табл. 1.3).

СОМАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА отвечает за восприятие внешних стимулов и произвольные движения тела. Она состоит из:

- ✓ нервных центров головного и спинного мозга и нервных путей;
- ✓ чувствительных (афферентных) нервных волокон, передающих информацию от органов чувств к ЦНС;
- ✓ двигательных (эфферентных) нервных волокон, которые передают импульс от ЦНС к скелетным мышцам (рис. 1.12).

В качестве нейромедиатора нейронов соматической нервной системы выступает ацетилхолин.

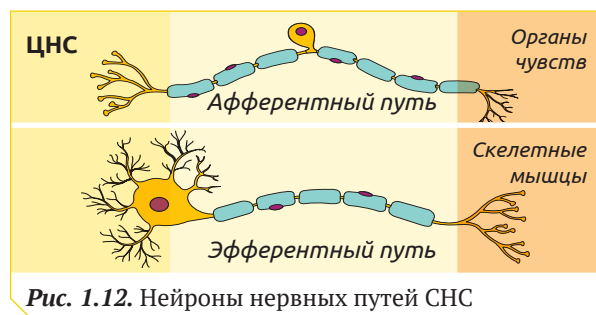


Рис. 1.12. Нейроны нервных путей СНС

ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА координирует функции внутренних органов: сокращение/расслабление гладких мышц; секрецию эндокринных желез; сердечную деятельность; энергетический метаболизм, иммунную систему. Деятельность ВНС носит непроизвольный и постоянный характер, как во время бодрствования, так и во время сна.

Вегетативная нервная система состоит из:

- ✓ вегетативных центров, расположенных в спинном, продолговатом и среднем мозге;
- ✓ чувствительных (афферентных) нервных волокон, которые передают информацию от внутренних органов к нервным центрам, входящих в состав III, VII, IX, X черепно-мозговых нервов и спинных нервов;
- ✓ двигательных вегетативных (эфферентных) нервных волокон, образованных доузловыми и послеузловыми нейронами.

Вегетативные нервные узлы расположены: в паравертебральной цепи, на определенном расстоянии от позвоночника (превертебрально) или в стенках внутренних органов (концевые узлы).

В зависимости от морфофункциональных особенностей, вегетативная нервная система делится на симпатическую и парасимпатическую.

Таблица 1.3

Основные отличия соматической и вегетативной нервной системы

	Соматическая нервная система	Вегетативная нервная система
Действие	Произвольное	Непроизвольное
Расположение нервных центров	Головной мозг, спинной мозг	Средний мозг Продолговатый мозг Варолиев мост Спинной мозг
Рецепторы	Рецепторы органов чувств	В стенках внутренних органов: • барорецепторы стенок кровеносных сосудов и сердца; • рецепторы уровня кислорода; • осморецепторы; • глюкорецепторы.
Двигательные (эфферентные) нервные пути	Один миелиновый нейрон	Два нейрона: • доузловой миелиновый; • послеузловой безмиелиновый.
Нейромедиаторы	Ацетилхолин	Ацетилхолин Адреналин Норадреналин
Скорость передачи нервного импульса	60–120 м/с	1–30 м/с

Большинство органов (сердце, гладкие мышцы пищеварительного тракта и стенки мочевого пузыря и т.д.) иннервируются симпатическими и парасимпатическими волокнами, с антагонистическим действием. Слюнные железы имеют двойную иннервацию с одинаковым действием. Потовые железы и большая часть кровеносных сосудов иннервируются преимущественно симпатическими волокнами (табл. 1.4).

♦ **Симпатическая нервная система** мобилизует организм для обеспечения его адаптации к стрессу («Бой или бегство»). Это эрготропная (производящая энергию) система.

Симпатическая нервная система:

- ✓ усиливает обмен веществ;
- ✓ ускоряет сердечный и дыхательный ритм;
- ✓ замедляет пищеварение и производство мочи;
- ✓ увеличивает уровень глюкозы в крови;
- ✓ увеличивает кровоснабжение мышц.

Доузловые нейроны расположены в передних рогах грудного и поясничного отделов спинного мозга. Их миелиновые аксоны образуют синапсы с клеточными телами послеузловых нейронов в симпатических узлах. Нейромедиатором доузловых симпатических нейронов является ацетилхолин, адреналин и норадреналин.

Тела послеузловых нейронов расположены в симпатических узлах, а их безмиелиновые аксоны образуют синапсы с внутренними органами; передают нервный импульс посредством норадреналина. Аксоны доузловых нейронов короче по сравнению с послеузловыми.

♦ **Парасимпатическая нервная система** обеспечивает накопление и сохранение энергии, для новой стрессовой реакции («Отдых и питание»).

Нервные центры парасимпатической системы расположены в мозговых ядрах (среднего и продолговатого мозга, Варолиева моста), и спинномозговых ядрах S2–S4.

Доузловые нейроны передают нервные импульсы от головного мозга по волокнам глазодвигательного (III), лицевого (VII), языкоглоточного (IX), блуждающего (X) нервов и доузловых нейронов крестцовых нервов. Они образуют синапсы с клеточными телами послеузловых нейронов парасимпатических узлов вблизи внутренних органов.

Послеузловые нейроны короче доузловых. Они иннервируют внутренние органы.

Нейромедиатором нейронов парасимпатической нервной системы является ацетилхолин.

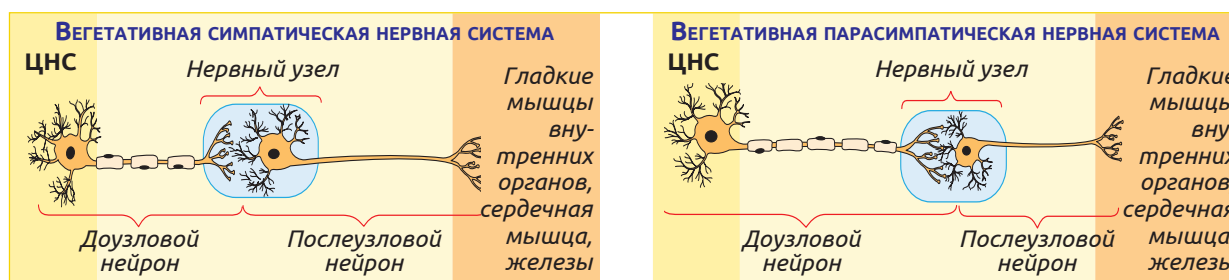


Рис. 1.13. Нейроны эфферентных путей вегетативной нервной системы

Таблица 1.4

Основные отличия симпатической и парасимпатической нервной системы

	Симпатическая нервная система	Парасимпатическая нервная система
Функции	Мобилизация организма в условиях стресса, путем производства энергии для активации мышц («бегство или бой»)	Накопление и сохранение энергии, необходимой в стрессовых ситуациях («отдых и питание»)
Расположение нервных центров и клеточных тел доузловых нейронов	Спинной мозг (грудной и поясничный отдел)	Средний мозг Продолговатый мозг Варолиев мост Спинной мозг
Особенности доузлового и послеузлового нейрона	Миелиновый аксон доузлового нейрона короче по сравнению с немиелиновым аксоном послеузлового нейрона.	Миелиновый аксон доузлового нейрона длиннее по сравнению с немиелиновым аксоном послеузлового нейрона.
Расположение нервных узлов	Паравerteбральные и превертебральные узлы	Концевые узлы
Нейромедиаторы	Ацетилхолин. Адреналин. Норадреналин	Ацетилхолин

СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Сокращение радиальных мышц радужки и расширение зрачка.

Сокращение цилиарных мышц для дальнего зрения.

Сужение слезных каналов.

Сужение каналов слюнных желез.
Выделение вязкой слюны.

Расширение бронхов.

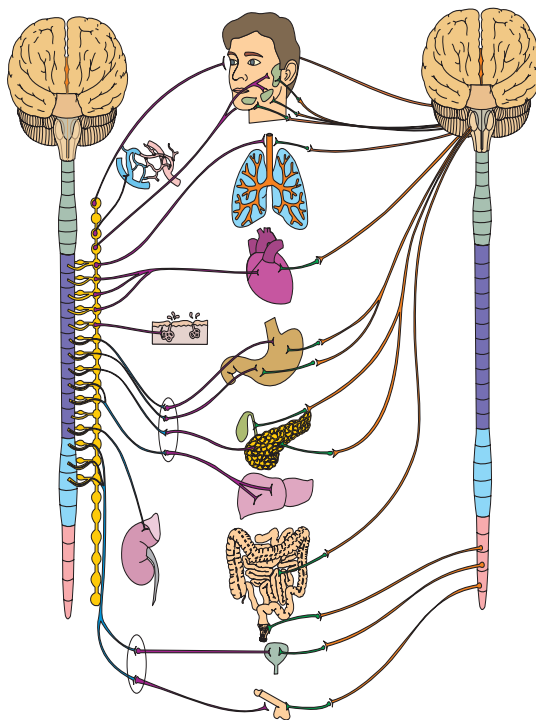
Учащение сердечного ритма, расширение коронарных сосудов.

Снижение тонуса и моторики пищеварительных органов.
Сокращение сфинктеров.

Усиление деятельности надпочечников и щитовидной железы.

Превращение гликогена в глюкозу.

Расслабление мышц мочевого пузыря и сокращение сфинктера.



ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Сокращение круговых мышц радужки и сокращение зрачка.

Сокращение цилиарных мышц для близкого зрения.

Усиление слезообразования, расширение слезных каналов.

Обильное слюноотделение.

Сужение бронхов.

Снижение сердечного ритма, сужение коронарных сосудов.

Повышение тонуса и моторики пищеварительных органов.
Расслабление сфинктеров.
Ускорение пищеварения.

Превращение глюкозы в гликоген.

Сокращение мышц мочевого пузыря и расслабление сфинктера.

«БОЙ ИЛИ БЕГСТВО»

«Все бы ничего, но когда я услышал про отца, сразу обмяк. Потом незаметно прокрался среди людей и побежал в сторону Хумулешть, постоянно оглядываясь: не догоняет ли меня старик? По правде говоря, я думал только о том, чтобы спастись от него. Как говорится: «Оставь его! Я бы оставил, да теперь он меня не оставляет!». Так и со мной. Еще и радовался, что легко отделался. Хорошо бы на этом все и закончилось, и чтобы я имел дело только с мамой и теткой Мэриукой, думал я, а сердце мое билось в груди как у зайца – от страха и усталости».

Ион Крянгэ (*Воспоминания детства*)

ИССЛЕДОВАНИЕ

?

- Объясни поведение мальчика, описывая деятельность следующих компонентов:
 - ✓ Соматической нервной системы (рецепторы, внешний афферентный нерв, расположение нервного центра, эффекторные органы, нейромедиаторы, ответная реакция);
 - ✓ Вегетативной нервной системы (симпатический или парасимпатический отдел: типы узлов, их расположение, нейромедиаторы и др.).



- Назови критерий классификации нервной системы на соматическую и вегетативную.
- Перечисли функции:
 - ✓ соматической нервной системы;
 - ✓ вегетативной нервной системы.
- Назови эффекторные органы:
 - ✓ соматической нервной системы;
 - ✓ вегетативной нервной системы.
- Составь схему, отражающую сравнительное строение соматической и вегетативной нервной системы.
- Сравни деятельность соматической и вегетативной нервной системы во время сна и бодрствования.
- Проведи сравнительный анализ жизненных ситуаций, когда проявляется действие симпатической и парасимпатической нервной системы.
- Объясни, почему в стрессовых ситуациях (например, в случае испуга или страха) учащается дыхание, а сердце кажется, что выскакивает из груди.

5 РЕФЛЕКСЫ

Рефлекс — это ответная реакция организма на действие факторов среды, осуществляемая при участии ЦНС. Каждому рефлексу соответствует траектория, называемая *рефлекторной дугой*.

СТРОЕНИЕ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ

Простейшая рефлекторная дуга, состоящая из трех отделов (*рецептор, нейрон, эффектор*) была обнаружена у кишечнополостных. У высших животных рефлекторная дуга состоит из пяти отделов: *рецептор, чувствительный нейрон, нервный центр* (головной или спинной мозг), *двигательный нейрон* и *эффекторный орган*.

♦ **Рецепторы** (тактильные, слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые, вестибулярные, внутренних органов) воспринимают стимулы и превращают их энергию в нервный импульс.

♦ **Чувствительные нейроны** (афферентные волокна) передают импульс к нервным центрам.

♦ **Нервные центры** расположены в сером веществе ЦНС. Они анализируют и обрабатывают информацию о среде, и вырабатывают ответную реакцию.

♦ **Двигательные нейроны** (эфферентные волокна) проводят импульс от центральной нервной системы к эффекторам.

♦ **Эффекторные органы** осуществляют ответную реакцию в зависимости от стимула.

ТИПЫ РЕФЛЕКСОВ

Деятельность организма человека обеспечивается множеством различных рефлексов: безусловных (врожденных); условных (приобретенных); соматических; вегетативных и др.

♦ **Безусловные рефлексy**, центры которых находятся в спинном мозге, стволе мозга и подкорковых зонах, характеризуются следующим:

- ✓ существуют в момент рождения;
- ✓ наследуются от предков;
- ✓ свойственны всем представителям вида и называются *видовыми*;
- ✓ относительно стабильны, и возникают в ответ на адекватное раздражение определенной рецепторной зоны.

Безусловные рефлексy (слюноотделение при попадании пищи в рот, моргание, сосание, дыхание, сужение и расширение зрачка и др.) связаны с функциями питания, воспроизводства, взаимодействия. Они независимы от коры (сохраняются при ее повреждении), обеспечивают связь с внешней средой, но не могут обеспечить

выживание особи. Это было доказано на опыте с собакой, которой удалили кору.

Собака не может самостоятельно найти пищу, так как при удалении коры были нарушены центры зрения, обоняния, слуха. Животное не чувствует запах пищи, не узнает хозяина. Если ей положить пищу в рот, она ее съедает, так как центры безусловных рефлексов сохранились.

Кора головного мозга человека стала в процессе эволюции органом интеграции всех функций организма. Как следствие, безусловные рефлексy стали зависимыми от коры.

♦ **Условные рефлексy**, нервные центры которых расположены в коре головного мозга, отличаются от безусловных тем, что:

- ✓ появляются только в определенных условиях при участии коры головного мозга;
- ✓ отсутствуют при рождении;
- ✓ рефлекторные дуги замыкаются в коре;
- ✓ являются временными;
- ✓ образуются индивидуально;
- ✓ приобретаются в результате личного опыта.

Условные рефлексy формируются под влиянием внешней среды путем образования временных связей между различными нервными центрами коры. При изменении условий среды старые связи разрушаются, и образуются новые.

У детей при рождении есть только безусловные рефлексy. В процессе развития, под влиянием зрительных, осязательных, слуховых и др. раздражителей, у ребенка образуются новые связи в коре головного мозга, которые обеспечивают приспособление организма к условиям среды. У детей вновь образованные связи являются результатом процесса воспитания и обучения.

Условные рефлексy обеспечивают нахождение пищи, своевременное обнаружение опасности и избегание повреждающего действия.

♦ **Соматический рефлекс** является относительно быстрым и предсказуемым ответом организма на влияние факторов среды. Эффекторными органами соматических рефлексов являются скелетные мышцы. Соматическая рефлекторная дуга может быть:

- ✓ *моносинаптической* — когда чувствительный нейрон образует синапс с двигательным нейроном (рефлексy растяжения);
- ✓ *полисинаптической*, когда чувствительный нейрон образует синапс со вставочными нейронами, а последние — с двигательным нейроном (рефлексy сгибания).

В случае рефлексов растяжения (миостатического, коленного рефлекса), нервный импульс от чувствительных нейронов передается спинному мозгу, затем двигательным нейронам и мышцам, вызывая их сокращение.

Рефлекс сгибания проявляется при действии повреждающего фактора. Например, в ответ на прикосновение к горячему предмету, происходит сгибание и отвод руки (рис. 1.15).

♦ **Вегетативные рефлексы.** Рефлекторная дуга полисинаптическая, рецепторы находятся во внутренних органах (органах пищеварения, кровеносных сосудах и др.) (рис. 1.14).

Афферентный чувствительный путь состоит из отростков чувствительных нейронов спинномозговых и черепно-мозговых нервов. Дендриты собирают информацию от барорецепторов, хеморецепторов, осморецепторов и передают ее через тело нейронов и аксоны нервным центрам.

Нервные центры вегетативных рефлексов это вегетативные ядра спинного и головного мозга.

Эфферентный двигательный путь состоит из двух вегетативных нейронов: доузлового и послеузлового.

Эффекторными органами вегетативных рефлексов являются гладкие мышечные волокна, железистые клетки, сердечная мышца и др.

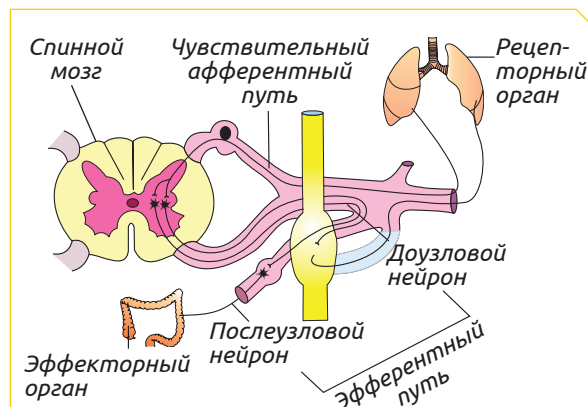


Рис. 1.14. Вегетативный рефлекс

СУХОЖИЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Бицепс-рефлекс (C5–C6) наблюдается при ударе по сухожилию двуглавой мышцы в области локтевого сгиба. Испытуемый должен слегка согнуть руку в локте, а наблюдатель – поддерживать ее. В результате удара происходит сокращение двуглавой мышцы плеча. Коленный рефлекс (L2–L4) возникает при лёгком ударе под коленной чашечкой. Испытуемый должен сидеть на крае стула. При ударе происходит непроизвольное разгибание голени в результате сокращения четырехглавой мышцы бедра.

- ?
1. Определи на представленной схеме и в тексте компоненты рефлекторных дуг бицепсного и коленного рефлекса.
 2. Опиши эти дуги: расположение нервных центров, число нейронов, ответная реакция.
 3. Используя медицинский молоточек, проверь эти рефлексы. Определи временной интервал между действием стимула и ответной реакцией, а также амплитуду движения конечностей.
 4. Сравни ответные реакции разных людей.
 5. Определи гиперфлексию (преувеличенную реакцию) и гипорфлексию (слабую реакцию).

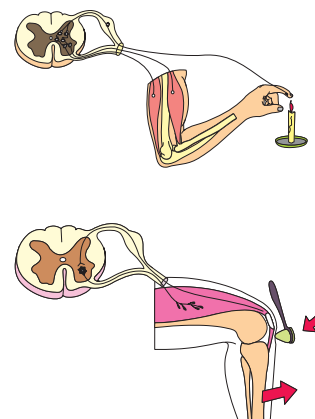


Рис. 1.15. Соматические рефлексы



1. Дай определение:
 - ✓ рефлекса;
 - ✓ рефлекторной дуги.
2. Назови общие и отличительные признаки соматической и вегетативной рефлекторной дуги.
3. Опиши особенности условных и безусловных рефлексов.
4. Составь легенду для рис. 1.15, используя следующие термины: спинной мозг, рецепторный орган, кожные рецепторы, афферентный путь, чувствительные нейроны, эфферентный путь, эффекторный орган, мышцы, двигательный нейрон.
5. Представь в виде таблицы анатомические отделы рефлекторной дуги условного рефлекса и их функции.
6. Опиши на реальном или вымышленном примере, этапы образования условных рефлексов, используя в качестве ориентиров раздражители и участки коры, между которыми образуются связи.
7. Аргументируй использование коленного рефлекса в диагностике повреждений спинного мозга.

6 ОСНОВНЫЕ КОРКОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

ПРОЦЕССЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ В КОРЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Формирование условных рефлексов происходит благодаря двум состояниям нейрона: *возбуждения* и *торможения*. Это основа высшей нервной деятельности.

Возбуждением называется состояние нейрона, способствующее передаче импульса.

Торможением называется состояние нейрона, при котором передача импульса не происходит. Когда через нейрон нервного центра проходит импульс, центр находится в состоянии возбуждения, а когда не проходит – в состоянии торможения.

Возбуждение и торможение тесно связаны и могут плавно переходить одно в другое. Состояние возбуждения сменяется торможением и наоборот. Процессы возбуждения и торможения мигрируют в коре головного мозга и находятся в постоянном противодействии. От результата этого противодействия зависит состояние организма.

В случае, если нейроны возбуждены, большинство нервных центров возбуждены, и организм находится в состоянии бодрствования. Если происходит торможение нейронов, организм переходит в особое состояние, когда мышцы расслаблены, а стимулы больше не воспринимаются. Это состояние называется *сном*.

ПАМЯТЬ это процесс накопления, хранения и реактуализации информации, формируя концепции или идеи, которые хранятся в абстрактной форме. Она лежит в основе процессов обучения и адаптации к условиям внешней среды.

К нервным центрам коры постоянно стекается огромное количество информации. Память обеспечивает её избирательное сохранение (в зависимости от значимости, внимания и запоминающей способности мозга), защищая мозг от ненужной информации. Мозг обладает способностью запоминать сначала концепцию, а затем ее детали.

Память бывает *произвольной* и *непроизвольной*.

♦ **Произвольная память** проявляется целенаправленно, добывается через опыт и может постоянно меняться.

♦ **Непроизвольная память** проявляется в отсутствии цели что-либо запомнить.

В зависимости от продолжительности запоминания, память бывает: *сенсорной, первичной, вторичной и третичной* (рис. 1.16).

♦ **Сенсорная память** возникает в момент поступления информации от рецепторов в кору, где происходит ее обработка для хранения или удаления. сенсорная память – это автоматический процесс, протекающий в течение нескольких сот миллисекунд.

♦ **Первичная, или краткосрочная память**, следует за сенсорной памятью, при условии сохранения полученной информации. Краткосрочная память это запоминание фактов, слов, чисел, букв и др. на короткий срок (несколько секунд). Эта информация забывается при поступлении новой.

♦ **Вторичная, или долгосрочная память**, представляет собой процесс запоминания на несколько минут, часов, дней и даже лет. Информация, запомнившаяся на несколько секунд, может быть закреплена повторением и переходит из первичной памяти во вторичную.

♦ **Третичная память** относится к информации о собственном имени, способности чтения, письма и др., которая не забывается даже при потере остальных видов памяти.

Частичная или полная потеря памяти называется *амнезией*.

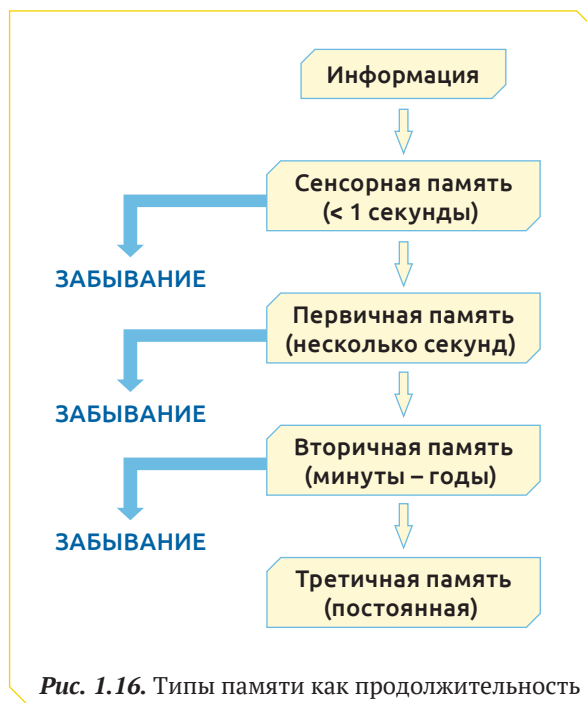


Рис. 1.16. Типы памяти как продолжительность

Обучение это нейрофизиологический процесс, с помощью которого человек приобретает новые навыки или знания, основанные на информации и опыте. При этом происходят адаптивные изменения индивидуального поведения как результат опыта. Обучение – это способность приобретать знания (навыки) или умения.

Обучение меняет личность в соответствии с полученным опытом. Это выражается в поведении и в изменении адаптивной способности.

Обучение бывает двух типов (по Крumbольцу): *неассоциативное*, основанное на повторении и опыте, и *ассоциативное*, основанное на стимулах, наблюдении модели или сопоставлении двух событий.

♦ **Неассоциативное обучение** осуществляется в условиях отсутствия связи между стимулами *привыкания* и *сенсibilизации*.

Привыкание это свойство мозга игнорировать несущественную информацию. Например, если вы впервые навещаете друга, который живет в шумном месте, окружающий шум будет сильно давить на вас. Через некоторое время звуки перестанут вас беспокоить, и вы их практически перестанете замечать.

Или, например, вы услышали громкий звук. Повернув голову, вы убедились, что этот звук не имеет к вам никакого отношения. Если через некоторое время этот звук повторится, вы не отреагируете на него. Привыкание объясняется синаптическим торможением – синапсы не передают сигналы, которые не являются значимыми на данный момент.

Сенсibilизация – форма обучения, при которой мозг привыкает получать быстро полезную и важную информацию, например, о боли, приятных эмоциях и др. В его основе лежит явление синаптического возбуждения, которое противоположно торможению.

♦ **Ассоциативное обучение** проводится путем образования ассоциаций между разными отделами коры и основывается на:

✓ *классических условных рефлексах*, которые являются формой ассоциативного обучения;

✓ *искусственной условности*, при которой отсутствует безусловный раздражитель.

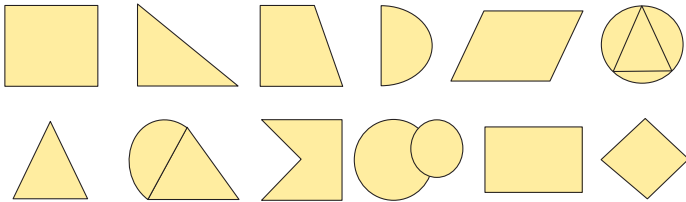
У человека обучение посредством искусственной условности наблюдается, например, когда ученика хвалят за хорошую учебу, а в дальнейшем он будет стараться получать такие же, или даже лучшие, результаты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ЗРИТЕЛЬНАЯ, ОБРАЗНАЯ И КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ

♦ **Ход работы**

- Внимательно читай в течение двух минут следующие слова, после чего закрой учебник и попробуй воспроизвести письменно или устно как можно больше слов в любом порядке.
Тест. Математика. Расписание. Ученик. Перемена. Звезда. Солнце. Линейность. Тушь. Коньки. Цифра. Школа. Машина. Фильм. Тетрадь. Куб. Сфера. Майка.
- В течение двух минут рассматривай фигуры. Закрой учебник и воспроизведи как можно больше фигур в любой последовательности.



♦ **Оформление результатов**

Каждый правильный ответ оценивается одним баллом. Если ты набрал 23-32 б. – у тебя очень хорошая память; 19-22 б. – хорошая память; 10-18 б. – удовлетворительная память; 0-9 б. – слабая память.

	- Приведи определения понятий: ✓ возбуждение нейрона и нервного центра; ✓ торможение нейрона и нервного центра; ✓ запоминание; ✓ обучение.	- Найди соответствие между продолжительностью форм памяти и запоминанием стихов, номеров телефонов, имен родителей, лица незнакомого прохожего. - Приведи сравнительную характеристику ассоциативного и неассоциативного обучения.	- Объясни, почему люди, живущие в больших городах, не реагируют на шум. - Определи свой тип обучения, основываясь на приведенную в тексте классификацию.
---	--	---	---

7 ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

ГИГИЕНА НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Нормальная деятельность человеческого организма определяется, в основном, функциональным состоянием нервной системы, которое соответствует факторам внутренней среды (содержание кислорода и глюкозы в крови, уровень востребованности нейронов, чередование физической и умственной деятельности и др.) и внешней среды (температура, содержание кислорода, пищевой режим и др.).

Для нормальной работы нервной системы, необходимо соблюдать правила гигиены: *избегание стрессов и негативных эмоций, правильное питание, сон, регулярные физические нагрузки, гармоничные социальные отношения, тренировка мозга, правильная организация интеллектуального труда, отказ от наркотиков* и т.д.

◆ **Стресс** – это реакция организма на факторы среды (физические, химические, биологические и психические), которые представляют возможную угрозу. Современная жизнь способствует возникновению заболеваний нервной системы, которые сегодня можно назвать «болезнями цивилизации». Около 70% соматических заболеваний имеют психическое происхождение. Стресса невозможно избежать, но можно уменьшить, отслеживая его факторы, осознавая свои реакции на стресс, развивая навыки позволяющие справиться со стрессом, соблюдая здоровый образ жизни и развивая уверенность в себе.

◆ **Правильное питание** – важный фактор в обеспечении функции нервной ткани. Продукты, богатые ненасыщенными жирными кислотами, витаминами, аминокислотами, микроэлементами, способствуют поддержанию когнитивных функций и улучшению памяти.

◆ **Сон** играет важную роль в восстановлении нервной системы, так как во время сна нейроны освобождаются от токсичных веществ и ненужной информации, накопленной во время бодрствования. Во время сна происходит функциональное созревание нейронов, а полезная информация передается в долговременную память. Недосыпание приводит к нарушениям умственной деятельности: снижению памяти и внимания, иногда вызывает появление различных психозов.

◆ **Ежедневная умеренная физическая активность** способствует лучшей концентрации, равновесию, творчеству и интеллектуальной работоспособности, уменьшает стресс.

◆ **Гармоничные социальные отношения** с членами семьи, друзьями, коллегами способ-

ствуют нормальной деятельности нервной системы и уменьшению стресса.

◆ **Тренировка мозга** способствует активации основных когнитивных функций (памяти, внимания, речи и т.д.).

◆ **Гигиена интеллектуального труда.** Любой труд выполняется благодаря деятельности нервной системы. Умственный труд включает в себя различные типы деятельности, но основная роль принадлежит центральной нервной системе. При этом большая роль отводится также опорно-двигательной, сердечно-сосудистой, дыхательной системе и др. Интенсивный неорганизованный умственный труд приводит к *усталости* и *общему истощению нервной системы*.

Усталость – это нормальный физиологический процесс, который проходит после отдыха. Во время умственного труда необходимы 5–10 минутные перерывы для физических упражнений, важен и активный отдых после работы и в выходные дни.

Истощение – это продолжительная усталость, которая сопровождается общей слабостью, отсутствием интереса к работе, головными болями, нарушением сна и др. Возникает в результате нерациональной и неорганизованной работы.

◆ **Влияние наркотиков на нервную систему.** Наркотики это химические вещества (природные или искусственные), которые, попадая в организм человека, напрямую нарушают деятельность нервной системы. Они изменяют чувства, настроение и мышление, восприятие окружающей действительности и вызывают толерантность или зависимость. Самыми распространенными наркотиками являются: алкоголь, кофеин, табак, опиаты и опиоиды (обезболивающие, такие как морфин), кокаин.

Наркотики действуют на:

✓ **клеточные рецепторы**, специфичные для гормонов, ферментов, нейромедиаторов;

✓ **клеточные структуры**, такие как микротрубочки.

Эффекты наркотиков на рецепторы бывают двух типов: *агонистическое*, когда рецептор активируется, или *антагонистическое* – рецептор блокируется, становясь недоступным для молекул, которые обычно его активируют.

Влияние наркотиков зависит от ряда факторов, включая способ приема. Проглатывание – самый медленный путь лекарств к рецепторам, а инъекции и вдыхание – самые быстрые, способные привести к смерти.

Некоторые наркотики действуют несколько минут, и выводятся из организма, а другие сохраняются несколько недель.

Повторный прием наркотика приводит к изменению эффекта во времени. Это явление называется толерантностью. При прекращении приема наркотиков у толерантных людей наблюдаются функциональные отклонения.

ЗАБОЛЕВАНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

♦ **Менингит** это воспаление оболочек центральной нервной системы.

Возбудителями менингита являются бактерии, вирусы, микроскопические грибы и простейшие, которые могут прямо атаковать оболочки нервной системы или происходят из других очагов воспаления (отит, воспаление легких). Вирусный менингит проходит в легкой форме, а бактериальный может привести к разрушению структур мозга, потере слуха, трудностям в обучении и др. Возбудитель менингита передается при кашле. Лицам, находящимся в контакте с больными менингитом, вызванным *Neisseria meningitidis*, во избежание заболевания рекомендуется принимать антибиотики. Основными симптомами заболевания являются высокая температура, головная боль и «жесткая» шея, проявляющиеся в течение 24–48 часов, а также тошнота, рвота, фотофобия, запутанность сознания, сонливость.

♦ **Бешенство** – острое вирусное заболевание, вызывающее поражение центральной нервной системы. Бешенство известно с самых древних времен. Вирус бешенства передается через укус инфицированного животного, или в результате попадания его слюны на открытую рану или слизистые оболочки.

Первыми симптомами заболевания являются боль и онемелость в области укуса, жар, першение в горле, головокружение, рвота, понос, боли в области живота и общая слабость.

У некоторых людей первой реакцией нервной системы на заболевание является чувство

страха, возбуждение, нервозность, бессонница или депрессия. Симптомы бешенства прогрессируют стремительно, ведут к параличу, спазмам горла, бреду, галлюцинациям, сердечной аритмии, коме и даже к смерти.

Во время инкубационного периода (между инфицированием и появлением симптомов) возможно эффективное лечение бешенства. Лечение вакциной и сывороткой против бешенства дает хороший эффект, если начинается не позже 14 дней после заражения. Своевременное лечение с применением современных методов позволяет организму справиться с заболеванием.

♦ **Миелит** это воспаление спинного мозга, вызванного нейротропным вирусом или вследствие оспы, скарлатины, гриппа, воспалительных процессов, острых или хронических отравлений свинцом, CO₂, инсектицидами, гербицидами и др. Заболевание сопровождается головными болями, общей слабостью, сонливостью, высокой температурой (до 39 °C), рвотой, судорогами. Лечение миелита проводится в стационарных условиях.

Психические заболевания (*неврозы и психозы*) – это поражения ЦНС, факторами, которые вызывают усталость и истощение нейронов.

♦ **Неврозы** возникают из-за событий в социальной среде (семье, школе, работе и др.), которые на определенное время выводят личность из равновесия. Самыми распространенными формами являются *астенический невроз* (головные боли, бессонница) и *истерия* (крики, плач или уход в себя).

♦ **Психозы** выражаются в неспособности больного контактировать с семьей и обществом, временном или частичном отрыве от реальной жизни. Симптомами психоза являются состояние депрессии, печали, возбуждения и беспокойства. Профилактика психозов состоит в избегании факторов риска и здоровом образе жизни. В случае появления первых симптомов необходимо обратиться к врачу.



1. Объясни процессы происходящие в нейронах во время сна.
2. Приготовь презентацию PPT на тему «Является ли кофе наркотиком?» на основании информации, содержащейся в QR-коде 1.2.



3. Опиши роль дофамина в процессе формирования зависимости от кокаина и амфетамина на основании информации, содержащейся в QR-коде 1.3.



4. Обоснуй ежегодное празднование 28 сентября – Дня борьбы с бешенством для здоровья нервной системы на основании информации, содержащейся в QR-коде 1.4.

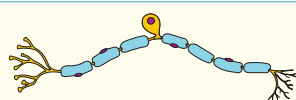


НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Обеспечивает адаптацию организма к изменениям условий внутренней и внешней среды путем:

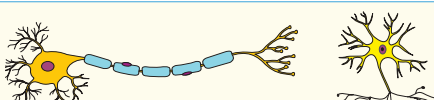
- ✓ восприятия информации из внешней и внутренней среды;
- ✓ анализа и интеграции воспринятой информации;
- ✓ разработки адекватной ответной реакции организма.

НЕЙРОН



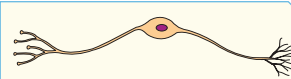
- ✓ Псевдоуниполярный
- ✓ Чувствительный
- ✓ Двигательный
- ✓ Миелиновый

Один короткий раздвоенный отросток, образующий аксон и дендрит.



- ✓ Мультиполярный
- ✓ Двигательный
- ✓ Миелиновый
- ✓ Мультиполярный
- ✓ Ассоциативный
- ✓ Безмиелиновый

Несколько дендритов и один аксон



- ✓ Биполярный
- ✓ Чувствительный
- ✓ Безмиелиновый

От противоположных полюсов тела нейрона отходят один дендрит и один аксон

СИНАПСЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

Передают нервные импульсы путем изменения мембранного потенциала

ХИМИЧЕСКИЕ

Передают нервные импульсы посредством химических нейромедиаторов (ацетилхолин, норадреналин, адреналин).

Нейро-нейронные
Синапсы между нейронами

Аксо-дендритные, между аксоном и дендритом разных нейронов

Аксо-соматические, между аксоном и телом разных нейронов

Нейро-тканевые
Синапсы между нейронами и эффекторными клетками

Нейро-мышечные, между аксонами двигательных нейронов и мышечными волокнами

Нейро-железистые, между аксонами двигательных нейронов и секреторными клетками

НЕРВНАЯ ТКАНЬ

НЕЙРОНЫ

Структурно-функциональная единица нервной системы, которая отвечает на действие раздражителей (возбудимость) и передает это возбуждение другим нейронам или эффекторным клеткам (проводимость).

НЕЙРОГЛИЯ (глиальные клетки)

Клетки, поддерживающие нейроны, образующие миелиновую оболочку, фагоцитирующие поврежденные нейроны, клетки патогенов и др.

Шванновские клетки

- ✓ Окружают нейроны периферической нервной системы.
- ✓ Образуют миелиновую оболочку аксонов ПНС.
- ✓ Участвуют в регенерации поврежденных нейронов.

Астроциты

- ✓ Соединяют кровеносные сосуды с нейронами.
- ✓ Участвуют в метаболизации нейромедиаторов.
- ✓ Поддерживают равновесие ионов K⁺.

Олигодендроциты

- ✓ Окружают и поддерживают нейроны ЦНС.
- ✓ Образуют миелиновую оболочку аксонов ЦНС.

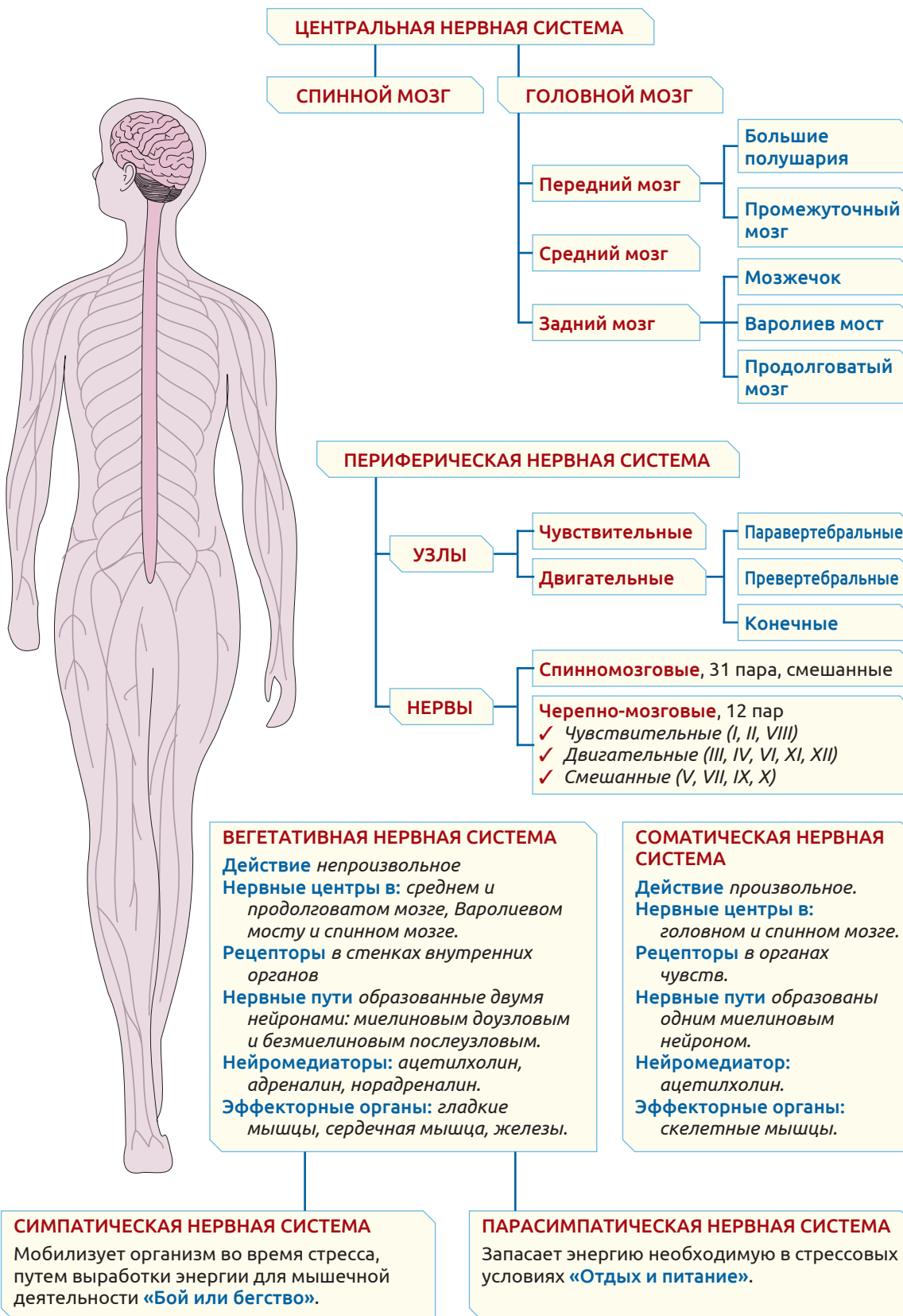
Клетки микроглии

- ✓ Осуществляют фагоцитоз поврежденных нейронов, отходов и патогенов.

Эпендимальные клетки

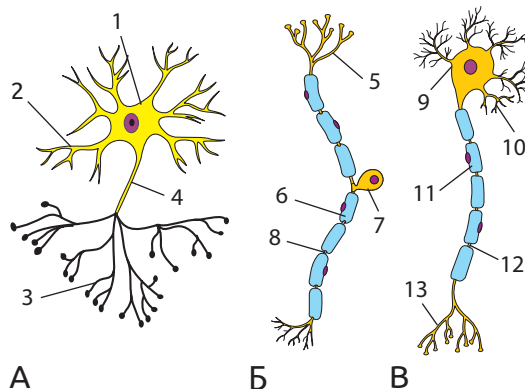
- ✓ Секретируют спинномозговую жидкость.
- ✓ Способствуют циркуляции спинномозговой жидкости.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА



1. Найди на схемах А, Б, В и назови следующие структуры и нейроны:

- ✓ Клетки, которые образуют миелиновую оболочку.
- ✓ Образуют чувствительный нервный узел.
- ✓ Принимают нервный импульс от аксонов вставочных нейронов спинного мозга.
- ✓ Образуют концевые розетки.
- ✓ Связывает чувствительные и двигательные нейроны.
- ✓ Вместе с нейронными телами образуют серое вещество.
- ✓ Образуют передний рог спинномозгового нерва.
- ✓ Образуют безмиелиновые нервные волокна.
- ✓ Образуют задний рог спинномозгового нерва.



2. Нарисуй цепь из трех нейронов: чувствительного, ассоциативного и двигательного. Укажи при помощи стрелок направление распространения нервного импульса.

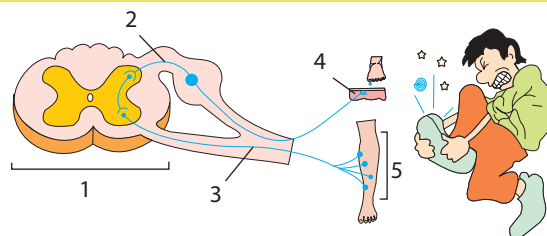
3. Изучи рисунок и ответь на вопросы а-б.

- а. Укажи части нейрона (тело, дендриты, аксоны).
- б. Укажи синапсы.



4. Опиши тип рефлекса, представленного на рисунке (соматический/вегетативный, условный/безусловный, сгибания/разгибания).

Каково значение данного рефлекса для интеграции организма в среду обитания.



5. Приведи сравнительное описание соматической и вегетативной нервной системы с учетом эффекторных органов, нейромедиаторов, афферентных и эфферентных путей, узлов.

6. Оцени изменения деятельности нейрона, концевые розетки которого помещены в искусственную среду – раствор ЭДТА (химическое вещество, которое фиксирует ионы кальция из внешней среды). Сформулируй вывод о роли ионов кальция в работе головного мозга.

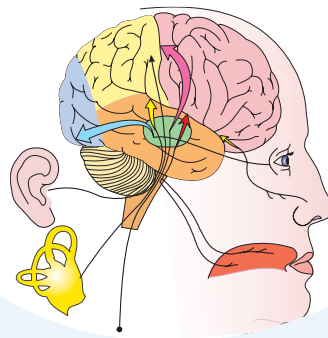
7. Назови зону и функцию коры (рефлекторную или проводящую), которые нарушены у человека, страдающего типичной агнозией или речевой глухотой. Опиши его поведение.

8. Внимательно прочти предложение и ответь на следующие вопросы:

В результате несчастного случая профессор, преподающий алфавит Брайля, получил травму на уровне левых задних корешков нервов поясничного отдела.

- ✓ Назови анатомо-функциональный отдел нервной системы, на уровне которого произойдет разрыв рефлекторных дуг данного участка тела.
- ✓ Оцени функциональные нарушения, которые возникнут в результате данного несчастного случая.

ЧУВСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЧЕЛОВЕКА



- Сенсорная система человека
- Статоакустический анализатор человека
- Гигиена, дисфункции и заболевания
статоакустического анализатора
- Кожный анализатор человека
- Вкусовой и обонятельный
анализатор человека
- Зрительный анализатор человека
- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА состоит из пяти анализаторов: зрительного, обонятельного, слухового, вкусового, кожного.

Анализатор (термин был предложен И.П.Павловым взамен понятия *орган чувств*) воспринимает энергию стимулов и передает ее в виде нервных импульсов в ЦНС. Стимул представляет собой восприятие рецепторами ощутимых изменений условий среды.

Мозг человека получает огромный объем информации о внутренней и внешней среде. 1% этой информации воспринимает вкусовой анализатор, 1,5% – кожный, 3,5% – обонятельный, 11% – слуховой и 83% – зрительный. Общий объем информации, воспринимаемый анализаторами, составляет 10^{11} бит/с, а в центральную нервную систему попадает 10^7 бит/с. Вся информация подвергается бессознательному анализу. Более 99% информации сбрасывается как несущественная. Сон является самой эффективной «противоинформационной» защитой организма. За одну бессонную ночь в сферу сознания проникает 460 000 бит информации.

Анализаторы – это системы органов, которые воспринимают, передают и превращают возбуждение в ощущения. Анализатор состоит из трех отделов:

♦ **Периферический отдел** воспринимает и превращает энергию стимула в нервный импульс (физиологическую энергию). Состоит из рецепторов, которые классифицируются в зависимости от:

✓ **локализации (по Шерингтону):** экстерорецепторы (кожа); висцерорецепторы (внутренние органы); проприорецепторы (мышцы, сухожилия, суставы и кости),

✓ **типа энергии стимула:** механорецепторы (механические изменения), терморецепторы (температура), хеморецепторы (химический состав), ноцицепторы (стимулы, которые вызывают боль).

♦ **Средний отдел**, сенсорные нервные пути, по которым импульсы от рецепторов передаются в ЦНС. Они состоят из окончаний чувствительных нейронов.

Центральный отдел включает корковые сенсорные зоны, в которых хранится и систематизируется информация, полученная от рецепторов, и вырабатывает ощущения.

ОЩУЩЕНИЕ это воспроизведение в мозге цвета, формы и размера, запаха, звуков, нали-

чий некоторых химических веществ и др. Формирование ощущений происходит только при наличии стимулов и участии анализаторов (рис. 2.1). Если один из отделов анализатора поврежден, ощущения не формируются.

Ощущения поставляют зрительную, слуховую, кожную, обонятельную и вкусовую информацию о предметах и явлениях, положении и движении тел, изменении внутренней среды (голод, жажда, боль и др.). Ощущения обладают следующими общими характеристиками: *продолжительность, пороговая чувствительность и сенсорная адаптация.*

♦ **Продолжительность ощущений** зависит от интенсивности и времени действия стимула на рецептор. Ощущение формируется через определенное время после начала воздействия стимула – латентное время. В случае вкусовых ощущений *латентное время* составляет 50 мс, тактильных – 130 мс, болевых – 370 мс.

После удаления стимула ощущения сохраняются в течение нескольких секунд. Это время называется *последствием* или *пост-эффектом*.

♦ **Пороговая чувствительность.** Ощущение формируется, когда стимул достигает опре-

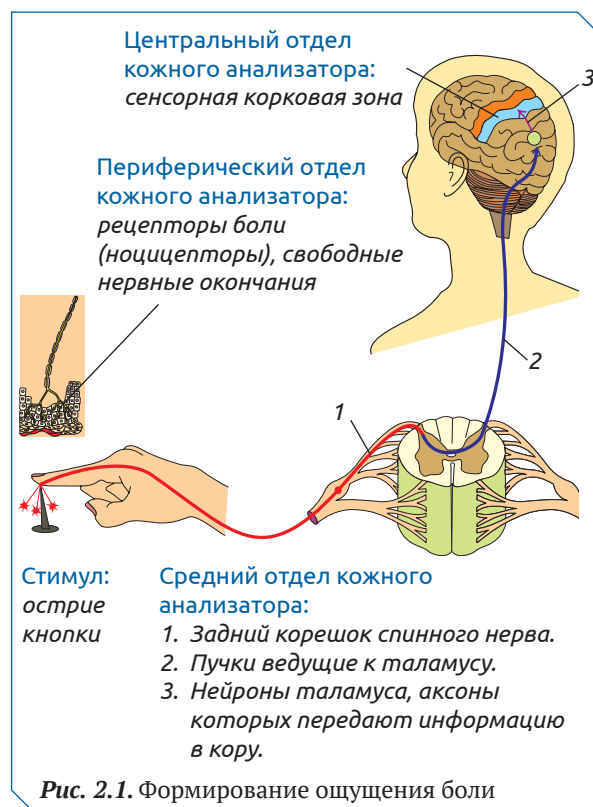


Рис. 2.1. Формирование ощущения боли

деленной интенсивности. Самое низкое значение интенсивности стимула, которое может вызвать ощущение, называется *абсолютным нижним порогом*. Люди, которые воспринимают стимулы низкой интенсивности, обладают высокой чувствительностью, а люди, воспринимающие высокоинтенсивные стимулы характеризуются низкой чувствительностью. Нижний порог ощущения может быть разным у одного и того же человека в зависимости от его состояния (концентрации внимания, мотивации, усталости).

Самая высокая интенсивность стимула, которое вызывает ощущение называется *абсолютным верхним порогом* ощущения. Для того чтобы два стимула формировали разные ощущения, их интенсивности должны отличаться на значение, называемое *порогом различения*.

♦ **Сенсорная адаптация.** При переходе из ярко освещенной комнаты в темную, человек не видит ничего, но потом наступает «привыкание» к темноте. Когда открываешь сосуд с уксусом, чувствуешь сильный запах, после чувствительность обонятельного анализатора снижается – происходит адаптация.

Сенсорная адаптация заключается в изменении чувствительности анализатора в зависимости от интенсивности и продолжительности действия раздражителя. Адаптация происходит в сторону повышения чувствительности, когда раздражитель низкой интенсивности, или в сторону снижения при высокой интенсивности и продолжительности. Эти колебания играют роль в обеспечении оптимального приема стимулов.

Восприятие является высшей формой познания окружающей среды, которая обеспечивает интегрированное отражение предметов и явлений. При участии мышления, памяти, воображения формируется синтетическое представление о предметах. Восприятие мира происходит одновременно с формированием ощущений.

В зависимости от вовлеченного анализатора, различают *зрительное* (созерцание пейзажа); *слуховое* (прослушивание мелодии, речи); *тактильное* (опознание ощупыванием); *пространственное* (размер, форма, расстояние, расположение); *временное* (отражение продолжительности и последовательности явлений) восприятие.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРХНЕГО И НИЖНЕГО ПОРОГА ВКУСОВОГО ОЩУЩЕНИЯ

◆ Необходимые материалы

◆ Ход работы

Приборы и посуда: стаканы, весы.

Реактивы: сахароза, хлорид натрия, дистиллированная вода.

1. Приготовь основной раствор: сахароза – 30 г на 1000 мл; хлорид натрия – 8 г на 1000 мл.

2. Приготовь из основного раствора путем разбавления дистиллированной водой рабочие растворы:

Основной раствор (мл)	250	225	200	175	150	125	100	75	50	25
Дистиллированная вода (мл)	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975

3. Дегустируй пробы после разбавления.

4. Растворы не проглатываются, а удерживаются во рту некоторое время, чтобы раствор вступил в контакт с поверхностью языка, после чего выплевывается в сборный сосуд. После каждой дегустации необходимо прополоскать рот дистиллированной водой и выдержать паузу около 30 с.

5. Проверь пороги вкусового ощущения у членов семьи и одноклассников.

6. Рассчитай среднее значение порогов у лиц одного возраста, пола.

	1. Дай определение понятиям: анализатор, ощущение, восприятие. 2. Опиши общую структуру анализаторов человека. 3. Объясни, каким образом мозг «защищается» от потока информации. 4. Поражение какого органа чувств приведет к потере сенсорного восприятия примерно на 80%?	5. Представь в виде схемы путь, пройденный информацией о цвете лепестков по соответствующему анализатору. 6. Объясни разницу между продолжительностью ощущения вкуса шоколада, латентным временем и последствием. 7. Объясни разницу между зрительными ощущениями и зрительным восприятием.	8. Сенсорная оценка пищевых продуктов может быть проведена только дегустаторами. ✓ Объясни, почему эти люди должны пройти тест на определение нижнего абсолютного порога ощущения. ✓ Разработай тест для определения обонятельной чувствительности при помощи уксуса.
---	--	---	---

9 § СТАТОАКУСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР ЧЕЛОВЕКА

Статоакустический анализатор человека выполняет *статическую* и *слуховую* функцию.

СЛУХОВАЯ (АКУСТИЧЕСКАЯ) ФУНКЦИЯ выполняется тремя отделами слухового анализатора: периферическим, состоящим из *наружного, среднего и внутреннего уха*; средним – нервный путь и центральным, расположенным в глубине Сильвиевой борозды и на верхней поверхности височной извилины.

Естественным стимулом слухового рецептора является звук – вибрация молекул воздуха. Человек воспринимает музыкальные звуки и шумы. Характеристиками звуков и шумов является сила (в децибелах – *дБ*) и частота (в герцах – *Гц*). Ухо подростка может воспринимать звуки с частотой от 16 Гц до 20 Гц, а пожилые – от 12 до 14 Гц, из-за снижения верхнего порога. Совокупность звуков в пределах, воспринимаемых ухом, составляет звуковой ряд (*звуковое поле*).

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ АКУСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА состоит *наружного, среднего и внутреннего уха*. Каждый из трех отделов периферического отдела слухового анализатора выполняет специфические функции *улавливания, передачи и преобразования* механической звуковой энергии в нервный импульс.

♦ **Наружное ухо** состоит из: *ушной раковины, наружного слухового прохода и барабанной*

перепонки. Оно улавливает и усиливает слуховую энергию, как акустический усилитель, который увеличивает слуховую чувствительность (рис. 2.2).

Ушная раковина расположена в нижней боковой части головы. Хрящевой скелет неправильной формы позволяет раковине воспринимать звуки с любой стороны. Ушная раковина улавливает звуки и направляет их по слуховому каналу к барабанной перепонке.

Наружный слуховой проход снабжен волосками, а серные и сальные железы выделяют серный секрет – ушную серу, которая защищает внешнее ухо от проникновения пыли, насекомых и т.д. Внешний слуховой проход работает как закрытая резонаторная трубка, увеличивая интенсивность звука до 2–5 дБ.

Барабанная перепонка – эластичная волокнистая мембрана толщиной 0,1 мм, которая вибрирует под воздействием звуковых волн.

♦ **Среднее ухо** состоит из *барабанной полости и системы слуховых косточек* (рис. 2.2). Оно передает колебания барабанной перепонки во внутреннее ухо через овальное окно и регулирует интенсивность звуков для восприятия рецепторами.

Барабанная полость – углубление в височной кости объемом около 1 см³. Она заполнена воздухом и отделена от наружного уха *барабанной перепонкой*, а от внутреннего – *овальным и круглым окнами*. В барабанной полости находятся слуховые косточки и прикрепленные к ним мышцы.

Слуховые косточки – *молоточек, наковальня, стремечко* – это функциональные структуры, подвижно соединенные между собой и образующие цепь. Молоточек прикреплен сухожилиями к барабанной перепонке, за ним следует наковальня и стремечко, которое упирается основанием в овальное окно.

Под действием звуков барабанная перепонка вибрирует и передает вибрацию слуховым косточкам. Они усиливают слабые звуки, обеспечивая их восприятие, и уменьшает громкие звуки. Через основание стремечка колебания передаются мембране овального окна.

Среднее ухо соединяется с глоткой через *Евстахиеву трубу*.

В случае очень громких звуков, взрывов, давление воздуха внутри барабанной полости становится ниже давления окружающего воздуха. Барабанная перепонка прогибается в сторону наименьшего давления (во внутрь), слуховая

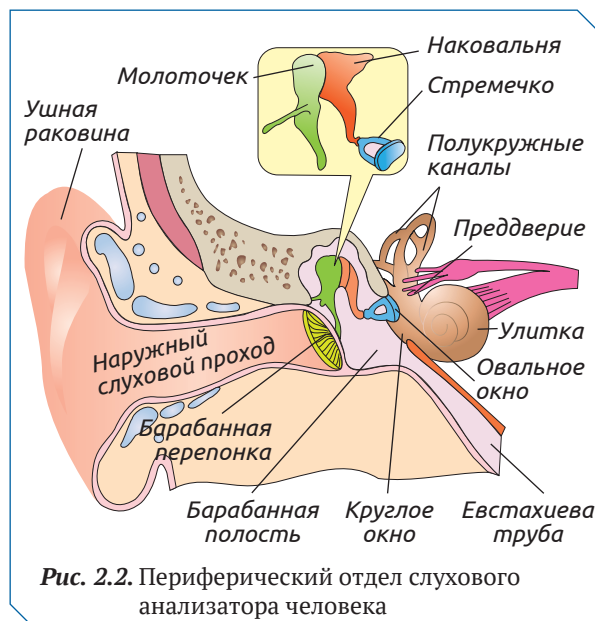


Рис. 2.2. Периферический отдел слухового анализатора человека

чувствительность снижается. Появляется шум в ушах, может произойти разрыв перепонки.

Функцию регулирования давления в среднем ухе выполняет Евстахиева труба, которая путем открытия и закрытия глоточного отверстия пропускает воздух из глотки в барабанную полость. Открытие происходит во время глотания.

♦ **Внутреннее ухо** состоит из каналов расположенных в теменной кости – *костного лабиринта*, внутри которого находится *перепончатый лабиринт*. Оба лабиринта состоят из одинаковых частей: *улитка, преддверие* и *полукружные каналы* (рис. 2.2).

Пространство между стенками костного и перепончатого лабиринта заполнено *перилимфой*, которая защищает перепончатый лабиринт от механических и температурных факторов. Мембранный лабиринт заполнен жидкостью – *эндолимфой* (рис. 2.3).

Перепончатая улитка, вдоль костной улитки, расположена на *основной мембране*, состоящей из микрорезонаторных волокон, которые соответствуют определенному числу колебаний, наподобие струн. На основной мембране расположен *Кортиев орган*, состоящий из чувствительных клеток, волоски которых вибрируют при прикосновении текториальной мембраны (рис. 2.4).

Внутреннее ухо передает звуковые колебания через перилимфу к Кортиеву органу.

Мембрана овального окна начинает вибрировать под действием основания стремечка и давит на перилимфу, увеличивая ее давление и передавая вибрацию. Вибрация перилимфы передается эндолимфе, а затем волокнам основной мембраны, которая приподнимает чувствительные клетки основной мембраны, а их реснички соприкасаются с текториальной мембраной. В момент соприкосновения воз-

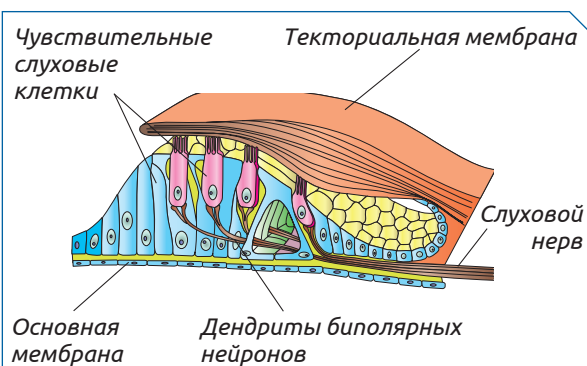


Рис. 2.4. Кортиев орган

никает деформация ресничек и деполяризация цитоплазматической мембраны. Возбуждение передается дендритам биполярных нейронов *Кортиевого узла*.

Средний отдел акустического анализатора – это нервный путь, состоящий из четырех типов сенсорных нейронов: биполярных нейронов Кортиевого узла, нейронов ядер Варолиевого моста, нейронов ядер среднего мозга и нейронов таламуса (рис. 2.5).

Дендриты биполярных нейронов образуют синапсы с основанием сенсорных клеток, их тела образуют Кортиев узел, а аксоны объединяются в единый ствол – *преддверно-улитковый нерв*. Розетки этих аксонов образуют синапсы с нейронами в улитковых ядрах Варолиевого моста.

В стволе мозга правый и левый преддверно-улитковые нервы перекрещиваются.

Аксоны нейронов улитковых ядер направляются к среднему мозгу и таламусу.

Дендриты нейронов таламуса образуют синапсы с улитковыми нейронами, а аксоны достигают слуховую зону коры.

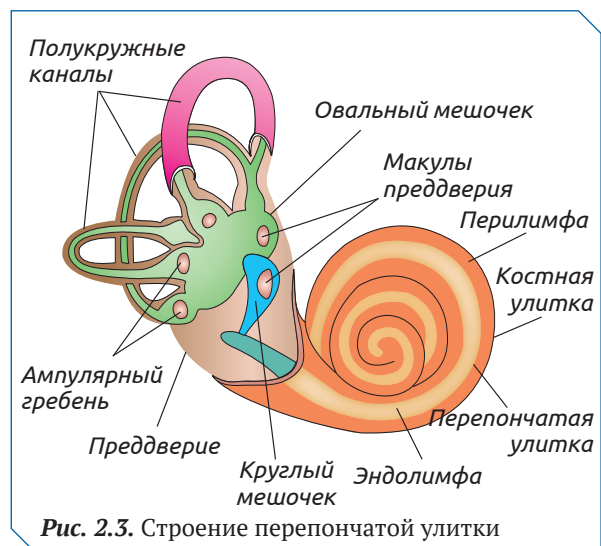


Рис. 2.3. Строение перепончатой улитки

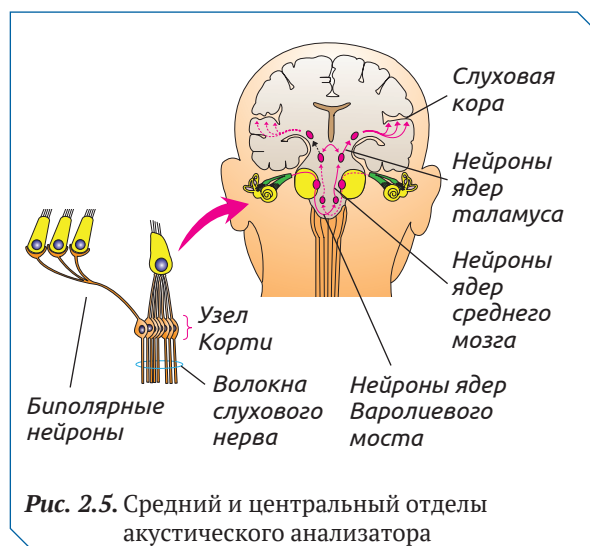


Рис. 2.5. Средний и центральный отделы акустического анализатора

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ акустического анализатора расположен в глубине Сильвиевой борозды и на поверхности височной извилины, где нервные импульсы превращаются в слуховые ощущения.

СТАТИЧЕСКАЯ (ВЕСТИБУЛЯРНАЯ) ФУНКЦИЯ статоакустического анализатора выполняется периферическим (внутреннее ухо), средним (вестибулярный нервный путь) и центральным (расположенным в коре височной доли) отделами. Она состоит в *поддержании равновесия* во время движения и в покое, на основе информации о *направлении движения* и *положении тела*.

Вестибулярный анализатор воспринимает горизонтальное или вертикальное движение тела, вращение головы или, одновременное движение головы и тела.

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА расположен в преддверии и ампулах полукружных каналов перепончатой улитки.

Перепончатое преддверие включает периферический отдел статического анализатора, который состоит из двух *мешочков*, *круглого* и *овального*, имеющих по одному выступу в 2 мм – *макулы преддверия* (рис. 2.6).

В макулах расположены реснитчатые клетки (по 45 000 – 60 000), покрытые студенистой мембраной, содержащей мелкие кристаллы карбоната кальция и белки-отолиты (рис. 2.6). Клетки макулы овального мешочка улавливают гори-

зонтальные движения головы, а клетки макулы круглого – вертикальные, в результате действия отолитов на реснички. В результате возникает возбуждение.

При вертикальном положении головы отолиты вестибулярного аппарата (левого и правого) действуют с одинаковой интенсивностью на реснички чувствительных клеток. Ускоренное или замедленное движение тела, раскачивание, наклон головы и/или тела вызывает изменение давления отолитов на реснички сенсорных клеток.

Например, при наклоне тела влево, давление отолитов в левой макуле выше, чем в правой. Во время прямого движения более плотные (по сравнению с эндолимфой) отолиты, движутся в противоположном направлении, воздействуя на реснички периферических клеток макулы. Это изменение воспринимается дендритами сенсорных нейронов ганглия Скарпа и передается через их аксоны в виде нервных импульсов в центральную нервную систему.

Перепончатые полукружные каналы соединены с овальным мешочком. В ампулах каналов эпителий образует поперечные выступы – *ампулярные гребни*. Гребень содержит около 23 000 чувствительных клеток, погруженных в жидкость похожую на эндолимфу.

Круговые или вращательные движения возбуждают рецепторы в ампулах полукруглых каналов, как следствие разной скорости движения эндолимфы по каналам. В результате в сенсорных клетках возникают импульсы, которые передаются через окончания нейронов ганглия Скарпа в корковые центры, где вырабатывается ответная реакция – направление движения.

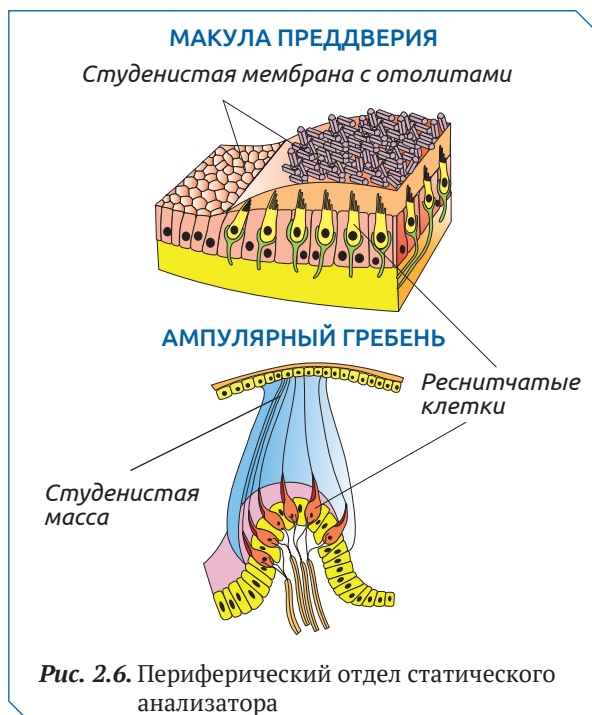
СРЕДНИЙ ОТДЕЛ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА включает чувствительные *биполярные нейроны*, *нейроны вестибулярных ядер* и *нейроны таламуса*.

Тела биполярных нейронов образуют *ганглий Скарпа*. Дендриты соединяются с чувствительными клетками макул и гребней, а аксоны образуют вестибулярный корешок *преддверно-улиткового нерва*.

Аксоны нейронов вестибулярных ядер Варолиевого моста идут в таламус, в мозжечок, в двигательные ядра нервов глазного яблока, в двигательные ядра спинного мозга.

Дендриты нейронов таламуса образуют связи с аксонами нейронов вестибулярных ядер Варолиевого моста, а аксоны достигают коры головного мозга.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТДЕЛА СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА точно неизвестна. Предполагается что она находится в коре височной доли.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ СЛУХА

- | | |
|-----------------------------------|---|
| ♦ Материалы и оборудование | ✓ Часы.
✓ Метровая лента.
✓ Вата. |
| ♦ Ход работы | 1. Испытуемый закрывает левый внешний слуховой канал ватой.
2. За спиной испытуемого размещают часы.
3. Передвигай постепенно часы назад. При каждом передвижении спрашивай, насколько хорошо испытуемый слышит звук (для оценки остроты слуха используй 10-ти бальную шкалу).
4. Запиши в таблицу расстояние и интенсивность.
5. Повтори в точности все действия для правого уха.
6. Определи остроту слуха других учеников, членов семьи разного возраста. |
| ♦ Оформление результатов | Изобрази в виде графика зависимость между расстоянием от источника слуха и остроты восприятия для левого и правого уха. |

«БОЛЕЗнь ДВИЖЕНИЯ»

«Болезнь движения» (морская болезнь, укачивание) представляет собой нарушение, вызванное несоответствием между восприятием движения вестибулярным и зрительным рецепторами. Во время езды на машине вестибулярный анализатор будет передавать информацию о движении в центральную нервную систему. В то же время, если смотреть в пол, читать или разговаривать с попутчиком, глаза будут передавать информацию об отсутствии движения. Такое несоответствие может вызвать потерю сознания, побледнение, головные боли, тошноту и др. Чтобы избежать морской болезни нужно смотреть в окно.

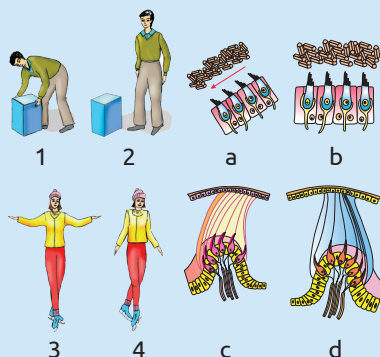


1. Назови отдел вестибулярного анализатора, который воспринимает движения тела в горизонтальной и вертикальной плоскости.
2. Опиши изменения, которые происходят в рецепторе вестибулярного анализатора во время езды на машине.
3. Объясни роль глаз в сохранении равновесия тела.
4. Опиши информацию, которую передают в центральную нервную систему вестибулярный и зрительный анализаторы во время езды на машине, когда человек смотрит в окно.
5. Докажи, что «болезнь движения» не является нарушением работы вестибулярного анализатора.



1. Назови статические и слуховые функции внешнего, среднего и внутреннего уха.
2. Составь таблицу с компонентами Кортиева органа, преддверной макулы и ампулярного гребня.
3. Опиши защитную роль внешнего слухового канала и среднего уха.
4. Представь на схеме маршрут звуковых колебаний от ушной раковины до чувствительных слуховых клеток.

5. Составь логические пары рисунков. Аргументируй выбор.



6. Объясни в 2–3 предложениях, как мы слышим шёпот.

Используй QR-код 2.1.



10 § ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ СТАТОАКУСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА

Гигиена акустического анализатора

Слух играет основную роль в общении. В целях предупреждения потери слуха необходимо соблюдать правила гигиены акустического анализатора:

- ✓ избегать действия громких звуков;
- ✓ вакцинация и своевременное лечение инфекций;
- ✓ избегать приема лекарств, повреждающих слуховой нерв (например аминогликозидов);
- ✓ соблюдать допустимое время воздействия громких звуков;
- ✓ проводить правильную гигиену ушей и др.

Отрицательное воздействие на слух оказывают ожирение, сахарный диабет, алкоголь и курение, некоторые инфекционные заболевания (менингит, корь, краснуха), длительное воздействие громких звуков.

Невозможно избежать возрастную потерю слуха. Процесс разрушения ресничек слуховых клеток и нервных окончаний, воспринимающие звуки и передающие их в мозг, идет на протяжении всей жизни, и может быть ускорен нездоровыми привычками. Потеря слуха становится заметной с 50-ти лет, а после 60-ти некоторые части внутреннего уха становятся неподвижными, что препятствует восприятию звуков.

Дисфункции и заболевания акустического анализатора

◆ **Полная и частичная глухота** – проблема 21 века, которая отрицательно сказывается на качестве эмоциональной и социальной жизни. Основные причины глухоты врожденные (потеря слуха до рождения или сразу после) и приобретенные (в любом возрасте).

Профессиональная глухота вызвана длительным шумом во время работы. Наибольший риск глухоты представляют шахтеры, строители, клепальщики, ткачи, рабочие фабрик с шумными установками, а также военные, пожарные. Исследования показывают, что у 44% плотников и 49% шахтеров к 50 годам наблюдается частичная потеря слуха. Согласно международным нормам, допустимое время воздействия шума зависит от его громкости (табл. 2.1).

Частое использование наушников, особенно внутриканальных, является одной из причин

глухоты среди подростков. Согласно некоторым исследованиям, 99,7% подростков, слушающих музыку в наушниках, страдают от шума в ушах, что может привести к серьезным проблемам со слухом. Сокращение времени использования наушников до одного часа в день при 60% максимальной громкости может предотвратить потерю слуха.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), примерно 1,1 миллиарда подростков и молодых людей подвержены риску потери слуха, слушая музыку «слишком много, слишком громко». Цифры, опубликованные ВОЗ, показывают, что 43 миллиона человек в возрасте от 12 до 35 лет страдают потерей слуха, и частота таких случаев растет. Поэтому ВОЗ предупреждает о рисках потери слуха из-за воздействия шума.

Одна из причин нарушения слуха – плохая гигиена ушей. Специалисты рекомендуют чистить уши только водой с мылом, при помощи перевязочных материалов или уголком полотенца. Очищать нужно только ушную раковину, без использования палочек, которые проникают глубоко и проталкивают ушную серу в слуховой канал, что может заблокировать и повредить барабанную перепонку. Отоларингологи (ЛОР) также рекомендуют не направлять воду из душа прямо в ухо, так как давление воды может оказать вредное воздействие на среднее и внутреннее ухо.

Отдых является важным фактором предотвращения потери слуха. Важно бывать в местах с низким уровнем шума, слушать звуки приро-

Таблица 2.1

Допустимое время воздействия на людей разного уровня шума

Уровень шума (децибелы – дБ)	Время воздействия (часы)
80	8
83	4
86	2
89	1

ды. Это позволяет ресничкам слуховых клеток оправиться от очень громких звуков окружающей среды.

Не реже одного раза в год необходимо обращаться к ЛОР-врачу для проверки состояния уха и слуха. Только ЛОР-врач диагностирует, лечит и наблюдает динамику дисфункций и заболеваний уха.

◆ **Отит** это воспаление эпителия или слизистых оболочек уха, вызванное бактериальными или грибковыми инфекциями. Они вызывают воспаление оболочки среднего уха и скопление жидкости за барабанной перепонкой. В результате слуховые косточки перестают нормально функционировать. Звуки не передаются в мозг, и возникает временная потеря слуха. Во многих случаях после лечения инфекции слух восстанавливается. Но есть случаи, когда отит может вызвать перфорацию барабанной перепонки из-за невылеченных или неправильно леченных инфекций.

◆ **Болезнь Меньера** это заболевание внутреннего уха, которое вызывает спонтанные приступы головокружения, потери слуха и ощущение давления. Встречается у людей в возрасте от 40 до 50 лет, поражает только одно ухо. Причина этой дисфункции – изменение объема, давления и химического состава вещества во внутреннем ухе. Факторами риска болезни Меньера являются вирусные инфекции, аллергии, травмы и генетическая предрасположенность. Болезнь Меньера не поддается лечению.

Вестибулярный синдром

— это нарушение равновесия и нистагм, вызванные поражением вестибулярных путей. В зависимости от пораженного сегмента вестибулярный синдром делится на:

✓ периферический вестибулярный синдром, при котором поражены рецепторы внутреннего уха или вестибулярный нерв;

✓ центральный вестибулярный синдром, при котором поражены вестибулярные ядра в стволе мозга, среднем мозге, таламусе, коре или вдоль центральных вестибулярных путей – медиальный продольный пучок или вестибуло-спинальные тракты.

Другими причинами вестибулярных расстройств являются: возраст, побочные эффекты лекарств, расстройства нервной системы и системы кровообращения, артрит, расстройства глазных мышц.

◆ **Головокружение** (от лат. *verto* – повернуть) – симптом нарушения равновесия. Пациенты описывают головокружение как ощущение вращения. Головокружение проявляется: тошнотой, рвотой, бледностью, холодным потом. Причинами являются расстройства ПНС и ЦНС, расстройства, вызванные лекарствами, психологическим состоянием и т. д.

◆ **Нистагм** (от греч. *nystagmos* – колебание) — это дисфункция внутреннего уха, и проявляется произвольными ритмичными колебательными движениями глазных яблок в сторону травмы (левое или правое ухо).

СРЕДНИЙ ОТИТ

Средний отит – заболевание, которое проявляется снижением слуха (ощущение заложенности уха). Вызвано накоплением жидкости в среднем ухе из-за блокирования отверстия между средним ухом и глоткой. Одной из причин заболевания является размножение бактерий и вирусов в жидкости, находящейся в барабанной полости. Пациент испытывает боль (часто очень сильную), может подняться температура.



1. Назови отдел акустического анализатора, который поражен при среднем отите.
2. Опиши структурные компоненты данного отдела и их функции, нарушенные в случае отита.
3. Объясни, почему снижается острота слуха при среднем отите.
4. Предложи меры профилактики среднего отита.



1. Составь таблицу, включающую факторы риска дисфункции и заболеваний акустического анализатора.
2. Назови пораженный анализатор в случае головокружения и глухоты.

3. Подготовь постер о факторах риска акустического анализатора для разных профессий. Представь его за 5–7 мин.

4. Сделай презентацию РРТ о влиянии пробки из ушной серы на слуховой анализатор и методах предотвращения её образования на основе информации, хранящейся в QR-коде 2.2.



11 КОЖНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЧЕЛОВЕКА

§

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ кожного анализатора расположен в коже – самом большом органе, весом около 5 кг и площадью 1,75 м². Кожа состоит из *эпидермиса, дермы и гиподермы* (рис. 2.7).

◆ **Эпидермис** это внешний слой кожи, барьер против неблагоприятных факторов. Состоит из расположенных слоями кератиноцитов (около 80%) – клеток, которые производят твердый белок кератин. Он придает коже устойчивость к действию физических факторов и делает ее водонепроницаемой. Некоторые кератиноциты вырабатывают меланин (меланоциты), другие защищают от микроорганизмов (клетки Лангерганса), являются рецепторами (свободные нервные окончания, прикрепленные к волосам рецепторы, диски Меркеля). В эпидермисе нет кровеносных сосудов.

◆ **Дерма** имеет толщину около 1 мм и содержит рыхлую соединительную ткань, кровеносные сосуды, рецепторы (тельца Руффини, тельца Краузе), потовые железы, волосные фолликулы с сальными железами.

◆ **Гиподерма** образует внутренний слой кожи, состоящий из сальных клеток и соединительной ткани. В гиподерме хранятся запасы липидов в виде жировой ткани.

Тактильная, вибрационная чувствительность и чувствительность к давлению обеспечивается механорецепторами, стимулом которых является деформация кожи.

Прикосновение к коже (прикосновение) вызывает легкую деформацию, давление – более

сильную деформацию, а колебательные, быстрые и повторяющиеся движения (частота > 10–20 циклов/с) – вибрационные ощущения.

Кожные рецепторы бывают двух типов:

✓ **неинкапсулированные рецепторы**: свободные нервные окончания и рецепторы-придатки волос;

✓ **инкапсулированные рецепторы**: тельца Мейснера, диски Меркеля, тельца Ватер-Пачини, в которых нервное окончание окружено различными структурами.

Свободные нервные окончания – это немиелинизированные или слабо миелинизированные волокна, на всей поверхности кожи, воспринимающие прикосновение и давление.

Рецепторы-придатки волосных фолликулов (нервные волокна) воспринимают контакт с объектом и движение предметов на поверхности кожи. Движение волос вызывает потенциал действия в нервном волокне.

Тельца Ватер-Пачини находятся в большом количестве в гиподерме ладоней и ступней. Стимулом для них является вибрация и движение кожи по неровной поверхности.

Тельца Ватер-Пачини – это капсулы из 20–60 концентрических соединительных пластинок, внутри которой находится нервное окончание. Деформация пластинок под действием механического стимула передается нервному окончанию. В нервном волокне возникает потенциал действия – информация передается в ЦНС. Свободные нервные окончания, диски Меркеля, тельца Мейснера и Ватер-Пачини характерны для безволосой кожи.

Тактильная чувствительность волосных покровов обеспечивается рецепторами-придатками волосного фолликула, дисками Меркеля и тельцами Ватер-Пачини.

Тельца Мейснера расположены в дерме, в большом количестве наблюдаются на ладонях, ступнях и губах. Воспринимают легкие прикосновения и низкочастотные колебания, позволяют различить пространственные параметры предметов и уточнить его свойства при осязании (рис. 2.8).

Тельца Мейснера – это капсула из пластинок и соединительных клеток, между которыми проникают окончания нервных волокон.

Диски Меркеля, расположенные в эпидерме, воспринимают сильное прикосновение, адаптируются медленно и только частично. Они состоят из клеток, цитоплазма которых содержит пузырьки с нейромедиатором, который выделя-

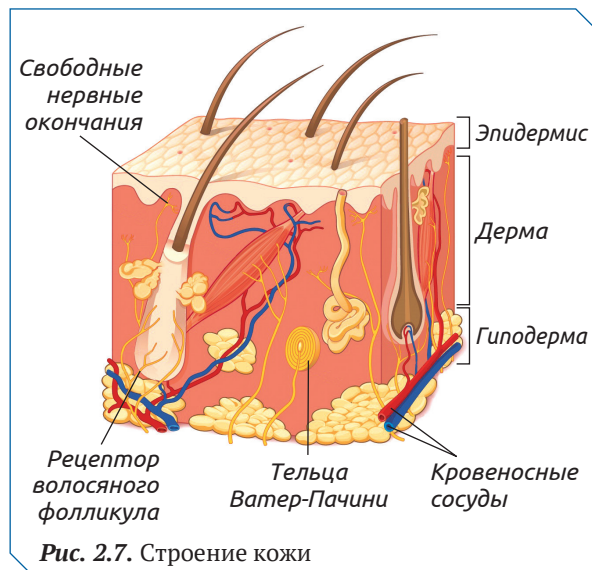


Рис. 2.7. Строение кожи

ется при механической деформации и вызывает возбуждение ближайших нервных окончаний и появление потенциала действия (рис. 2.8).

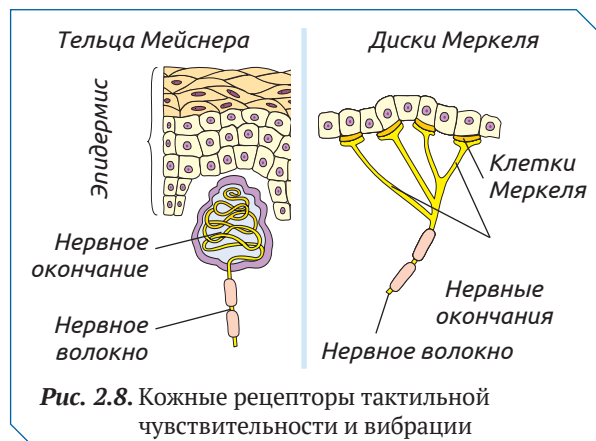
♦ **Термическая чувствительность** обеспечивается терморецепторами, которые определяют разницу температур предметов. Они обеспечивают образование ступенчатых термических ощущений: мороз, холод, прохлада, комфорт, тепло, жара. Бывают терморецепторы тепла и холода, которые отвечают на безопасные термические стимулы и рецепторы боли, которые воспринимают экстремальные температурные значения. Количество терморецепторов зависит от зоны кожи: на губах находится 15–20 рецепторов холода на см²; на пальцах – 3–5; на туловище – 1.

Рецепторов холода в 3–10 раз больше, чем рецепторов тепла. Рецепторы тепла воспринимают температуру, которая выше температуры кожи.

Тельца Руффини расположены в глубоких слоях кожи. Они вырабатывают нервные импульсы при действии температур свыше 30 °С. Тельце Руффини это цилиндрическая или веретенообразная капсула из 4–5 концентрических пластин и многочисленных нервных окончаний одного нервного волокна (рис. 2.9 а).

Колбочки Краузе – это рецепторы холода, расположенные в дерме, представляющие собой тонкие миелоновые волокна, которые воспринимают температуру 15–35 °С (рис. 2.9 б).

♦ **Болевая чувствительность** возникает под действием разрушительных физических, химических и биологических стимулов. Боль является сигналом тревоги для организма и говорит о необходимости удаления раздражителей, которые ее вызвали. Болевыми рецепторами являются свободные нервные окончания миелоновых или немиелиновых нервных волокон. Особенно плотно они представлены в коже. В зависимости от энергии стимулов болевые рецепторы – ноцицепторы делятся на: механические, термические, химические и полимодальные (отвечающие на механические, химические и термические стимулы одновременно).



Боль бывает двух типов: быстрая и медленная.

Быстрая боль чувствуется через 0,1 с после действия стимула и ощущается как укол. Она вызывается в основном механическими или термическими факторами, которые передаются по нервным волокнам со скоростью 6–30 м/с. Быстрая боль вызывает рефлексы сгибания, повышения давления, мобилизации и др.

Медленная боль появляется через 1 с после действия стимула, медленно усиливается, глухая, ощущается как ожог. Возникает в результате действия механических, термических и химических стимулов, которые передаются по нервным волокнам со скоростью 0,5–2,0 м/с. Медленная боль сопровождается тошнотой, обильным потоотделением, снижением давления и мышечного тонуса.

Средний отдел – проводящий путь кожного анализатора состоит из:

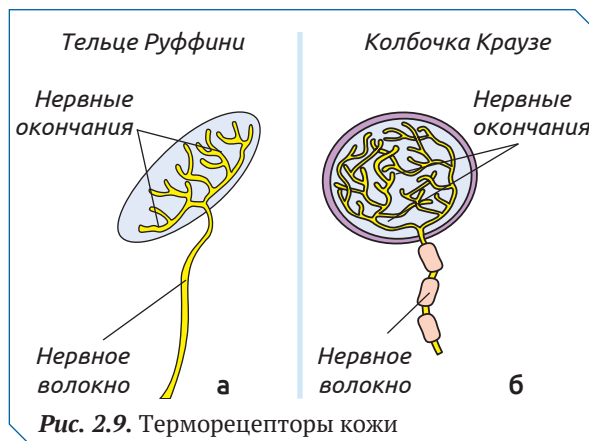
✓ **нейронов заднего корешка спинного нерва** (термические, болевые или тактильные волокна), аксоны которого направляются в задний рог спинного мозга;

✓ **нейронов заднего рога спинного мозга**, аксоны которых проходят в боковые тяжи спинного мозга и образуют пучки, направленные в таламус;

✓ **нейронов таламуса**, аксоны которых передают информацию в кортекс.

Центральный отдел представлен чувствительным кортексом. Каждая часть тела имеет определенную проекцию на коре больших полушарий – *homunculus sensitiv*. Части тела с высокой чувствительностью – губы, язык, рука, представлены обширными зонами коры.

Дисфункции кожной чувствительности вызваны травмами, токсичными веществами (алкоголем), метаболическими расстройствами (сахарным диабетом), воспалительными процессами и т.д. Проявлениями дисфункций чувствительности кожи являются аномальные ощущения, безболезненные, но



неприятные, в виде покалывания, онемения; ощущения стянутости или рези, скручивания, растяжения, сжатия, жжения, поражения электрическим током. Для описания расстройств чувствительности кожи используются следующие медицинские термины:

✓ **парестезия** (аномальные ощущения в отсутствии явного стимула);

✓ **дизестезия** (положительные ощущения, проявляющиеся под влиянием стимула или без него).

Клиническими дисфункциями чувствительности кожи являются:

✓ **гиперестезия** (преувеличенное восприятие легких стимулов);

✓ **гипостезия** (пониженная чувствительность к специфическим раздражителям);

✓ **гипоалгезия** (потеря восприятия боли, например при уколе булавкой или иглой);

✓ **анестезия** (отсутствие каких-либо ощущений на коже).

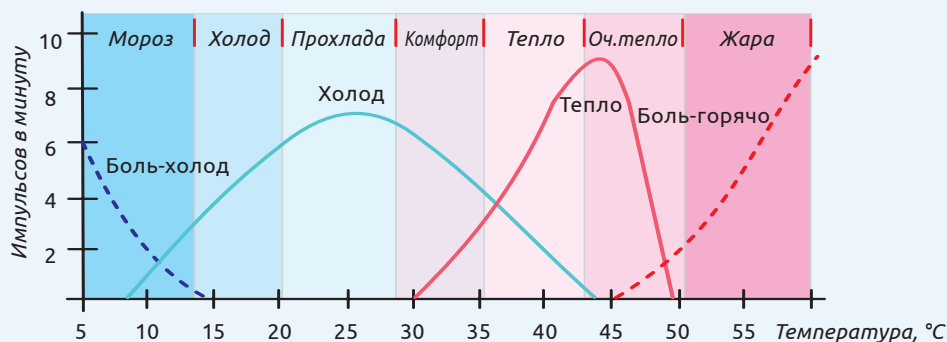
При хирургических вмешательствах для снижения или временного полного подавления чувствительности организма к боли используются химические или физические агенты, вызывающие эффект анестезии.

СТИМУЛЯЦИЯ ТЕРМОРЕЦЕПТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Изучи график и определи значение температур, которые стимулируют терморецепторы: боли-холода, холода, тепла, боли-горячего. Заполни таблицу.

ИССЛЕДОВАНИЕ

?



ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

- ◆ **Материалы и оборудование** Сосуды с водой, термометр, прибор для нагрева воды, вата.
- ◆ **Ход работы**
 1. Приготовь два сосуда с водой (температура 40 °С). Помести один палец левой руки в один сосуд и всю правую кисть – во второй. Отметь, где вода кажется холодней.
 2. Подготовь три сосуда с водой (температура 45, 30, 15 °С). Опустить на 5 мин. левую руку в сосуд с водой 15 °С и правую руку в сосуд с водой 45 °С. После этого опусти обе руки в сосуд с водой 30 °С. Отметь, какая рука ощущает тепло.
- ◆ **Оформление результатов** Представь в форме текста или таблицы термические ощущения в зависимости от температуры воды в которой находилась рука.



1. Дай определение понятиям:
 - ✓ тактильный рецептор;
 - ✓ термический рецептор;
 - ✓ болевой рецептор.
2. Назови стимулы рецепторов – придатков волос, свободных и инкапсулированных нервных окончаний кожи человека.
3. Назови структуры, обеспечивающие осязание у человека.
4. Представь в таблице или диаграмме информацию о классификации кожных рецепторов в зависимости от:
 - ✓ локализации: эпидерма / дерма / гиподерма;
 - ✓ энергии стимула: терморецепторы / механорецепторы;
 - ✓ строения: свободные / инкапсулированные / нервные окончания.
5. Алфавит Брайля предназначен для незрячих и состоит из букв в виде рельефных точек. Назови рецепторы, позволяющие «читать» по Брайлю, и объясни, почему легче читать при помощи большого и указательного пальца.

12 ВКУСОВОЙ И ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЧЕЛОВЕКА

Формирование вкусовых и обонятельных ощущений обеспечивают вкусовой и обонятельный анализаторы. Вкус и запах — это ощущения, возникающие в результате прямого контакта между молекулами химических веществ, растворенных в воде, и рецепторами обонятельных и вкусовых сенсорных клеток.

ВКУСОВОЙ АНАЛИЗАТОР

♦ **Периферический отдел** вкусового анализатора расположен в слизистой оболочке языка. Поверхность языка неровная из-за наличия выступов — *вкусовых сосочков*, которые состоят из *вкусовых почек*.

Вкусовые сосочки бывают 4 типов: нитевидные, листовидные, грибовидные и желобовидные.

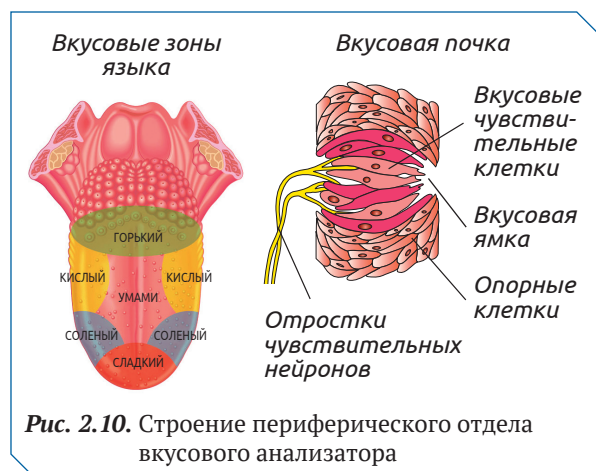
Нитевидные сосочки удлиненные, разбросаны по всей поверхности языка, лишены вкусовых почек, имеют тактильные рецепторы, способствуют контакту между пищей и слизистой языка в процессе жевания.

Листовидные сосочки в форме листа расположены в боковых частях языка. У взрослых вкусовые рецепторы дегенерируют.

Грибовидные сосочки в виде грибка разбросаны по всей поверхности языка, содержат около 5 вкусовых рецепторов.

Желобовидные сосочки, 12 крупных (1–3 мм) образования, расположены V-образно у основания языка, прямо перед концевой бороздой. Один сосочек содержит от 100 до 300 вкусовых рецепторов.

У взрослого человека около 10 000 вкусовых рецепторов на языке. Вкусовые рецепторы есть также на мягком небе, глотке и надгортаннике.



Вкусковая почка состоит из трех типов клеток: чувствительные вкусовые, опорные и базальные (рис. 2.10).

Вкусовые клетки по 50–150 расположены по периферии и в центре почки. Удлиненной формы, на одном конце имеют микроворсинки со вкусовыми хеморецепторами, а на другом образуют синапсы с сенсорными нейронами. Продолжительность жизни 10–14 дней. Молодые клетки формируются из базальных.

Опорные клетки поддерживают вкусовые клетки.

Базальные клетки, расположенные у основания вкусовой почки. Преобразуются в опорные, затем во вкусовые клетки.

Водорастворимые химические вещества достигают рецепторов микроворсинок путем диффузии. Каждая вкусовая клетка может «распознавать» только определенные вещества. Спектр вкусов, воспринимаемых человеком, сводится к четырем: *кислый, горький, сладкий и соленый*.

Вкусовые сосочки содержат вкусовые клетки, только для одного из четырех вкусов. Они образуют 4 вкусовые зоны на поверхности языка:

- ✓ зона горького вкуса (у основания языка);
- ✓ зона кислого вкуса (на задних боковых участках языка);
- ✓ зона соленого вкуса (на передних боковых участках языка);

зона сладкого вкуса (на кончике языка). Взаимодействие химических веществ (Na^+ , H^+ , глюкозы, горьких веществ) с рецепторами микроворсинок вкусовых клеток ведет к деполяризации клеточной мембраны и экзоцитозу нейромедиаторов. Как следствие, в нейронах, с которыми вкусовые клетки образуют синапсы, возникает нервный импульс.

♦ **Средний отдел** состоит из трех типов сенсорных нейронов: первичные, нейроны вкусового ядра Варолиевого моста, нейроны ядер таламуса.

Дендриты первичных нейронов соединены с вкусовыми клетками, телами нейронов из узлов лицевого (VII), языко-глоточного (IX) и блуждающего (X) нервов, а аксоны образуют синапсы со вторым нейроном вкусовых путей Варолиевого моста.

Лицевой нерв получает информацию от передних двух третей языка, языко-глоточный нерв — от задней трети, а блуждающий нерв — от глотки и надгортанника (рис. 2.11).

♦ **Центральный отдел.** Аксоны третьего нейрона достигают первичной вкусовой зоны коры головного мозга. В соматосенсорной коре формируются вкусовые ощущения, а в таламусе – ощущения «эмоционального» вкуса, которые определяют воспоминание о вкусе и соответствующее поведение (удовольствие, отвращение, желудочная секреция, ностальгия).

ОБОНЯТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР

♦ **Периферический отдел** расположен в носовых ямках, выстланных слизистой оболочкой и обонятельной оболочкой.

Обонятельная слизистая оболочка отличается небольшой поверхностью и незначительным количеством кровеносных сосудов, отсутствием секреторных желез. Взаимодействие обонятельного эпителия и вдыхаемого воздуха происходит благодаря тому, что носовая полость ориентирована вниз (особенность человека).

Функциональной единицей обонятельной оболочки является обонятельная клетка – чувствительный биполярный нейрон, с единственным дендритом, который выходит за пределы опорных клеток и ориентирован внутрь ноздрей. От дендритов биполярных нейронов отходят 8–20 *обонятельных ресничек*, которые плавают в слизистом слое, продуцируемом опорными клетками обонятельной оболочки. Обонятельные реснички содержат белки, восприимчивые к молекулам запаха (рис. 2.12).

♦ **Средний отдел.** От базального полюса обонятельных нейронов отходят короткие аксоны, сгруппированные по 10–100, которые проходят через решетчатую кость.

В обонятельной луковице они образуют синапсы с дендритами *митральных клеток* (вторичные нейроны) и *вставочными нейронами*. Каждая митральная клетка формирует около

1000 синапсов с обонятельными нейронами и передает информацию чувствительным зонам коры. Дендриты митральных клеток и вставочные нейроны образуют клубочки.

Аксоны митральных клеток направлены в сторону чувствительных зон коры, образуя обонятельный путь.

♦ **Центральный отдел** состоит из передних и задних обонятельных луковиц, вторичного коркового лимба и гиппокампа. Здесь нервные импульсы превращаются в обонятельные ощущения.

ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ОБОНЯТЕЛЬНОГО И ВКУСОВОГО АНАЛИЗАТОРА

Обоняние и вкус позволяют оценить качество пищи и служат системой защиты от пищевых токсинов, загрязненного химикатами воздуха, смога и т.д.

Повреждение химических анализаторов, возникающие в основном у пожилых людей, вызывают затруднения в выборе продуктов, приводят к недоеданию, потере веса и т.д.

Факторами риска, вызывающими дисфункцию и заболевание органов вкусового и обонятельного анализатора, являются: слишком холодная или горячая еда, кислые или основные вещества, которые случайно попадают на слизистую оболочку языка или обонятельный эпителий, патогенные микроорганизмы, травмы языка и носа. Для нормальной деятельности органов вкуса и обоняния, необходимо соблюдать правила гигиены:

- ✓ не употреблять слишком холодную или горячую пищу;
- ✓ избегать попадания на язык кислот и щелочей, которые могут вызвать потерю вкуса;
- ✓ не вдыхать химические вещества, которые могут вызвать тяжелые ожоги и частичную или полную потерю обоняния;

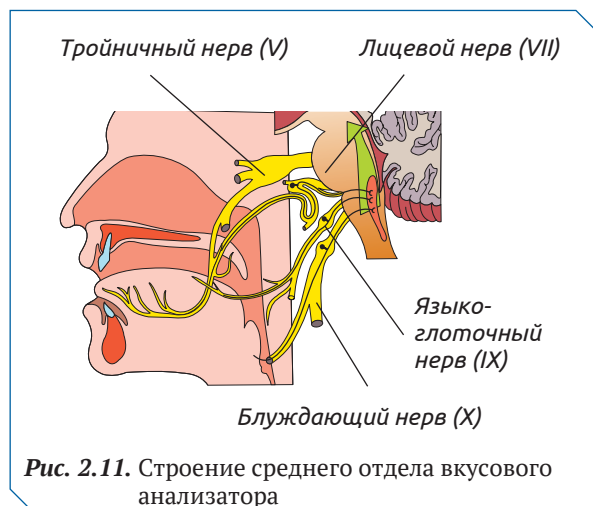


Рис. 2.11. Строение среднего отдела вкусового анализатора

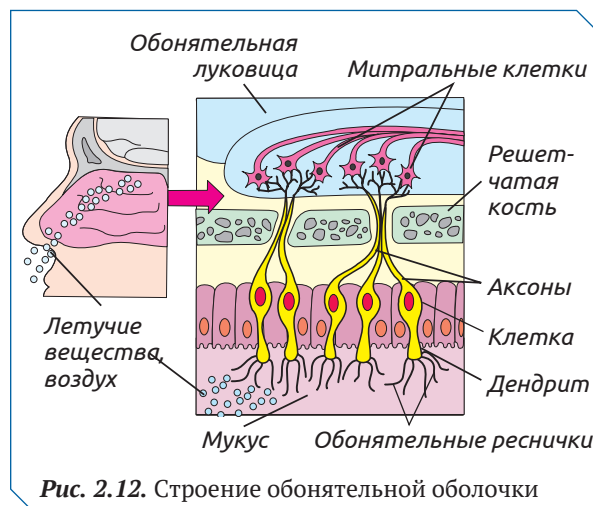


Рис. 2.12. Строение обонятельной оболочки

✓ предотвращать инфекции слизистой языка и носовой полости, путем ограничения контакта с инфицированными лицами и их личными предметами.

◆ **Агевзия** – это потеря или снижение вкусовых ощущений. Может быть вызвана неврологическими расстройствами. Повреждение лицевого нерва может повлиять на вкусовые ощущения передних двух третей языка. Травма языко-глоточного нерва может повлиять на вкусовое восприятие задней трети языка. Часто повреждение язычно-глоточного нерва сопряжено с повреждением X, XI и XII черепных нервов.

Агевзия обычно встречается как проходящий симптом при воспалительных заболеваниях верхних дыхательных путей, потере обоняния. Очень часто потеря вкуса на самом деле связана с аносмией, так как обоняние отвечает за распознавание большого числа запахов.

◆ **Гипергевзия** характеризуется повышенной чувствительностью вкусовых рецепторов,

пациенту кажется, что пирог слишком сладкий, кофе слишком крепкий и т.д.

◆ **Гипогевзия** – это снижение вкусовых ощущений, которое может возникнуть после гриппа и обычно сопровождается гипосомией (отсутствием или снижением обоняния) на короткий период времени.

◆ **Дисгевзия** – это нарушение вкусовых ощущений из-за курения, приема лекарств, шелушения языка и т.д.

◆ **Аносмия** – это полная потеря запаха, вызванная воспалением слизистой оболочки. Наиболее частыми причинами этой дисфункции являются: вирусные инфекции, травмы головного мозга, опухоли, болезнь Альцгеймера.

◆ **Гиперосмия** проявляется повышенной чувствительностью к запахам. Часто встречается у людей с расстройствами личности и эпилептическими расстройствами.

Аносмия и агевзия также могут быть вызваны резким падением уровня цинка.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВКУСОВЫХ И ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	◆ Необходимые материалы ✓ Разные продукты для дегустации, в том числе яблоко и сырой картофель. ✓ Повязка для глаз. ✓ Вата.
	◆ Ход работы 1. Формируют две команды по 2–4 ученика – команда А и команда Б. 2. Назначают одного или двух ассистентов для каждой команды. 3. Ученики одной команды закрывают ноздри ватой. 4. Участникам обеих команд завязывают глаза. 5. Каждый участвующий в эксперименте ученик пробует предложенные ассистентом продукты и называет их.
	◆ Оформление результатов Для каждого учащегося, прошедшего тестирование, отметьте в таблице знаком «+» идентифицированные продукты и знаком «–» те, которые не были идентифицированы учащимися.

	1. Дай определение понятиям: ✓ <i>вкусовой анализатор;</i> ✓ <i>обонятельный анализатор.</i>	4. Изобрази в виде схемы этапы образования: ✓ <i>обонятельных ощущений;</i> ✓ <i>вкусовых ощущений.</i>	6. Подготовь презентацию РРТ о пятом вкусе, недавно обнаруженный японскими учеными на основе информации, хранящейся в QR-коде 2.3. 
	2. Объясни роль хеморецепции (вкусовой и обонятельной рецепции). 3. Опиши работу чувствительных клеток, которые образуют: ✓ <i>зону горького вкуса;</i> ✓ <i>зону кислого вкуса;</i> ✓ <i>зону сладкого вкуса;</i> ✓ <i>зону соленого вкуса.</i>	5. Объясни, почему у людей, страдающих насморком* обонятельная чувствительность снижена. * <i>Примечание:</i> насморк сопровождается сухостью носовой полости, обильными носовыми выделениями и затрудненным дыханием.	

При помощи зрительного анализатора человек получает 80–90% информации об окружающей среде. Состоит из периферического (глаза – фоторецепторного устройства), среднего (проводящего нервного пути) и центрального отделов.

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ представлен глазом – парным органом, воспринимающим количество и качество световых волн.

Функционально глаз состоит из *рецепторного аппарата* – фоторецепторов сетчатки и *оптической системы*, которая создает на сетчатке уменьшенное и перевернутое изображение.

С анатомической точки зрения глаз состоит из *глазного яблока* и его *придатков*.

♦ **Глазное яблоко** имеет два полюса: передний и задний. Воображаемая линия, соединяющая полюса, образует оптическую ось. Глазное яблоко обладает стенкой из трех оболочек (*внешняя, средняя и внутренняя*) и глазной полостью, в которой находятся преломляющие среды глаза.

Внешняя оболочка включает роговицу и склеру (рис. 2.13).

Роговица прозрачная, лишенная кровеносных сосудов, иннервирована большим количеством безмиелиновых волокон. В передней части выступающая, покрывает радужную оболочку, зрачок и переднюю камеру глазного яблока.

Склера у детей отдает голубизной, у взрослых – жемчужная, а у пожилых – светло-желтая. Защищает остальные части глаза от механических факторов и сохраняет его форму. Через ее

перфорированный задний участок – *решетчатую пластину* проходят зрительный нерв и кровеносные сосуды.

Средняя оболочка состоит из *радужки*, *сосудистой оболочки* и *ресничного тела*.

Радужка находится в передней части средней оболочки. Содержит пигмент, определяющий цвет глаз. Состоит из кольцевых и радиальных мышц. Имеет форму диска, в центре которого находится отверстие – *зрачок*. Зрачок обеспечивает проникновение света и адаптирует глаз к интенсивности света. Мышцы радужной оболочки путем сокращения меняют диаметр зрачка в зависимости от интенсивности светового потока.

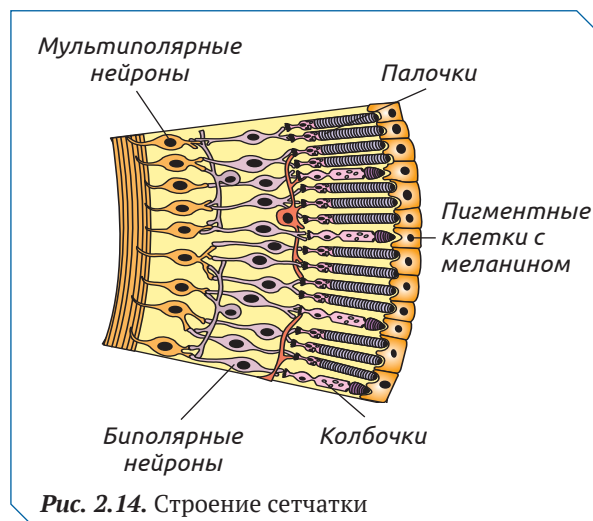
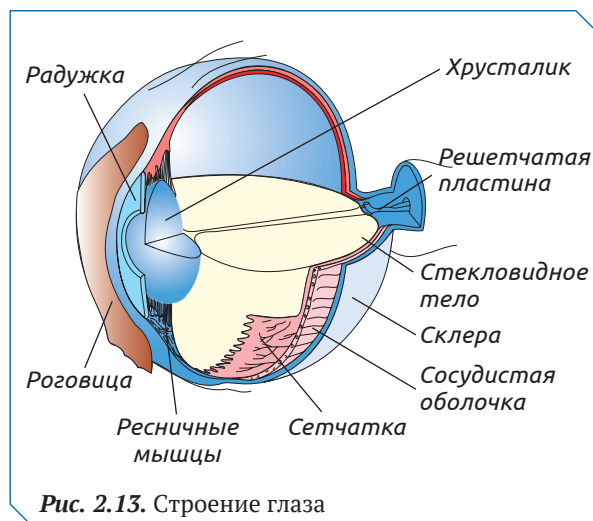
Сосудистая оболочка пронизана кровеносными сосудами и выполняет питательную функцию. Выстилает склеру, содержит пигментные клетки, которые образуют темную камеру.

Ресничное тело состоит из соединительной и мышечной ткани, расположено между сосудистой оболочкой и радужкой и включает ресничную мышцу и ресничные связки.

Ресничная мышца состоит из кольцевых и радиальных гладких мышечных волокон, которые участвуют в зрительной аккомодации к расстоянию.

Ресничные связки состоят из эластичной соединительной ткани и покрыты эпителием, в котором находится множество кровеносных сосудов.

Внутренняя оболочка или *сетчатка*, состоит из *пигментного слоя* и чувствительной *сетчатки* (рис. 2.14).



Пигментный слой сетчатки представлен пигментными клетками, содержащими меланин. Они образуют амебовидные отростки, проникающие между клетками внутреннего слоя сетчатки, и формируют темные камеры. Эти клетки поглощают избыток света.

Чувствительная сетчатка состоит из светочувствительных клеток с колбочками (около 6–7 млн.) и палочками (около 125–130 млн.).

Колбочки преобладают в желтом пятне (*фовеа*), в центральной части которой около 50 000 колбочек, а палочки отсутствуют. Фовеа обеспечивает центральное зрение, необходимое для любой деятельности, в которой визуальные детали имеют большое значение. У периферии сетчатки количество колбочек уменьшается, а количество палочек увеличивается. Эти участки сетчатки формируют менее четкое изображение (которое видно краем глаза).

Внизу примерно под 15° в височной области, находится *слепое пятно* – зона без сенсорных клеток, через которую проходит зрительный нерв и кровеносные сосуды.

Преломляющие среды включают *роговицу, хрусталик, водянистую влагу и стекловидное тело*.

Роговица – часть внешней оболочки с преломляющими свойствами, обеспечивающая 40 из максимальных 60 диоптрий глаза.

Хрусталик является главной линзой глаза. Благодаря двояковыпуклой форме образует перевернутое изображение на сетчатке. Представляет собой прозрачную эластичную капсулу, заполненную раствором белков. Ресничные мышцы и связки удерживают хрусталик в экваториальной плоскости глаза и меняют его выпуклость при сокращении и расслаблении. Это позволяет видеть отдаленные и близкие предметы. С возрастом он становится жестче из-за денатурации белков.

Водянистая влага заполняет переднюю и заднюю камеры глазного яблока. Выполняет

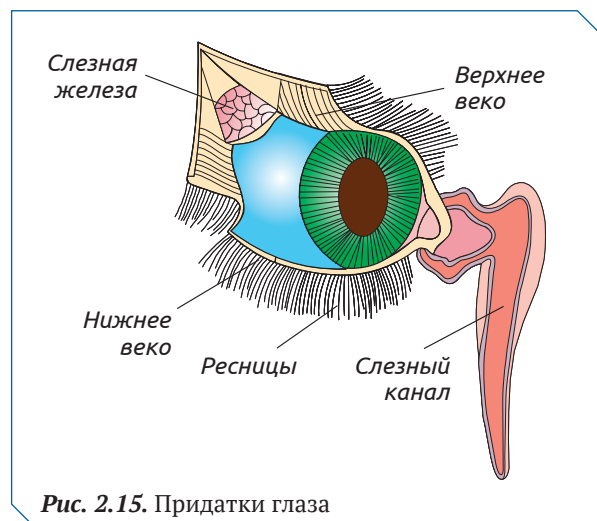


Рис. 2.15. Придатки глаза

обменные функции и создает давление в глазном яблоке, увеличение которого наблюдается у больных глаукомой.

Стекловидное тело – находится в темной камере, поддерживает форму глаза, выполняет питательную функцию.

♦ **Придатки глазного яблока** обеспечивают его движение (*мышцы глазного яблока*) и его защиту (*брови, веки, ресницы, слезный аппарат*) (рис. 2.15).

Мышцы глазного яблока (две косые и четыре прямые) двигают глазное яблоко в разные направления.

Брови – выступающие образования, препятствуют проникновению пота в глаза.

Веки – мышечно-волоконистые образования, покрытые кожей, защищающие роговицу. Модифицированные слюнные, потовые и ресничные железы, открываются на свободном крае век. Слезный аппарат состоит из слезных желез и слезных протоков.

Средний отдел зрительного анализатора состоит из трех типов чувствительных нейронов (рис. 2.16).

♦ **Биполярные нейроны** сетчатки, дендриты которых образуют синапсы с палочками и колбочками, а аксоны – с мультиполярными нейронами.

♦ **Мультиполярные нейроны**, аксоны которых образуют нервные волокна сетчатки, которые выходят из глазного яблока через слепое пятно, образуя *зрительный нерв*.

Зрительный нерв состоит из двух пучков аксонов – волокон: которые идут от внутреннего поля глаза и которые выходят из теменной части – внешнего поля глаза.

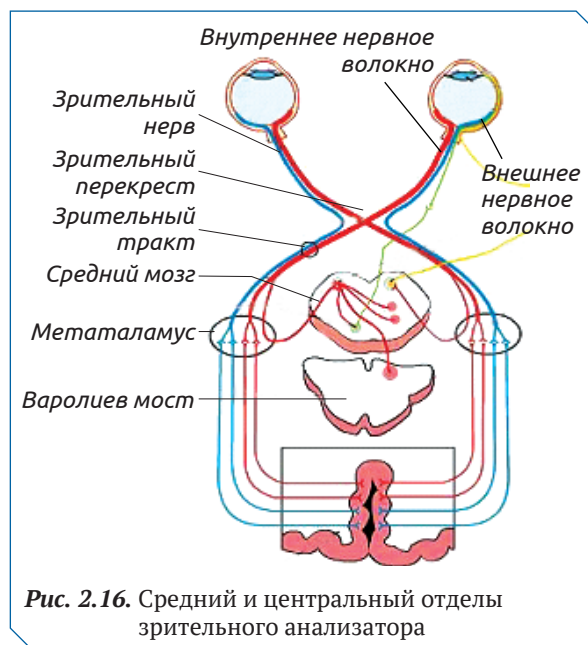


Рис. 2.16. Средний и центральный отделы зрительного анализатора

Внутренние волокна правого и левого глаза перекрещиваются и образуют *зрительный перекрест*. Внешние волокна не перекрещиваются. Аксоны мультиполярных нейронов образуют зрительный нерв до зрительного перекреста, а после него – зрительный тракт. Зрительный нерв состоит из аксонов только одного глаза, а зрительный тракт – из аксонов обоих глаз.

♦ **Нейроны метаталамуса** получают информацию от зрительного рецептора через дендро-аксонные синапсы. Здесь информация фильтруется и направляется к центральному отделу зрительного анализатора (рис. 2.16).

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ представлен двумя зонами: первичной и ассоциативной зрительными зонами. Первичная зона расположена на медиальной стороне затылочных долей, а ассоциативная – вокруг нее.

ФИЗИОЛОГИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО РЕЦЕПТОРА. Специфическим стимулом глаза является свет, который проходит через преломляющие среды (роговицу, хрусталик, стекловидное тело) и достигает сетчатки.

♦ **Формирование изображения на сетчатке.** Под действием света в сетчатке происходят следующие явления:

✓ пигментные клетки образуют псевдоподии, в сторону фоторецепторных клеток. Родопсин палочек и йодопсин колбочек расщепляются. Благодаря этим химическим реакциям на сетчатке формируется уменьшенное и перевернутое изображение (рис. 2.17).

✓ в светочувствительных клетках возникает потенциал действия, который по волокнам зрительного нерва поступает в центральный отдел зрительного анализатора, расположенный в затылочной доле коры, где нервный импульс превращается в зрительные ощущения.

Изменения, возникшие под действием света, сохраняются в течение 1/30 с после удаления стимула, так как химические реакции в сетчатке не прекращаются внезапно, а только через некоторое время. Также необходимо время и на восстановление разложившихся пигментов

светочувствительных клеток. Благодаря этому явлению, если включать и выключать лампочку через 1/30 с, создается впечатление, что свет не гаснет.

Явление стойкости изображения лежит в основе кинематографа. Иллюзия движения создается путем просмотра множества изображений за короткое время.

♦ **Формирование зрительных ощущений** происходит в первичной зоне, где зрительная информация анализируется и формируется зрительное восприятие в результате преобразования нервного импульса в ощущения света, цвета, формы. Ассоциативная зона оценивает значимость информации, формирует стереоскопическое ощущение (просмотр под разными углами двумя глазами, определение расстояния до каждого предмета и его относительное положение в пространстве). Так формируется цветное, неперевернутое изображение предметов. При повреждении первичной зоны наступает слепота, а ассоциативной – невосприятие увиденного (афазия).

♦ **Зрительная аккомодация к расстоянию** – это изменение кривизны хрусталика в соответствии с расстоянием до рассматриваемого предмета (рис. 2.17). В состоянии покоя хрусталик сплюснут и удерживается в напряжении ресничными связками. В таком состоянии глаз приспособлен к визуализации отдаленных предметов (более 6 м). Когда взгляд направлен на близкий предмет ресничные мышцы сокращаются и расслабляют связки. В результате расслабляется хрусталик и увеличивается его кривизна. Кривизна хрусталика тем больше, чем меньше расстояние до рассматриваемого предмета, но это расстояние ограничено (25 см). Максимальное расстояние аккомодации – 65 м, а минимальное – 12–15 см. Способность к зрительной аккомодации уменьшается с возрастом из-за уменьшения эластичности хрусталика. Минимальное расстояние аккомодации в возрасте 40–50 лет составляет 25–40 см, а к 65–70 годам способность к аккомодации почти исчезает.

♦ **Аккомодация к интенсивности света.** Диаметр зрачка меняется в зависимости от интенсивности света благодаря мышечным сокращениям (круговые и радиальные мышцы). Сильный свет вызывает уменьшение диаметра, а слабый – увеличение. Аккомодация является рефлекторным, произвольным и спонтанным явлением.

♦ **Восприятие цвета** происходит благодаря клеткам с колбочками с высоким светочувствительным порогом и зрительной остротой. Они обладают специфической чувствительностью к красному, синему и зеленому цвету и обеспечивают цветное зрение.

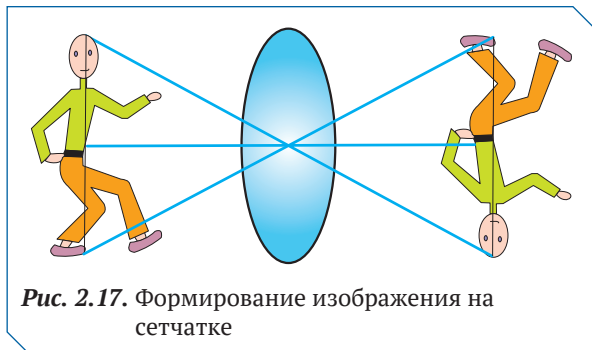


Рис. 2.17. Формирование изображения на сетчатке

Палочки обладают большой чувствительностью к свету. Это ночные рецепторы, не способные различать цвет и структуру предметов.

♦ **Глазное преломление** это способность оптической системы глаза менять направление световых лучей при их прохождении через глаз. Глаз состоит из системы линз с четырьмя точками преломления. Первые две находятся на роговице: раздел между воздухом и передней частью роговицы, а также задней поверхностью роговицы и водянистой влагой. Последние две на хрусталике: на границе с водянистой влагой, и со стекловидным телом.

Степень рефракции зависит от кривизны роговицы и хрусталика и от расстояния между ними. В зависимости от места пересечения лучей (фокуса), выделяют три типа рефракции: эмметропическую (эмметропия), миопическую (миопия), гиперметропическую (гиперметропия). Рефракция зависит также от возрастных изменений хрусталика и действия факторов среды. Например, у новорожденных наблюдается гиперметропия, которая по мере роста, переходит в эмметропию или миопию. Рефракция зависит и от среды обитания. У жителей степей и побережья преобладает эмметропия, а у горожан – миопия.

ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА

Факторами риска для зрительного анализатора являются перенапряжение глаз; отсутствие пауз в работе; недостаточное освещение рабочего места; недостаточное расстояние от рабочего предмета до глаз; неправильное положение тела при чтении, письме; несоответствие между ростом ученика и высотой парты; несоблюдение правил личной гигиены; травмы глаз и соседних участков; дисфункции и заболевания систем жизнеобеспечения; авитаминозы и др. В случае травмы глаза необходимо немедленное обращение к врачу-офтальмологу.

♦ Правила гигиены глаз во время чтения и письма.

- ✓ свет должен падать на предмет, а не на глаза, и исходить слева или сверху;
- ✓ освещение должно быть достаточным;
- ✓ расстояние между глазами и книгой должно быть 25–30 см;
- ✓ при слишком ярком свете необходимо носить дымчатые очки;
- ✓ карандаш, ручка, циркуль могут быть опасны для глаз и стать причиной травм.

♦ Правила гигиены глаз во время работы на компьютере.

Экраны компьютеров, телевизоров, телефонов отображают тысячи точек (пикселей), на которых должен сфокусироваться челове-

ский глаз. Этот повторяющийся стресс утомляет глазные мышцы, вызывая кратковременное расстройство зрения и головные боли.

Буквы на экране, воспринимаются иначе, чем печатные, а чтение происходит на 25% медленнее. Объясняется это тем, что нет одинаковой контрастности на всей поверхности экрана, так как интенсивность пикселей максимальна в центре и снижается по краям. Поэтому требуется аккомодация хрусталика. Правила гигиены глаз предусматривают соблюдение расстояния между глазами и экраном, перерывы в работе, правильное положение тела за рабочим столом (рис. 2.18).

Расстояние между глазами и монитором всего в 30–40 см – причина спазма глаза. Глаз заблокирован для близкого зрения, а отдаленные предметы размыты, фокусировка на деталях изображения затруднена. Во избежание этого верхний край монитора должен находиться на уровне глаз (или ниже).

Перерыв всего в 20 секунд (каждые 20 минут работы) может быть достаточным, чтобы глаза расслабились. Необходимо «оторвать взгляд от монитора» и смотреть на предметы отдаленные на 6 метров и более.

Прямые последствия несоблюдения этих правил – усталость глаз, головные боли, миопия, раздвоение изображений, изменение цветового восприятия, а косвенные – боли в мышцах и костях (шея, плечи, спина, запястье).

♦ **Миопия** (близорукость) это нарушение рефракции при котором лучи света пересекаются перед сетчаткой. Близорукий человек обладает хорошим близким, и нечетким дальним зрением. Для того, чтобы разглядеть отдаленные предметы, близорукие люди щурят и напрягают глаза. В результате возникает головная

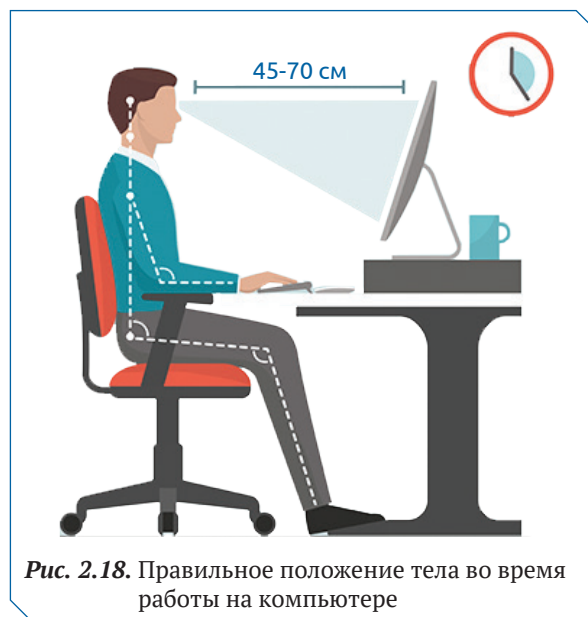


Рис. 2.18. Правильное положение тела во время работы на компьютере

боль, усталость глаз и др. Степень близорукости определяется при помощи вогнутых линз и измеряется в диоптриях. Близорукость может быть легкой (до 3 диоптрий), средней (3–6) и тяжелой (более 6). В эпоху компьютеров близорукость может стать способом приспособления к близкому зрению. Коррекция миопии проводится вогнутыми линзами («–»).

◆ **Гиперметропия** (дальнозоркость) – самое распространенное нарушение зрения (около 80%), нарушение рефракции световых лучей, когда фокус образуется за пределами сетчатки. У дальнозоркого человека плохое как дальнее, так и близкое зрение. Деятельность, связанная с большой нагрузкой на глаза, вызывает слезоточивость, головные боли, покраснение глаз, нарушение зрения. Если посмотреть вдаль, эти симптомы исчезают, но затем снова возвращаются. Коррекция гиперметропии проводится выпуклыми линзами («+»).

◆ **Катаракта** – это частичное или полное помутнение хрусталика, встречается у 70% лю-

дей в возрасте старше 60 лет. При катаракте снижается острота зрения вплоть до полной слепоты. Больные видят «как в тумане», «через сетку» или «сквозь слезы», они часто моргают, изображения раздвоенные, острота зрения при просмотре телевизора, чтении, работе на компьютере снижена.

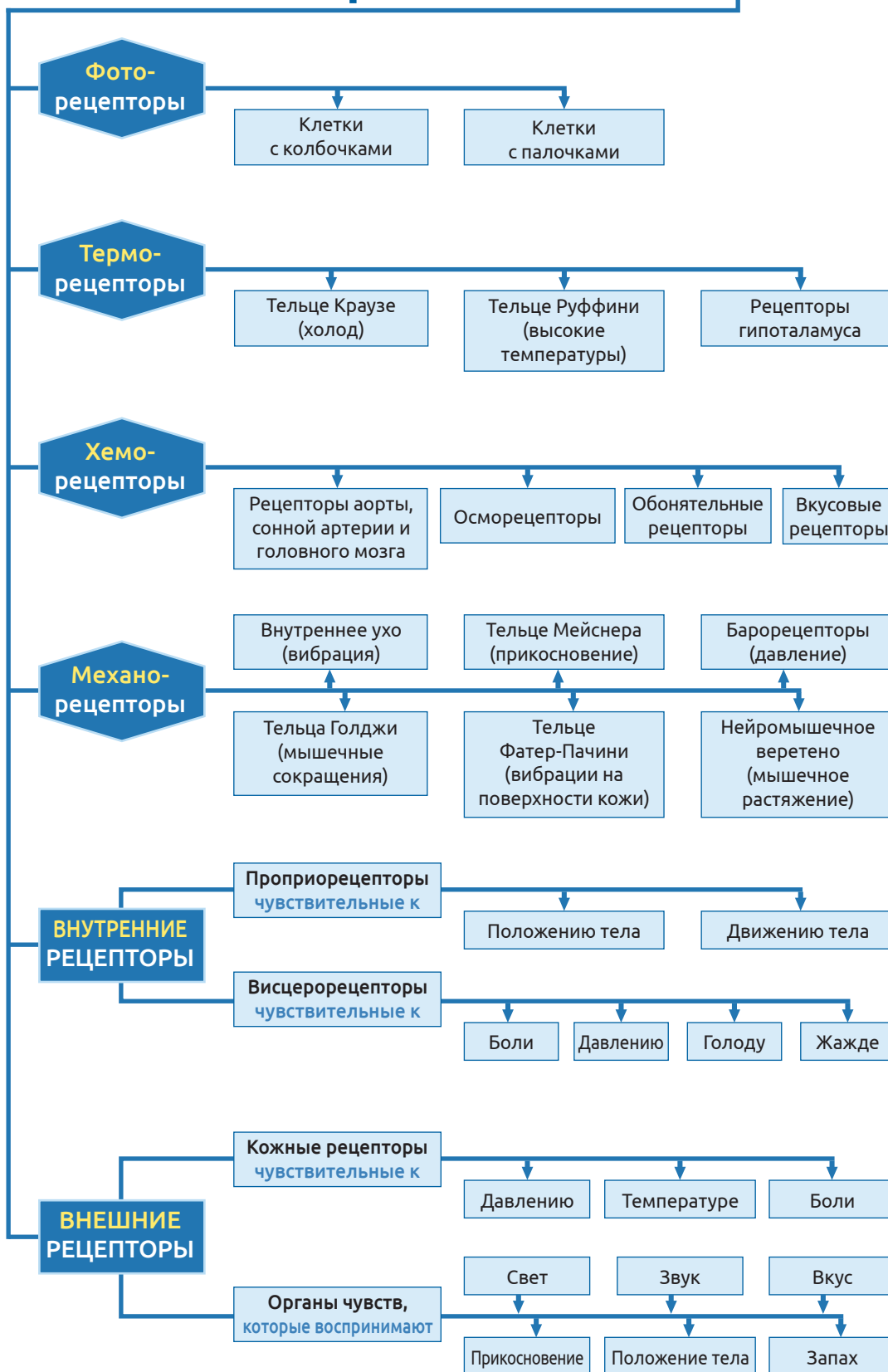
Существуют способы замедления процесса развития катаракты на первых этапах заболевания (очки для улучшения зрения, капли), но единственным эффективным методом лечения остается хирургическое удаление помутневшего хрусталика и вживление искусственного.

◆ **Конъюнктивит** это распространенное заболевание глаз, особенно у детей, которое проявляется бактериальным воспалением конъюнктивы глаза. Дым, пыль, токсичные газы также являются факторами, способствующими развитию конъюнктивита. Больной испытывает жжение, ощущение «песка в глазах», зуд и покраснение.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ	
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	◆ Необходимые материалы 1. Нарисуй на доске розу ветров. 2. Испытуемый стоит на расстоянии 10–15 см от доски и смотрит левым глазом, немигающим взглядом только на центр рисунка. 3. Другой ученик проводит мелом белого цвета линию по радиусу от периферии к центру, пока испытуемый не заметит белый цвет. Второй ученик отмечает эту точку. 4. Определи поле зрения правого глаза для белого цвета.
	◆ Ход работы 1. Соедини линией отмеченные точки на радиусах. 2. Определи поле зрения каждого глаза (монокулярное поле зрения) для белого, красного, зеленого, синего цвета для наружной, внутренней, нижней и верхней части глаза. 3. Наложь зрительные поля правого и левого глаза для белого цвета и получи бинокулярное поле зрения ученика.
	◆ Оформление результатов Докажи зависимость между распределением палочек и колбочек на сетчатке глаза и полем зрения для бесцветных (белых) предметов.

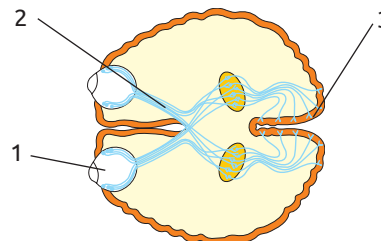
	1. Назови светочувствительные клетки, обеспечивающие цветное зрение и зрение при слабом освещении. 2. Представь в виде таблицы структурные части глазного яблока и их функции.	3. Представь в виде схемы путь световых лучей до чувствительных клеток сетчатки глаза. 4. Нарисуй и опиши форму: ✓ хрусталика при рассмотрении предметов на расстоянии 5 и 50 м; ✓ зрачка в зависимости от светового потока (сильного или слабого).	5. Составь анкету при помощи которой можно установить причину близорукости и дальнозоркости одноклассников, членов семьи (у которых наблюдаются эти заболевания): ✓ представь результаты; ✓ предложи меры профилактики; ✓ перечисли способы коррекции зрения.
---	---	--	--

РЕЦЕПТОРЫ



1. Назови функции системы органов чувств человека.
2. Представь в виде таблицы отделы анализаторов, их строение и функции
3. Объясни отличие между ощущением и восприятием.
4. Человеческие возможности восприятия окружающей среды ограничены числом, типом и особенностями рецепторов. Назови 2–3 приспособления, которые увеличивают возможности человека в этом плане.

5. Изучи схему, которая представляет сегменты зрительного анализатора человека.
 - ✓ Составь легенду.
 - ✓ Найди и назови сегмент, который состоит из аксонов биполярных чувствительных нейронов.



6. Расположи в правильном порядке этапы преобразования механической энергии в нервный импульс механорецепторными клетками с ресничками: *механический стимул; деполяризация мембраны; чувствительная клетка; механическая энергия; электрохимическая энергия; чувствительный нейрон; нервный импульс*. Назови один из рецепторов, в котором есть такие клетки, и ощущения, которые они формируют.

7. Нарисуй схему движения звуковых волн из внешней среды к Кортиеву органу, составь легенду схемы.

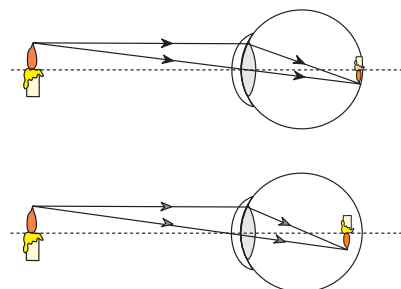
8. Классифицируй понятия по схеме:
 - ✓ стимул;
 - ✓ рецептор;
 - ✓ орган, в котором находится рецептор.

Глюкоза, положение в пространстве, механорецептор, кожа, осязание, хеморецептор, температура, звук, глаз, язык, свет, терморецепторы.

9. Объясни, основываясь на знаниях о клеточной структуре языка, почему задняя часть языка называется зоной горького вкуса, а передняя – сладкого.

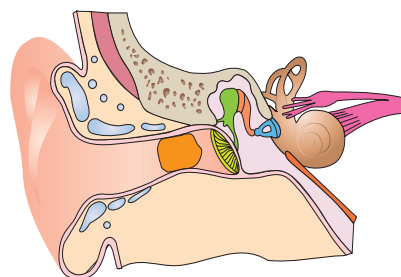
10. Схема изображает глазную рефракцию света у здоровых людей и у людей с нарушением зрения. Изучи схемы и ответь на следующие вопросы:

- ✓ Определи, на какой из схем изображен глаз с дефектом зрения.
- ✓ Назови изображенный дефект зрения.
- ✓ Опиши причины данного дефекта, симптомы, факторы риска и методы профилактики.
- ✓ Объясни, как можно восстановить нормальное или почти нормальное зрение у людей с изображенным дефектом зрения.



11. Изучи схему и определи фактор, препятствующий проникновению звуковых волн во внутреннее ухо. Опиши его:

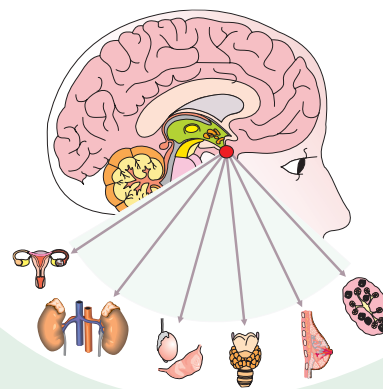
- ✓ расположение;
- ✓ образование;
- ✓ способы профилактики.



ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ У ЧЕЛОВЕКА

- ● Эндокринная система человека
- ● Эндокринные железы
- ● Органы с эндокринными функциями

- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль



14 ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

Эндокринная система человека, за счет выработанных гормонов регулирует деятельность клеток, тканей, органов и систем органов, обеспечивая гомеостаз.

♦ **Органы** эндокринной системы:

✓ **эндокринные железы:** гипофиз, щитовидная и паращитовидные железы, надпочечники, эпифиз;

✓ **органы, выполняющие эндокринные функции:** поджелудочная железа, половые железы, гипоталамус, вилочковая железа, плацента.

Существуют также диффузная эндокринная система – группы клеток в разных органах (печени, молочных железах, тимусе, сердце, языке, легких, матке, яичниках и др.), которая вырабатывает гормоны (*энцефалины, эндорфины, динорфины*), участвующие в модуляции боли (*гистамин, серотонин*) и др. Например, эндокринные клетки пищеварительного тракта, выделяют гормоны *гастрин, секретин, холецистокинин* и *мотилин*, регулирующие его функции.

♦ **Гормоны**, химические мессенджеры эндокринной системы, являются органическими веществами различной природы (аминокислоты, белки, стероиды), синтезируемые и выделяемые в кровь специализированными клетками. Благодаря им осуществляется химическая связь между различными тканями и органами, которые не имеют прямых анатомических связей. Гормоны способствуют делению, росту и дифференцировке клеток, меняя их функциональную активность, вызывая различные эффекты: трофические (на эндокринные железы), морфологические (половые признаки, рост тела), клеточные (транспорт через мембраны), метаболические (обмен углеводов, белков, липидов и окисление в митохондриях) и др.

Выполняя физиологические функции, гормоны взаимодействуют друг с другом. Например, интенсивность обмена веществ регулируется сложным взаимодействием *тироксина, инсулина, адреналина, гликогена, гормона роста, гидрокортизона, тестостерона*, а нормальный рост тела в высоту определяется не только *гормоном роста* и *тироксином*, но и *инсулином, андрогенами* и др.

Гормоны действуют медленно (несколько часов или дней, за исключением адреналина) только на определенные клетки-мишени, обеспечивая саморегуляцию как гормонального гомеостаза, так и регуляцию физиологических процессов.

Физиологические эффекты гормонов зависят от их концентрации. Так, *гиперсекреция* (избыточная выработка) или *гипосекреция* (недостаточная выработка) гормонов вызывает различные эндокринные заболевания. Эти заболевания также могут возникать в результате поражения гипоталамуса или гипофиза, под контролем которых находятся эндокринные железы, или невосприимчивости клеток-мишеней к действию гормонов.

♦ **Клетки-мишени**, в мембране или цитоплазме которых содержатся специфические рецепторные белки могут располагаться вблизи или на расстоянии от места синтеза гормонов. Это эффекторы, которые реагируют на действие одного или нескольких гормонов. Некоторые гормоны могут воздействовать на клетки, которые их синтезируют.

Гормональная регуляция осуществляется при помощи механизмов и процессов взаимодействия *гормон-рецептор* в клетках-мишенях, синтеза и секреции гормонов.

♦ **Действие гормонов на клетки-мишени** происходит в три этапа: *восприятие, трансдукция и обработка*.

Восприятие – это прикрепление гормона к рецепторному белку клетки мишени. Водорастворимые гормоны (адреналин, инсулин, тироксин и другие пептидные гормоны) связываются с рецепторами мембран. Жирорастворимые гормоны проходят через мембрану и связываются с рецепторами цитоплазмы или ядерной мембраны. Так образуются специфические активные комплексы. Связь гормон-рецептор обратима и специфична.

Трансдукция – это процесс передачи информации клеточным структурам, которые вырабатывают ответную реакцию. В ответ на образование комплекса гормон-рецептор синтезируют вторичные мессенджеры.

Обработка – это запуск ответной реакции. Обычно действие гормонов достигается путем инициации транскрипции некоторых генов и синтеза новых белков. Таким образом, происходит модификация ферментативной активности, индукция реакций биосинтеза и т. д. Например, тироксин влияет на митохондриальные ферменты, осуществляющие окислительное фосфорилирование и синтез АТФ. Инсулин, прикрепленный к белковому рецептору, меняет проницаемость цитоплазматической мембраны для глюкозы.

♦ **Синтез и секреция гормонов** регулируются:

- ✓ нервным путем;
- ✓ общими механизмами обратной связи (feedback);
- ✓ механизмами, связанными с биоритмами (биоритмическая секреция).

Гипоталамус при помощи гипофизотрофных **нейрогормонов** координирует секрецию гормонов гипофиза, а через соматостатин – эндокринную деятельность поджелудочной железы. Симпатические нервные волокна стимулируют секрецию гормонов в мозговом слое надпочечников (**адренина** и **норадренина**).

Механизм обратной связи (feedback) состоит в передаче информации от объекта регуляции (например, **глюкоза** в крови) в командный центр (эндокринная железа).

Feedback бывает двух типов:

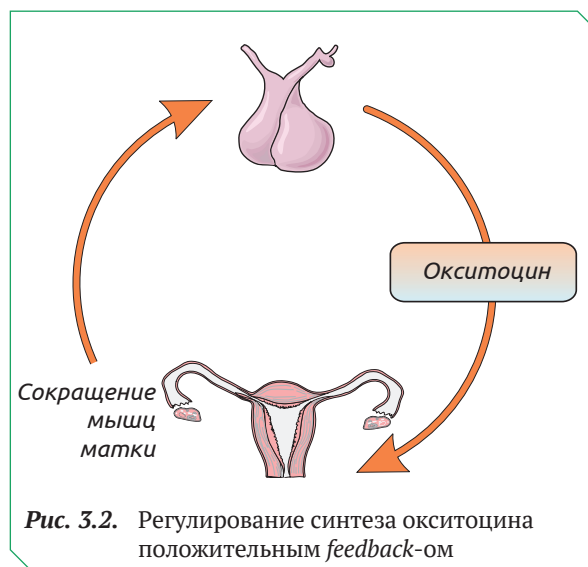
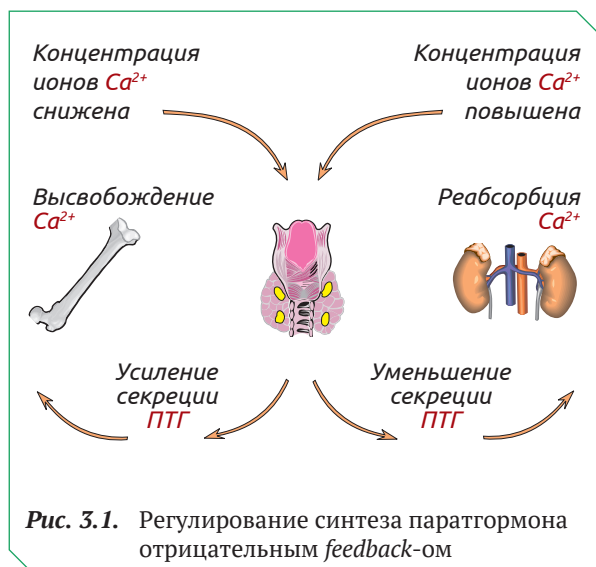
- ✓ отрицательный;
- ✓ положительный.

Отрицательный feedback предотвращает рост концентрации гормонов в крови и усиление реакции клеток-мишеней. Так, гормоны аденогипофиза выделяются только в отсутствии гормонов других желез; секреция тиреотропного гормона происходит в отсутствии гормонов щитовидной железы, а секреция аденокортикотропного гормона – только в отсутствии гормонов коры надпочечников.

Избыток глюкозы в крови вызывает секрецию инсулина, синтез гликогена и, как следствие, снижение ее концентрации. Паращитовидные железы выделяют паратгормон, регулирующий содержание кальция в крови. Уменьшение содержания кальция приводит к секреции паратгормона, а увеличение – к снижению секреции гормона (рис. 3.1).

Положительный feedback. В этом случае исходный гормон (X) стимулирует секрецию других гормонов или метаболитов (Y), что, в свою очередь, стимулирует секрецию гормона X. Этот механизм менее распространен. Примером может служить регулирование секреции окситоцина, который вызывает сокращение мышц матки. Во время родов секреция этого гормона увеличивается, что способствует родам (рис. 3.2).

Биоритмическая секреция гормонов определена генетически и зависит от факторов среды. Таким образом, АКТГ и кортизол достигают максимальных уровней в крови в ранние утренние часы. ТТГ секретируется в основном ночью, достигая максимальных значений в ранние утренние часы. Альдостерон интенсивно секретируется утром, а его содержание в крови снижается в течение дня. Максимум ФСГ синтезируется на седьмой день менструального цикла, ЛГ – на 14 день цикла. Гормоны щитовидной железы Т3 и Т4 в максимальных количествах секретируются зимой и т.д.



1. Приведи определения: ✓ гормона; ✓ клетки-мишени; ✓ эндокринной железы; ✓ органа с эндокринными функциями; ✓ диффузной эндокринной системы.	2. Объясни роль нервной системы в процессе синтеза гормонов. 3. Опиши этапы действия водорастворимых гормонов на клетки на примере инсулина и клеток печени.	4. Опиши регуляцию синтеза и секреции инсулина при участии механизма отрицательной обратной связи и нервным путем.
--	--	---

15 ЭНДОКРИННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

§

Эндокринные железы – это специализированные органы, выполняющие синтез и выделение гормонов. У них нет каналов для вывода гормонов, поэтому называются *железами внутренней секреции*. Большое количество кровеносных сосудов обеспечивает быструю диффузию гормонов в кровь.

Гипофиз называют «**эндокринным мозгом**», потому что большинство его гормонов регулируют работу других эндокринных желез. Работу гипофиза регулируют нейrogормоны гипофиза.

Гипофиз состоит из трех анатомических и функциональных долей (рис. 3.3):

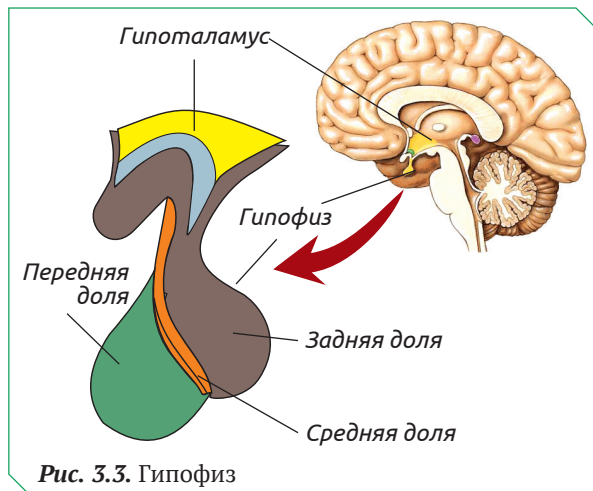
- ✓ передняя доля (аденогипофиз), клетки которой продуцируют шесть гормонов: *аденокортикотропин (АКТГ)*, *гонадотропины (ФСГ и ЛГ)*, *тиротропин (ТТГ)*, *пролактин (ПРЛ)*, *соматотропин (СТГ)*;

- ✓ задняя доля (нейрогипофиз) хранит и секретирует антидиуретический гормон (АДГ) и окситоцин, которые производят секреторные нейроны гипоталамуса;

- ✓ промежуточная (зачаточная) доля (часто считается частью передней доли), клетки которой синтезируют и выделяют *меланоцитстимулирующий гормон (МСГ)* (табл. 3.1).

♦ **Гигиена, дисфункции и заболевания гипофиза.** Специальных правил гигиены гипофиза нет, но такие меры как здоровое питание, регулярные физические упражнения, отдых, избегание стрессовых ситуаций и т.д. обеспечивают защиту гипофиза.

Дисфункция гипофиза может быть вызвана заболеваниями гипоталамуса, который через нейrogормоны регулирует работу желез.



Самая частая причина дисфункции гипофиза – **аденома**, которая представляет собой опухоль передней или задней доли гипофиза. Опухоль сдавливает ткани железы, кровеносные сосуды или аксоны нейронов гипоталамуса, вызывая такие заболевания как: синдром Кушинга, акромегалия, пролактинома, гипофизарная недостаточность и др.

Лечение заболеваний гипофиза зависит от типа секреции (гипо- или гипер-), типа опухоли и может быть медикаментозным, радиологическим или хирургическим.

Недостаточность соматотропного гормона (СТГ) вызывает **гипофизарную карликовость**, которая начинается в детстве, но становится очевидной в период полового созревания. У детей с гипофизарной карликовостью крайне медленные темпы роста, но нормальные пропорции тела. Как правило, у этих людей рост на 20-25% ниже среднего. У взрослых болезнь проявляется жировыми отложениями на животе и снижением мышечной массы.

Гиперсекреция этого гормона вызывает у детей **гигантизм** – чрезмерный и непропорциональный рост скелета, особенно конечностей, неразвита грудная клетка с многочисленными деформациями. Череп удлинняется за счет роста лицевых костей, за исключением нижней челюсти. Наблюдаются также кифоз, сколиоз, вдавленная грудь. Человек считается гигантом, если его рост примерно на 20% превышает средний. У взрослых гиперсекреция СТГ вызывает **акромегалию**, характеризующуюся чрезмерным удлинением кистей и стоп, лицевых костей, утолщением губ, увеличением внутренних органов (сердца, печени, почек, языка).

Гипосекреция тиреотропного гормона приводит к гипофункции щитовидной железы, что проявляется утомляемостью, снижением аппетита и веса, запорами, депрессией.

Дефицит аденокортикотропина (АКТГ) влияет на равновесие сахара, соли и жидкости в организме. Падает артериальное давление и уровень сахара в крови, наступает апатия.

Избыток аденокортикотропина (АКТГ) в крови является причиной развития **синдрома Кушинга**.

Люди с этим синдромом имеют крупное круглое туловище, тонкие ноги, значительные жировые отложения на животе и шее, красные растяжки на коже, тяжелые нарушения обмена веществ.

Гипосекретия фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего гормона (ЛГ) является причиной нарушения менструального цикла и импотенции у мужчин. Кожа человека становится бледной, если меланоцитстимулирующий гормон (МСГ) присутствует в недостаточных количествах.

Гипосекретия вазопрессина (АДГ) является причиной **несахарного диабета**. Больные выводят с мочой до 20 литров воды в день. Чтобы компенсировать большие потери жидкости, они пьют очень много воды.

Синдром Шварца-Бартера вызван гиперсекрецией вазопрессина. Заболевание может развиваться бессимптомно или с неспецифическими симптомами: тошнота, рвота, головная боль, мышечные спазмы, воспаление головного мозга.

Пролактин (ПРЛ) в небольших количествах влияет на лактацию у кормящих женщин, а при его гиперсекреции нарушается менструальный цикл, иногда возникают выделения из молоч-

ных желез. В случае мужчин наблюдается снижение потенции.

Щитовидная железа по форме напоминает букву Н и состоит из *двух долей*, соединенных перешейком. Доли делятся на дольки, а дольки состоят из *железистых фолликулов*, полость которых заполнена *тиреоидным коллоидом* (прозрачным вязким веществом желтого цвета), в котором содержатся гормоны (рис. 3.4).

Морфология фолликулов зависит от физиологической активности железы. В гиперфункциональной железе фолликулы мелкие, коллоид в небольшом количестве, содержит много вакуолей. При гипофункции фолликулы крупные, коллоид плотный, кровоснабжение незначительное.

Щитовидная железа синтезирует:

✓ *тиреоидные гормоны* (T_3 и T_4), которые регулируют основной обмен веществ, рост и развитие организма;

Таблица 3.1

Гормоны гипофиза

Гипофиз	Гормон	Орган/клетка-мишень	Основное действие
Передняя доля (аденогипофиз)	Соматотропин (СТГ)	Ростовой хрящ костей	Стимулирует хондрогенез (образование хрящевой ткани) и, следовательно, рост костей. Наряду с инсулином и гормонами щитовидной железы и гонад, стимулирует рост организма.
	Тиротропин (ТТГ)	Щитовидная железа	Стимулирует синтез и секрецию гормонов щитовидной железы
	Аденокортикотропин (АКТГ)	Корковый слой надпочечников	Стимулирует секрецию альдостерона, кортизола и андрогенных гормонов
	Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)	Половые железы	У мужчин стимулирует развитие семенного канала и сперматогенез. У женщин вызывает рост и созревание Граафовых фолликулов и секрецию эстрогена.
	Лютеинизирующий гормон (ЛГ)	Половые железы	У мужчин стимулирует секрецию андрогенных гормонов клетками Лейдига. У женщин вызывает овуляцию и формирование желтого тела которое секретирует прогестерон и эстрогены.
Средняя доля	Меланоцитстимулирующий гормон (МСГ)	Меланоциты	Стимулирует синтез меланина меланоцитами
Задняя доля (нейрогипофиз)	Вазопрессин – антидиуретический гормон (АДГ)	Дистальные канальцы и собирательные трубки нефрона	Усиливает поглощение воды на уровне нефрона, тем самым уменьшая объем мочи и увеличивая ее концентрацию.
	Окситоцин	Гладкие мышцы матки	Стимулирует сокращение матки у беременных во время родов. Стимулирует образование молока молочными железами.

✓ **кальцитонин**, который уменьшает содержание кальция и фосфора в крови.

◆ **Гигиена, дисфункции и заболевания щитовидной железы.**

Для здоровья щитовидной железы необходимо вести здоровый образ жизни:

✓ правильно питаться: употреблять фрукты, овощи, рыбу, растительное масло, орехи и др.;

✓ исключить из рациона продукты, богатые жирами, сахаром и консервантами;

✓ избегать чрезмерного употребления сырых овощей семейства крестоцветных, которые содержат гойтрогены – вещества, влияющие на щитовидную железу, которые инактивируются при термической обработке.

Дисфункции щитовидной железы могут быть вызваны вирусными инфекциями, аутоиммунными заболеваниями, дефицитом йода, курением, йодсодержащими лекарствами, радиацией, узлами щитовидной железы, аденомой гипофиза и т.д.

Эндемический зоб возникает из-за дефицита йода и снижения синтеза гормонов щитовидной железы. В ответ выделяется избыток ТТГ, увеличивается размер железы и интенсивно захватывается йод – возникает зоб.

Эндемический кретинизм у детей является наиболее частой причиной гипотиреоза в регионах с дефицитом йода и основной причиной умственной отсталости во всем мире.

Болезнь Базедова-Грейвса вызывается гипертиреозом. Обычно это наследственное заболевание, но оно может быть вызвано узлами железы или тиреодитом (антителами, поражающими щитовидную железу). Симптомами являются: слабость, потеря веса, эмоциональная нестабильность, дрожь, повышенная потливость, выпуклые глаза и т.д.

Паращитовидные железы расположены на задней поверхности долей щитовидной железы (рис. 3.4), синтезируют паратгормон

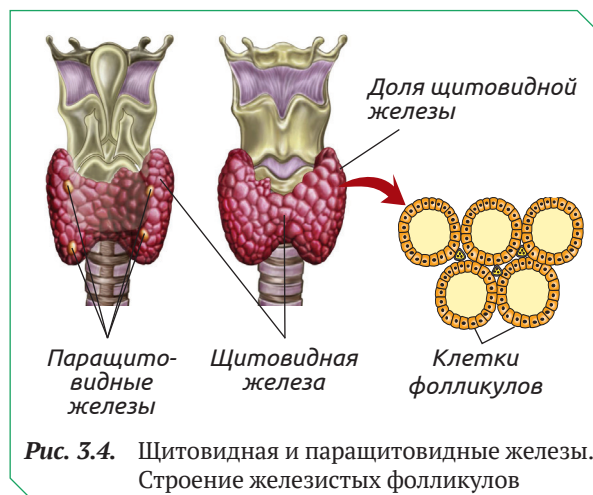


Рис. 3.4. Щитовидная и паращитовидные железы. Строение железистых фолликулов

(ПТГ), который регулирует содержание фосфатов и кальция в крови, путем мобилизации из костей и резорбции в кишечнике (при участии витамина Д) и в почечных канальцах.

◆ **Дисфункции паращитовидных желез** приводят к гипо- или гиперпаратиреозу, что выражается в нарушении равновесия кальция и фосфора в организме.

Гиперпаратиреоз выражается в избытке паратгормона и бывает двух типов:

✓ **первичным** – одна или несколько паращитовидных желез выделяют избыток паратгормона, что приводит к повышению концентрации кальция в крови – **гиперкальциемии**, которая вызывает остеопороз (потеря кальция из костей, что приводит к их предрасположенности к переломам) и нефролитиаз (камни в почках);

✓ **вторичным** – избыток ПТГ, вызванный низким содержанием кальция в крови. Недостаток кальция возникает в результате не усвоения в кишечнике, нехватки витамина Д, почечной недостаточности.

Гипопаратиреоз вызван низким уровнем кальция и высоким уровнем фосфора в крови. Этот дисбаланс влияет на кости, мышцы, кожу и нервные окончания.

Надпочечники расположены на верхнем полюсе почек и состоят из двух слоев эндокринных клеток (рис. 3.5):

✓ коркового, синтезирующего **альдостерон**, **кортизол** и **анδροгенные половые гормоны**;

✓ мозгового слоя, который синтезирует **адреналин (эпинефрин)** и **норадреналин (норэпинефрин)**.

Альдостерон необходим для обмена воды и минеральных солей. обеспечивает постоянную концентрацию Na^+ и Cl^- в крови и лимфе, увеличивает их осмотическое давление, удерживая воду, и увеличивает артериальное давление.

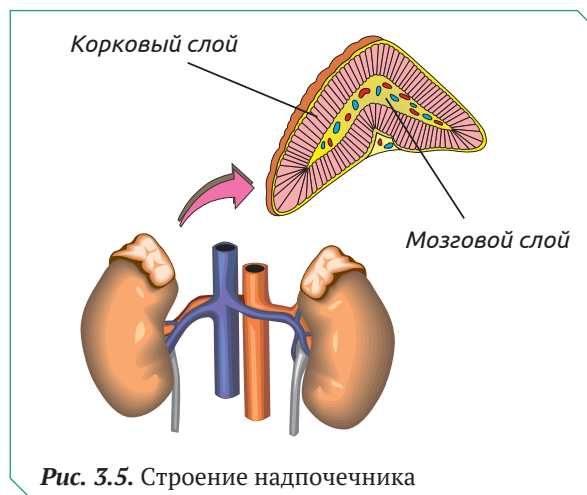


Рис. 3.5. Строение надпочечника

Кортизол способствует расщеплению гликогена в печени и увеличивает концентрацию глюкозы в крови, стимулирует распад мышечных белков и увеличивает запасы свободных аминокислот, доступных для синтеза белка в печени, оказывает противовоспалительное действие, ослабляет или подавляет иммунные реакции организма.

Андрогенные гормоны надпочечников начинают вырабатываться у подростков обоих полов. Они важны для развития подмышечных и лобковых волос и либидо у женщин.

Адреналин вызывает:

- ✓ учащение пульса, повышение давления, сужение артериол кожи, расширение артериол скелетных мышц;
- ✓ расслабление мышц пищеварительного тракта, бронхов, мочевого пузыря;
- ✓ повышение работоспособности;
- ✓ повышение уровня глюкозы в крови за счет расщепления гликогена в печени, таким образом, являясь антагонистом инсулина;
- ✓ расщепление мышечного гликогена для высвобождения энергии, необходимой для работы мышц тела.

Норадреналин вызывает сужение артериол и повышение артериального давления.

♦ Гигиена, дисфункции и заболевания надпочечников.

Для нормального функционирования надпочечников необходимо избегать длительного воздействия стрессоров и употреблять продукты, богатые белком, сложными углеводами, витаминами, минералами.

К заболеваниям надпочечников относятся: аутоиммунный адреналит, проявляющийся атрофией желез, опухолями надпочечни-

ков, ВИЧ-инфекцией, туберкулезом надпочечников и др.

При поражении передней доли гипофиза возникает хроническая вторичная недостаточность надпочечников.

Болезнь Аддисона – это заболевание, которое встречается у 1 из 100 000 человек, и проявляется в виде гипосекреции коры надпочечников (недостаток альдостерона и кортизола).

Дефицит альдостерона приводит к увеличению выведения натрия вместе с водой (через мочу) и накоплению калия в крови. В результате уменьшается объем крови, и сердечный дебит, что в случае слишком низких показателей может привести к шоку и смерти.

Пигментированная «загорелая» кожа является симптомом, который часто дает врачам повод подозревать болезнь Аддисона. У пациентов наблюдается тяга к соленому, мышечная слабость, усталость, потеря веса, депрессия, негативизм. Болезнь Аддисона лечится путем администрации кортизола и альдостерона.

Эпифиз (пинеальная железа) является частью эпиталамуса. У детей она крупнее, чем у взрослых. Главный гормон эпифиза – *мелатонин*, руководит сном-бодрствованием. Мелатонин тормозит работу ЦНС в течение ночи, или днем, если человек находится в темном помещении.

Эпифиз синтезирует и другие гормоны, которые тормозят деятельность щитовидной железы, надпочечников и половых желез.

На работу эпифиза могут влиять опухоли, вызывающие психические расстройства, остеопороз, нарушения менструального цикла или ановуляцию, тошноту, рвоту, тремор, головную боль.

 - Объясни функциональную разницу между: ✓ долями гипофиза; ✓ корковым и мозговым слоем надпочечников; ✓ первичным и вторичным гиперпаратиреозом. - Назови органы или/и клетки-мишени, функции которых нарушены при гипосекреции гормонов: СТГ, ТТГ, АКТГ, ФСГ, ЛГ, МСГ, АДГ, окситоцина. - Опиши дисфункции щитовидной железы, вызванные недостатком йода в пище.	- Объясни, с какой целью при диагностике дисфункций гипофиза врач эндокринолог назначает анализ крови. - Оцени последствия частичного удаления щитовидной железы у пациентов с болезнью Базедова-Грейвса. - Пациент обратился с жалобами на жажду, полиурию, пониженное артериальное давление. Врач заподозрил несахарный диабет и назначил анализ одного гормона. ✓ Назови гормон и железу, которая производит его. ✓ Опиши причины данного нарушения у пациента.	- Сними короткий фильм «Образ жизни для здоровья эндокринных желез» и представь его классу. - Подготовь репортаж на тему «Истощение надпочечников – скрытая причина многих заболеваний», на основе информации, содержащейся в QR-коде 3.1. 
--	--	--

Дельта-клетка

Альфа-клетка

Капилляры

Бета-клетка

Рис. 3.7. Строение эндокринной части поджелудочной железы

чувствительна, соблюдение правил гигиены имеет большое значение. Здоровое питание, соблюдение режима труда, избежание стрессовых ситуаций, своевременное лечение вирусных или бактериальных инфекций, предотвращение травм, поддержание артериального давления важны для здоровья поджелудочной железы.

Гипо- или гиперфункция эндокринных клеток ведет к ожирению, снижению активности мозга, сахарному диабету и др.

Сахарный диабет развивается вследствие увеличения уровня глюкозы в крови и бывает двух типов:

✓ **первого типа** (старое название инсулинозависимый) характеризуется полным поражением более 90% бета-клеток. Только 10% случаев диабета относятся к первому типу. Болезнь развивается чаще после 30 лет.

✓ **второго типа**, известный как инсулинонезависимый, развивается при низком уровне инсулина в крови или невосприимчивостью клеток-мишеней к инсулину.

Диабет развивается медленно, бессимптомно, и не всегда обнаруживается на ранних стадиях. Первыми симптомами могут быть: жажда, повышенный аппетит, утомляемость, полиурия (большой объем мочи). Хронический диабет вызывает тяжелые осложнения и нарушение большинства органов.

Для ранней диагностики необходимо периодически проверять уровень сахара в крови, который натощак составляет 70–110 миллиграмм на децилитр (мг/дл). Значения, превышающие эти пределы, могут привести к необратимому развитию диабета.

Таблица 3.2

Гормоны поджелудочной железы

Секретирующие клетки	Гормоны	Клетки-мишени	Эффект
Альфа-клетки	Глюкагон	Клетки печени	Глюкагон стимулирует превращение запасов гликогена в печени в глюкозу, которая немедленно попадает в кровь (гликогенолиз).
Бета-клетки	Инсулин	Клетки печени	Синтез гликогена из молекул глюкозы
		Жировые клетки	Инсулин способствует снижению концентрации свободных жирных кислот в крови и накоплению триглицеридов жировыми клетками.
		Скелетные мышечные клетки	Инсулин ускоряет синтез белков путем ускорения транспорта аминокислот и стимулирует синтез гликогена.
Дельта-клетки	Соматостатин	Альфа и бета-клетки поджелудочной железы	Соматостатин ингибирует секрецию инсулина и глюкагона.
		Клетки стенок пищеварительного тракта	Соматостатин снижает всасывание питательных веществ и ингибирует секрецию пищеварительных соков – желудочного, кишечного, поджелудочного.

Половые железы секретируют в кровь мужские и женские половые гормоны.

♦ **Женские половые гормоны** яичников:

- ✓ *эстрогены;*
- ✓ *прогестерон;*
- ✓ *андрогенные гормоны (незначительно).*

Эстрадиол – главный эстроген выделяемый яичниками, в большем количестве в *предовуляторную фазу* и в середине *лютеиновой фазы*. Оказывает эффект на:

✓ *женские половые органы:* стимулирует пролиферацию и сократимость мышц матки, рост фолликулов яичников, увеличивает маточный кровоток, разрастание галактофоров молочных желез;

✓ *нервную систему:* эстрогены участвуют в развитии сексуального поведения и женского фенотипа: маленькая гортань, высокий голос, меньше волос на теле, узкие плечи и более широкие бедра;

✓ *скелет:* стимулирует рост костей путем ингибирования работы остеокластов.

Прогестерон – женский половой гормон секретиремый яичниками после овуляции. Оказывает влияние на:

✓ *матку:* стимулирует секреторную активность эндометрия, снижает возбудимость гладкой мускулатуры матки, снижает частоту и интенсивность сокращений матки;

✓ *слизистую влагалища:* стимулирует пролиферацию эпителия и инфильтрацию лейкоцитов;

✓ *молочные железы:* способствует развитию альвеол и долек железы и превращению альвеол в секреторные клетки;

Лечение прогестероном назначается в случае дисфункций вызванных избытком эстрогенов.

♦ **Дисфункции яичников** происходят по генетическим причинам, из-за гипо- и гиперсекреции гонадолиберина, ФСГ и ЛГ, опухолей, аутоиммунных отклонений.

Гипофункция яичников вызывает инволюцию половых органов, атрофию молочных желез, уменьшение лобковых волос.

Гиперфункция яичников может вызвать раннее половое созревание, овуляцию и развитие вторичных половых признаков.

Гиперсекреция андрогенов возникает у взрослых женщин и ведет к появлению мужских признаков.

♦ **Мужские гормоны** секретируются яичками, которые секретируют сперму, андрогенные гормоны (тестостерон) и эстрогены.

Тестостерон у взрослых мужчин секретирруется клетками Лейдига, около 4-9 мг ежедневно, в большем количестве – утром, в меньшем – около полуночи. Действие тестостерона зависит от периода развития.

Во время развития плода тестостерон вызывает формирование полового члена и мошонки, яичек и придатков мужской репродуктивной системы. В последние 2-3 месяца беременности тестостерон способствует опусканию яичек в мошонку.

В детстве уровень тестостерона низкий, а в 11 лет начинает повышаться. В пубертатном и подростковом возрасте тестостерон стимулирует рост, развивает мужской фенотип, определяет вторичные мужские половые признаки (развитая гортань, низкий голос, мужской тип волос на лобке и лице).

♦ **Гипо- и гиперфункция яичек** возникают из-за генетической неспособности гипоталамуса секретировать гонадолиберин, изменения рецепторов клеток-мишеней, недостаточности ферментов и т.д.

Внутриутробная *гипофункция* приводит к мужскому псевдогермафродитизму (появлению женских половых путей у XY плода). В детстве из-за гипофункции развивается евнухоидный синдром (бесплодие, женские половые признаки, узкие плечи). У взрослых с гипофункцией наблюдается медленная регрессия мужских половых признаков.

Гиперсекреция андрогенных гормонов в детстве приводит к раннему половому созреванию.

Тимус (вилочковая железа) кроме иммунной, обладает и эндокринной функцией – синтезирует специфические гормоны – тимозин, тимопоэтин, тимулин, тимусный гормональный фактор.

Тимозин участвует в дифференциации и созревании Т-лимфоцитов и формировании иммунной системы до 15-летнего возраста, регулирует развитие опорно-двигательного аппарата, участвует в углеводном обмене и обмене кальция, увеличивает секрецию гонадотропина гипофизом.

Тимопоэтин отвечает за дифференциацию Т-лимфоцитов, ингибирует передачу импульсов от нервных волокон к мышцам.

Тимулин. Максимальная концентрация наблюдается у детей, а в 35 лет снижается до минимума. Секрецию тимулина стимулируют глюкокортикостероиды, нейропептиды и половые гормоны.

Основными функциями тимулина являются: ускорение выработки интерферона, стимуляция созревания Т-лимфоцитов, увеличение интенсивности фагоцитоза, ускорение регенерации тканей. При иммунодефицитах (СПИД, лейкоз), аутоиммунных заболеваниях (рассеянный склероз, системная красная волчанка), эндокринных нарушениях и др. требуется постоянный контроль уровня тимулина.

Тимусный гуморальный фактор усиливает иммунный ответ на вирусные инфекции.

◆ **Гипосекреция тимуса** приводит к недостаточности Т-лимфоцитов, что приводит к абсолютному отсутствию защиты от инфекций. Данная патология является показанием для пересадки костного мозга и введения антител.

Плацента это орган с эндокринными функциями, который образуется во время беременности. Она выделяет в кровь матери: *гонадотропин, соматомамотропин, тиреотропин, прогестерон, тестостерон* и др. Клетки и ткани плода синтезируют и секретируют стероидные гормоны.

ДИАГНОСТИКА ЭНДОКРИННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ

Эндокринные заболевания являются результатом дисфункций эндокринной системы. Диагностика и лечение этих заболеваний выполняются врачом эндокринологом на основе симптомов, которые наблюдаются у пациента и результатов лабораторных исследований (биохимический анализ крови и мочи). Используя приобретенные знания о гормонах, поставь диагноз пациентам, симптомы которых перечислены ниже.

I. Женщина, 38 лет, жалуется на мышечную слабость, тревогу и депрессию.



- Какие из эндокринных дисфункций могут объяснить эти симптомы?
- Какие лабораторные тесты могут подтвердить диагноз?

II. Елена, 33 года, в течение длительного времени пытается достичь идеальных форм тела, соблюдает низкокалорийную диету и тренируется в тренажерном зале. Несмотря на немалые усилия, Елена не может достичь желаемых результатов. Врач диетолог предположил гипофункцию щитовидной железы и рекомендовал Елене обратиться к специалисту для правильной диагностики.



- К какому специалисту должна обратиться Елена?
- Опиши симптомы гипотиреоза.
- Достаточно ли описанных симптомов для постановки диагноза гипотиреоз?
- Какие биохимические анализы могут подтвердить или опровергнуть наличие гипертиреоза у Елены?

III. Мужчина, 39 лет, жалуется на усталость. Он похудел, хотя и не соблюдал низкокалорийную диету. Анализ крови показал нормальный уровень глюкозы, низкое содержание натрия и высокое содержание калия.



- Определи эндокринное заболевание на основании симптомов и результатов анализа крови.
- Может ли цвет кожи быть симптомом, достаточным для диагностики данной дисфункции?
- Какие лабораторные тесты должны быть выполнены для объективного диагноза эндокринного заболевания, которым страдает пациент?



1. Дай определение органам с эндокринными функциями.

2. Объясни функциональную разницу между:

- ✓ альфа-, бета- и дельта-клетками поджелудочной железы;
- ✓ чувствительными и секреторными нейронами.

3. Найди в содержании параграфа гормоны, участвующие в обмене веществ.

4. Представь в виде схемы анатомо-морфологическую связь между гипоталамусом и гипофизом.

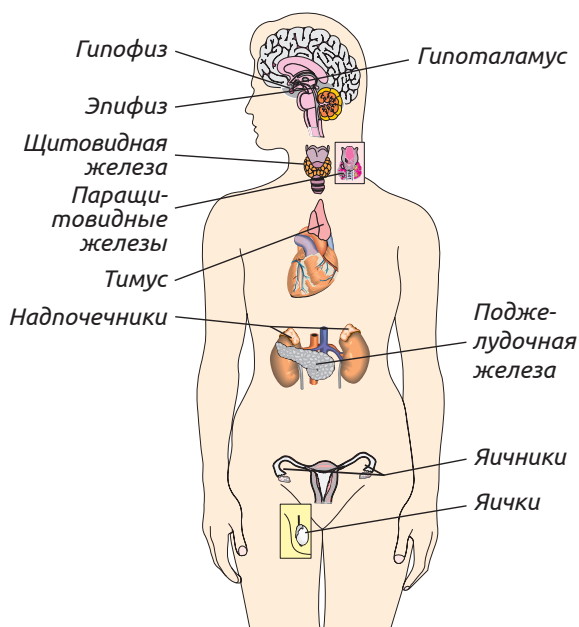
5. Составь инструкцию «Поддержание здоровья поджелудочной железы».

6. Организуй круглый стол «Защити семью от диабета. Простые меры сокращают риски!».

7. Подготовь флешмоб: «Факторы риска сахарного диабета первого и второго типа», на основе информации в QR-коде 3.2.



ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА



ФУНКЦИИ

- ✓ Регулирует рост и развитие организма.
- ✓ Регулирует процесс дифференцирования тканей.
- ✓ Регулирует обменные и поведенческие процессы.
- ✓ Обеспечивает гомеостаз – постоянство внутренней среды.

ЭНДОКРИННЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Органы, которые производят гормоны и выделяют их в кровь.

ГОРМОНЫ

Биологически активные вещества, которые действуют медленно, в низких дозах на клетки-мишени.

КЛЕТКИ-МИШЕНИ

Рецепторные клетки, чувствительные к определенному гормону.

Эндокринная железа	Гормон	Клетки (органы)-мишени	Функция
Гипофиз	ОТ окситоцин (от греч. <i>ōkytokínē</i> – быстрые роды)	Мышцы матки Шейка матки Миоэпителиальные клетки, окружающие молочные альвеолы.	Открытие шейки матки (до начала родов) Сокращающее действие на гладкие мышцы матки во время родов Сокращение миоэпителиальных клеток, окружающих молочные альвеолы, и выброс молока
	ТТГ тиреотропный гормон	Щитовидная железа	Секреция Т3 и Т4 Пролиферация клеток щитовидной железы Гипертрофия клеток щитовидной железы
	ЛТГ лютеинотропный гормон	Яичники Яички	Запускает овуляцию Стимулирует производство тестостерона в клетках Лейдига яичек
	ФСГ фолликуло-стимулирующий гормон	Яичники Яички	Развитие первичных фолликулов Участие в сперматогенезе у мужчин
	АКТГ адренокортикотропный гормон	Почки	Стимулирует производство гормонов в надпочечниках
	ПЛ пролактин	Молочная железа	Вызывает секрецию в молочной железе двух энзимов – лактозосинтазы и 1-альфалактальбумина
	СТГ соматотропный гормон (гормон роста)	Ростовые хрящи Мышцы	Стимулирует рост и деление клеток Стимулирует расщепление липидов и гликогена с образованием глюкозы в качестве энергетического источника
Щитовидная железа	Трийодтиронин Т3 Тироксин Т4 Кальцитонин	Системы жизнеобеспечения человеческого организма	Стимулирует основной обмен веществ Влияет на использование энергии Обеспечивает терморегуляцию Стимулирует рост скелета у детей Влияет на состав крови Усиливает чувствительность нервной системы к другим гормонам Кальцитонин – снижает уровень Ca^{2+} и стимулирует остеогенез

Эндокринная железа	Гормон	Клетки (органы)-мишени	Функция
Паращитовидные железы	• Паратгормон	• Костная ткань	• Регулирует обмен кальция и фосфора • Стимулирует остеобласты и разрушение костной ткани
Тимус	• Ангиотензин • Эритропоэтин	• Иммунная система	• Созревание Т-клеток (timoцитов) (антитела) • Производство гормона роста у детей (тимопоэтина) • Лимфатические функции
Эпифиз (пинеальная железа)	• Мелатонин • Пиеланин	• Центральная нервная система • Щитовидная железа, • Надпочечники • Половые железы	• Вызывает состояние сна • Снижает фиксацию йода в щитовидной железе • Снижает секрецию альдостерона и кортикостерона • Антигонадотропное действие (задержка полового созревания)
Надпочечники	• Альдостерон • Кортизол • Андрогенные гормоны • Адреналин (эпинефрин) • Норадреналин (норэпинефрин)	• Симпатическая нервная система • Почки • Половые железы	• Действует одновременно с симпатической нервной системой • Минералокортикоиды стимулируют реабсорбцию воды и натрия и выведение калия в почках • Глюкокортикоиды выполняют гипергликемическую, гиперлипидемическую роль • Половые стероиды управляют половым развитием посредством гормонов: андрогенов и эстрогенов
Эндокринная железа	Гормон	Клетки (органы)-мишени	Функция
Гипоталамус	• Гипофизотропные нейрогомоны • АДГ • Окситоцин	• Гипофиз • Почки • Кровеносные капилляры	• Стимулирует секрецию гормонов гипофиза • Поддержание водного баланса в плазме путем вазоконстрикции артериол • Реабсорбция воды из мочи в почках
Поджелудочная железа	• Инсулин • Глюкагон	• Клетки печени • Жировая ткань	• Увеличение использования глюкозы клеткой • Запасание глюкозы в виде гликогена в мышцах • Превращение углеводов в жиры в печени и жировой ткани • Стимулирование синтеза белка • Стимулирование глюконеогенеза из аминокислот • Оказывает липолитический эффект • Вызывает гипергликемию и расщепление гликогена в печени.
Половые железы	• Эстроген • Прогестерон • Тестостерон	• Репродуктивная система	• Развитие вторичных половых признаков • Поддержание слизистой оболочки и кислой среды влагалища
Плацента	• Прогестерон • Эстроген	• Репродуктивная система • Плод	• Обеспечивает нормальное протекание беременности и развитие плода
Пищеварительный канал	• Гастрин • Секретин • Хоцистокенин • Мотилин	• Стенки пищеварительного канала • Пищеварительные железы	• Регулирует секрецию поджелудочной железы в двенадцатиперстную кишку • Стимулирует подвижность пищеварительного канала • Стимулирует производство пепсина

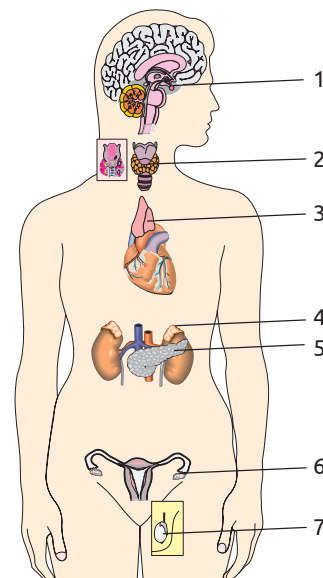
1. Дай определение понятиям: *эндокринная железа, гормон, клетка-мишень.*

2. Назови железу внутренней секреции и соответствующую цифру на рисунке, гипосекреция которой приводит к:

- ✓ замедлению метаболизма и уменьшению температуры тела у взрослых;
- ✓ декальцинации костей и повышению возбудимости организма;
- ✓ замедленному росту костей;
- ✓ карликовости у детей;
- ✓ сахарному диабету.

3. Назови гормоны, дефицит которых вызывает:

- ✓ болезнь Аддисона;
- ✓ кретинизм;
- ✓ несахарный диабет;
- ✓ сахарный диабет;
- ✓ микседему;
- ✓ гипопитарную карликовость.



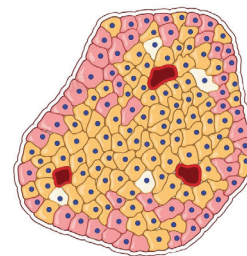
4. Опиши общие признаки болезни Аддисона и синдрома Кушинга.

5. Опиши сущность механизма положительной обратной связи (*положительный feedback*) при регуляции секреции гормонов.

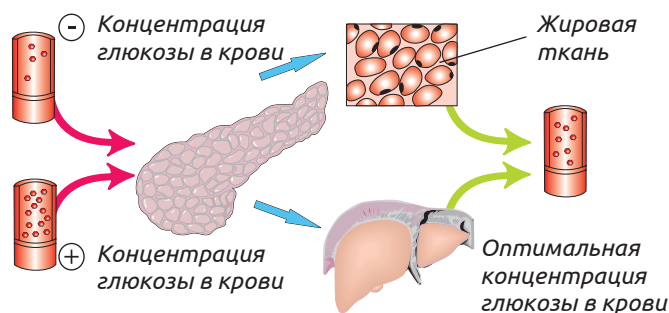
6. Объясни роль обильного кровоснабжения эндокринных тканей.

7. Изучи схему разреза островка Лангерганса.

- ✓ Укажи эндокринные клетки.
- ✓ Назови гормоны, которые секретируют указанные клетки.
- ✓ Составь таблицу содержащую эффекты гормонов поджелудочной железы.



8. На основе предложенной схемы, объясни роль и способ действия (*положительный или отрицательный feedback*) инсулина. Назови железу, которая вырабатывает этот гормон.

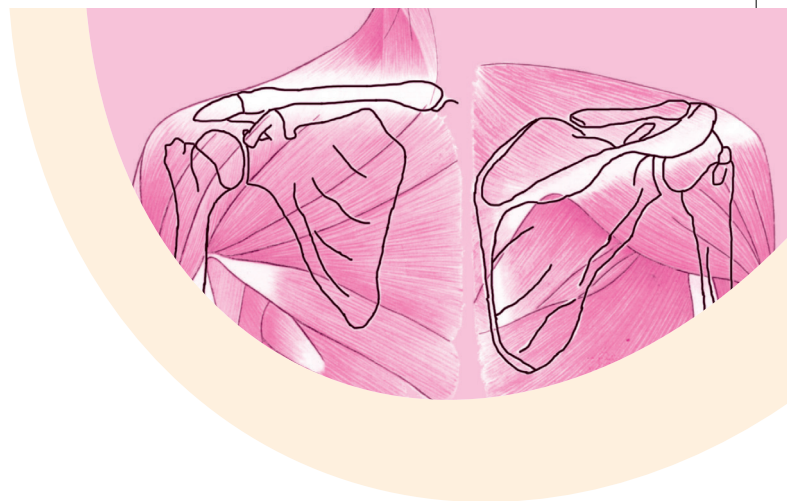


9. Молодой человек, 18 лет, обратился к врачу по поводу своего роста. При нормальных пропорциях, его рост составляет 1,15 м. Рост его родителей и ближайших родственников около 1,7 м.

- ✓ Назови гормон, «ответственный» за рост человека, и железу, которая секретирует его.
- ✓ Предположи, какой диагноз поставит врач молодому человеку.
- ✓ Какие медицинские тесты необходимо пройти молодому человеку, чтобы подтвердить диагноз, поставленный врачом.
- ✓ Предположи, какой метод лечения будет рекомендован врачом.
- ✓ Спрогнозируй результаты лечения.

ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

- Костная система человека
 - Осевой скелет человека
 - Добавочный скелет человека
 - Мышечная система человека
 - Гигиена, дисфункции и заболевания локомоторного аппарата
-
- Реальный профиль
 - Гуманитарный профиль



17 КОСТНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

§

Кости – твердые и прочные образования скелетной системы, состоящие из двух типов веществ:

- ✓ **органических** (в основном оссеин – коллаген) которые придают им эластичность;
- ✓ **минеральных** (фосфат кальция, карбонаты и цитраты натрия, магния, калия, вода), которые придают им твердость.

Содержание органических и минеральных веществ зависит от возраста. В детском возрасте кости содержат больше оссеина, поэтому они эластичны. Кости пожилых людей содержат больше минеральных веществ, поэтому они более хрупкие. Кости являются опорой тела, защищают внутренние органы, служат точками прикрепления мышц, участвуют в локомоции, являются органами кроветворения (в красном костном мозге происходит образование элементов крови), поддерживают оптимальный уровень Ca^{2+} и фосфора в крови.

◆ **Костная ткань** состоит из матрицы (основное вещество) и костных клеток (рис. 4.1).

Основное вещество костной ткани представлено множеством пластинок из оссеиновых волокон, пропитанных минеральными веществами. В зависимости от размещения костных пластинок, костная ткань бывает двух типов:

- ✓ **плотная костная ткань** – костные пластинки цилиндрической формы вставлены друг в друга вокруг *Гаверсова канала*. Эта конструкция – **остеон** – является основной морфофункциональной единицей костной ткани. Она придает кости прочность;

✓ **губчатое костное вещество** состоит из костных пластинок – *перекладин (трабекул)*, между которыми образуются ячейки (*альвеолы*), заполненные красным костным мозгом. Костные перекладки губчатого вещества располагаются в направлении максимального давления на кость. Основное вещество губчатых костей содержит меньше минеральных солей по сравнению с плотным костным веществом. Губчатая ткань образует эпифизы трубчатых костей и плоские кости.

Костные клетки, в зависимости от структуры и функций, делятся на остеобласты, остециты и остеокласты. Остеобласты – звездчатой формы, характеризуются активным обменом веществ. Они строят основное вещество костной ткани и минерализуют кости. Остеокласты – крупные многоядерные клетки, которые разрушают костную и хрящевую ткань. Имеют множество выростов и содержат большое количество гидролитических энзимов, митохондрий, лизосом, вакуолей. Деятельность остеобластов и остеокластов регулируется паратгормоном, кальцитонином, эстрогенами, витамином D и др. Остециты располагаются в пустотах основного вещества, и считаются «постаревшими» остеобластами, так как характеризуются низкой метаболической активностью. В случае необходимости реструктуризации кости, остециты могут превращаться в остеобласты. Ремоделирование кости – это процесс постоянной замены старой деградированной ткани. Каждые 10

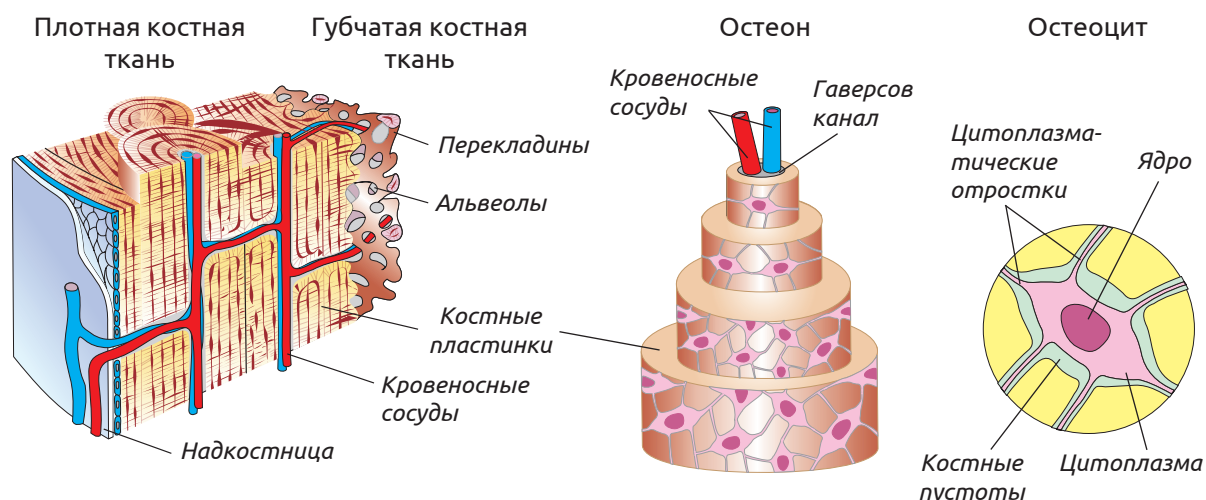


Рис. 4.1. Строение костной ткани

лет происходит полная регенерация костной ткани скелета. Ремоделирование состоит из резорбции кости (остеокластами) и образовании новой кости (остеообластами).

Оба процесса контролируют остеоциты.

Типы костей. Кости скелета отличаются по строению и функциям. Поверхность кости, которая образует суставы, называется *суставной поверхностью*, покрыта *суставным хрящом*. Остальная часть покрыта прочной фиброзной мембраной – *надкостницей*. Надкостница осуществляет рост кости в толщину. В зависимости от соотношения размеров (длина, ширина, высота) и формы выделяют: *трубчатые*, *плоские*, *смешанные кости* (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Разнообразие костей скелета человека

♦ **Трубчатые кости** формируют скелет конечностей и входят в состав рычагов. При помощи мышц, которые приводят их в движение, обеспечивают локомоцию – поднятие тяжестей. Трубчатые кости бывают *длинными* и *короткими*. Концы трубчатых костей – *эпифизы* – утолщены. Средняя часть – *диафиз* – образует костный канал с костным мозгом.

♦ **Плоские кости** имеют форму пластинки, толщина которой намного меньше длины и ширины. Костные перекладины губчатого вещества этих костей перекрещены. Эти кости выполняют опорную, защитную и формообразующую функции (придают определенный внешний вид частям скелета).

♦ **Смешанные кости** имеют неправильную форму и выполняют различные функции (позвонки, клиновидная кость и др.).

Суставы. Структурные элементы, соединяющие между собой несколько костей, образуют сустав. В зависимости от степени подвижности, суставы делятся на: *неподвижные* или *синартрозы*, *полуподвижные* или *амфиартрозы* и *подвижные* или *диартрозы*.

♦ **Синартрозы** – это суставы, в которых кости соединены хрящевой, соединительной и даже костной тканью. Прочность этих суставов определяется непрерывностью надкостницы (суставы костей черепа).

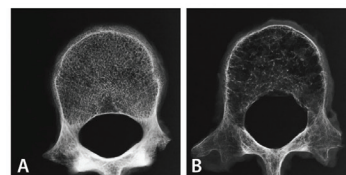
♦ **Амфиартрозы** образованы костями с плоской или вогнутой поверхностью, в которых скольжение костей ограничено (суставы позвонков, тазовая кость).

♦ **Диартрозы** обеспечивают большую амплитуду движений. Состоят из *капсулы*, и *суставной полости*. Внутренние стенки капсулы покрыты *синовиальной мембраной*, а полость заполнена *синовиальной жидкостью*.

МИНЕРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОСТНОЙ ТКАНИ (МПК)

Количество минеральных веществ в костной ткани или минеральная плотность костной ткани (МПК) меняется на протяжении всей жизни, у женщин она ниже, чем у мужчин, а максимального значения достигает примерно в 25 лет. Эта плотность сохраняется в течение приблизительно 10 лет. После 35 лет кости стабильно теряют около 0,3–0,5% минеральных веществ. Это естественный процесс.

Если потеря костной ткани происходит слишком быстро, или начальный запас минеральных веществ был слишком низким, увеличивается риск переломов. Минеральная плотность костной ткани зависит от образа жизни, диеты, применения лекарственных препаратов и т.д. Снижение минеральной плотности костей приводит к развитию такого заболевания как остеопороз.



1. Назови химические вещества, которые придают костям эластичность и вещества, которые определяют прочность костной ткани.
2. Изучи рентгенограммы, представленные выше, и опиши структурные различия между костью с нормальной МПК (А) и сниженной МПК (В).
3. Перечисли принципы здорового образа жизни, которые могут способствовать увеличению минеральной плотности костной ткани.

Синовиальная жидкость содержит белки и гиалуроновую кислоту, которая смазывает и смягчает удары и сотрясения, облегчая подвижность суставов. Она является источником питательных веществ для гиалинового хряща, который покрывает суставную поверхность.

Сеть нервных волокон, которые иннервируют капсулу и синовиальную мембрану, контролирует двигательную активность сустава.

Диартрозы выполняют следующие типы движений: *сгибание-разгибание, отведение-приведение, вращение* (например, поворот ладони вверх), *пронацию-супинацию, ротацию* (движения, осуществляемые головой, верхними конечностями), *инверсию-реверсию* (движения стопы), *протракцию-ретракцию* (опускание и подъем нижней челюсти), *скольжение* (движения костей запястья).

В зависимости от числа осей, вокруг которых совершается вращение, диартрозы бывают *одноосными* (суставы кисти, локтя и пальцев ног), *двухосными* и *трехосными*. Трехосные суставы

обеспечивают движение в нескольких плоскостях и вокруг нескольких осей (тазобедренный и плечевой сустав).

В зависимости от числа костей в их составе суставы делятся на: *простые*, состоящие из двух костей (бедренный сустав), и *сложные*, состоящие из трех и более костей (локтевой сустав).

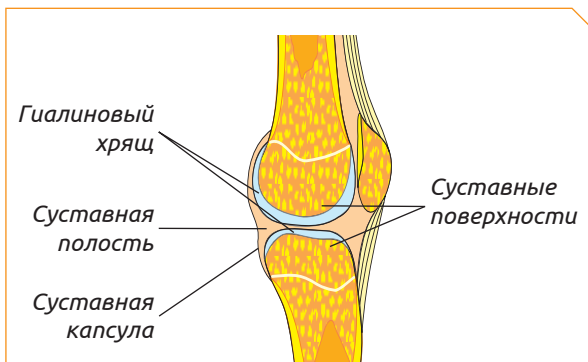
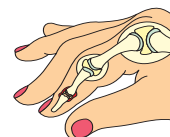


Рис. 4.3. Строение диартроза

АРТРИТЫ

Артриты – это острые или хронические воспалительные заболевания суставов, вызванные возрастными изменениями либо вирусной или бактериальной инфекцией. Наиболее распространенными формами артрита являются следующие:

- ✓ остеоартрит, который возникает в результате дегенерации гиалинового хряща и приводит к повреждению и деформации костной ткани, с последующим возникновением болезненных симптомов в суставах;
- ✓ ревматоидный артрит – заболевание, которое вызывает скованность и боль в суставах из-за воспалительного процесса в суставной капсуле и синовиальной оболочке;
- ✓ подагра – в основном поражает людей старше 40 лет и характеризуется накоплением жидкости в суставной полости, что вызывает сильную боль и воспаление суставов.



ИССЛЕДОВАНИЕ



1. Объясни, почему дегенерация гиалиновых хрящей, воспаление капсулы и синовиальной мембраны приводят к разрушению и деформации костей, образующих сустав.
2. Изучи внимательно структуру суставов на схеме, представленной выше. Определи, который из трех суставов поражен артритом.
3. Предложи диагноз пораженного сустава.



- | | | |
|--|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Назови функции костей и суставов. 2. Опиши строение плотной и губчатой ткани. 3. Назови типы костных клеток и отличия между ними. 4. Представь схематично разнообразие суставов. 5. Продемонстрируй зависимость между химическим составом костей и их твердостью и эластичностью. | <ol style="list-style-type: none"> 6. В основе деятельности костной ткани лежат два процесса: формирование новой кости и резорбция старой кости. Опиши роль костных клеток в этих процессах. 7. Изготовь из разных материалов макеты диартрозов. Представь макеты. Объясни строение и механизм движения. | <ol style="list-style-type: none"> 8. Результаты денситометрии костей могут указать на риск переломов: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Нормальная плотность кости: $T \geq -1,0$; ✓ Незначительный дефицит костной массы: $T -1,0$ до $-2,5$; ✓ Значительный дефицит: $T < -2,5$. Установи значение, которое указывает на повышенный риск переломов. Аргументируй ответ. |
|--|--|---|

18 ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА

§

Скелет человека составляет около 20% от общей массы тела, и выполняет важные функции жизнеобеспечения организма.

Форма и размеры человеческого тела определяются особенностями скелета, которые соответствуют прямохождению на двух ногах. Нижние конечности длинные, крепкие, ступни сводчатые. Свободная рука специализировалась на выполнении трудовой деятельности.

Устойчивость опоры тела на поверхности земли достигается за счет позвоночника, тазового пояса и нижних конечностей.

Амортизация ударов и сотрясений обеспечивает бедренная кость, которая может амортизировать удары силой около 90 кг/см², а при физической нагрузке – около 1 500 кг/см².

Защиту внутренних органов выполняют кости черепа и таза, позвоночник, грудная клетка, канал трубчатых костей и т.д.

Кости скелета, управляемые мышцами, действуют как механические рычаги, способствуя передвижению и движению.

Скелет состоит из *костей, хрящей, связок, сухожилий*. Он представляет собой две области: осевой скелет и аппендикулярный скелет (рис. 4.5). Осевой скелет состоит из *скелета головы, позвоночника, грудной клетки*.

СКЕЛЕТ ГОЛОВЫ (череп) взрослого состоит из 22 основных костей и 7 ассоциированных (слуховые и подъязычные кости). Череп защищает мозг и органы чувств.

В зависимости от выполняемых функций отличают *мозговую и лицевую* отделы черепа.

♦ **Мозговой отдел** состоит из 8 костей: четырех непарных (лобной, решетчатой, клиновидной и затылочной) и двух парных костей (височных и теменных), соединенных между собой синартрозами.

Мозговой отдел черепа у новорожденных включает по две лобные, теменные, височные кости и три непарные кости, соединенные между собой при помощи прочных, эластичных волокнистых тканей – *черепных швов*. Место между костями черепа, где находятся черепные швы называются *родничками* (передний, задний и др.) (рис. 4.4). Передний шов закрывается после 18 месяцев, а задний – после 3–6 месяцев. Во время родов черепные швы и роднички позволяют костям перекрываться, что облегчает прохождение ребенка через родовые пути.

В первый год жизни и в детстве швы и роднички позволяют мозгу расти. В их отсутствие

мозг ребенка был бы ограничен костями, без возможности роста и развития.

♦ **Лицевой отдел** состоит из 14 костей, из которых 6 парных (слезная, носовая, небная, скуловая, нижняя носовая, верхняя челюсть) и 2 непарные (сошник, нижняя челюсть). За исключением нижней челюсти, кости лицевого черепа сочленяются синартрозами. Нижняя челюсть соединена с височной костью диартрозом (височно-нижнечелюстной), который обеспечивает функцию жевания, фонации, глотания, мимики.

Позвоночник состоит из пяти отделов, которые отличаются как по строению, так и по выполняемым функциям: *шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый*. Форма, структура и размеры позвонков человека зависят от функций, которые выполняет соответствующий отдел позвоночника.

♦ **Шейные позвонки** – небольших размеров, так как испытывают слабую нагрузку. Первый позвонок – атлант, и второй – эпистрофей, обеспечивают подвижную связь позвоночника и черепа.

♦ **Грудные позвонки** вместе с ребрами и грудной образуют грудную клетку. Испытывают большие нагрузки, поэтому массивнее по сравнению с шейными позвонками.

♦ **В поясничном отделе** нагрузка на позвоночник возрастает, а позвонки крупнее.

♦ **Крестцовые позвонки** в подростковом возрасте срастаются и образуют крестец. Это адаптация к высоким нагрузкам на этот отдел.

♦ **Копчиковые позвонки** рудиментарные, срастаются и образуют треугольную, изогнутую вперед кость – копчик.

Позвоночник человека образует несколько изгибов, его верхняя часть несет голову, а нижняя – соединена и опирается на нижние конеч-

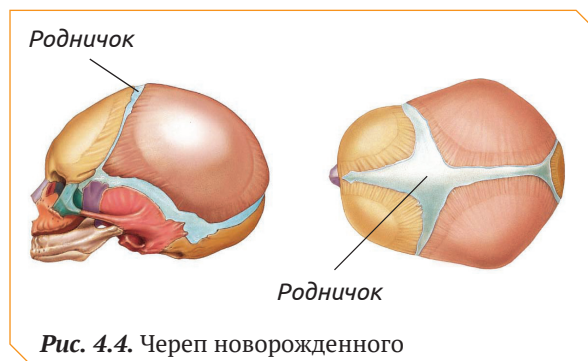


Рис. 4.4. Череп новорожденного

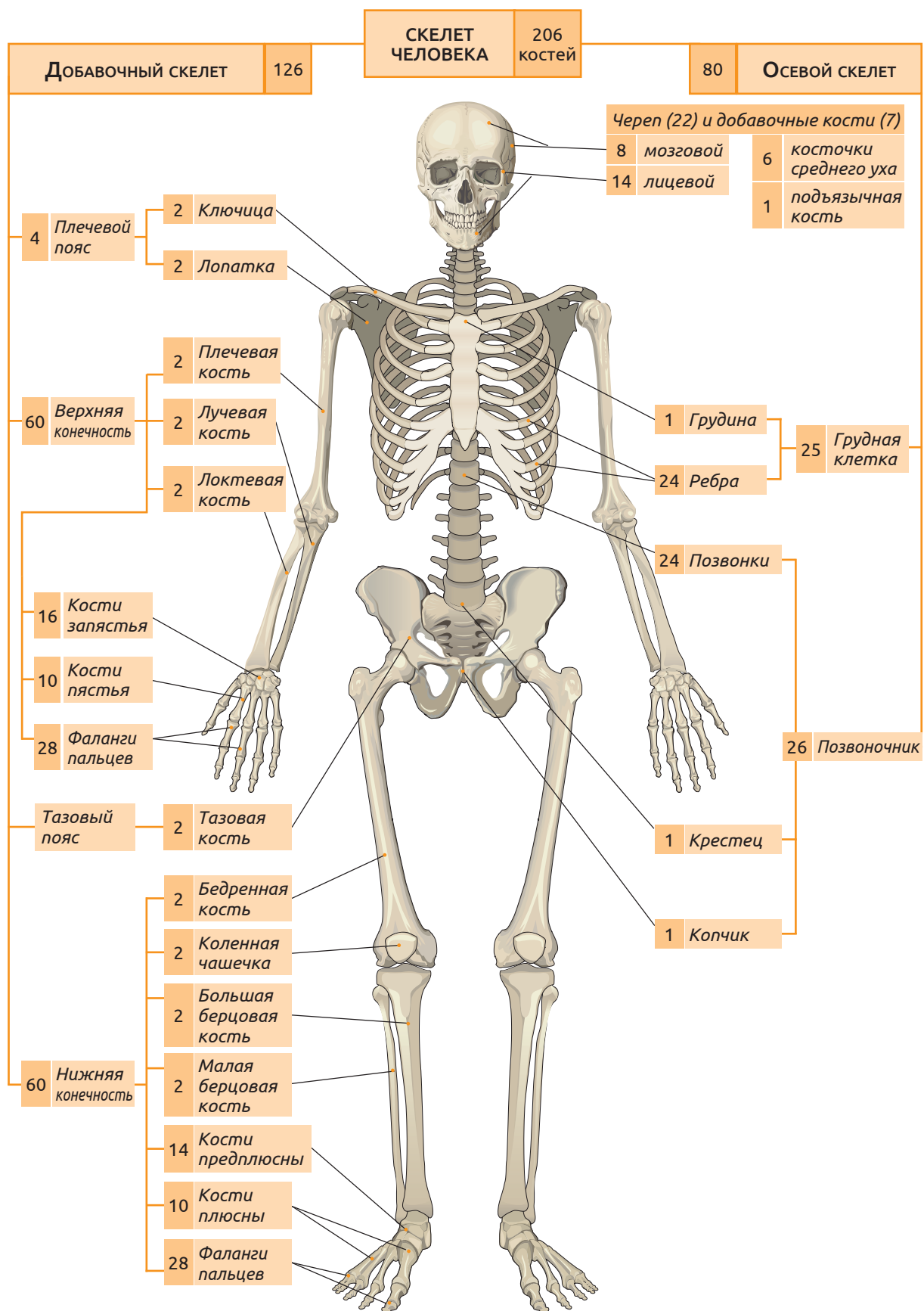


Рис. 4.5. Строение скелета человека

ности. Грудной и крестцово-копчиковый изгибы выступают назад (кифозы), а шейный и поясничный изгиб – вперед (лордозы).

Изгибы позвоночника увеличивают прочность и эластичность позвоночника (согласно законам механики изогнутое тело оказывает большее сопротивление по сравнению с прямым). Они смягчают удары и сотрясения во время прыжков и ходьбы (сила ударов и сотрясений направлена на увеличение размеров изгибов, и не повреждают череп и мозг). Сопротивление позвоночника можно рассчитать по следующей формуле $R = n^2 + 1$ (n – число изгибов).

У пожилых людей изгибы сглаживаются в результате уменьшения тел позвонков и межпозвоночных хрящей. Эластичность позвоноч-

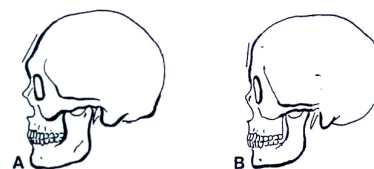
ника уменьшается и образуется один большой грудной изгиб (старческий горб). Длина позвоночника уменьшается на 5–6 см.

Грудная клетка образуется путем сочленения ребер с грудными позвонками и с грудиной. Ее форма и размеры зависят от развития мышц и легких.

Ребра – это плоские изогнутые кости. Они образуют суставы с позвонками грудного отдела. Передний конец ребер хрящевой. У человека 12 пар ребер. Первые 7 пар соединяются с грудиной и называются *истинными ребрами*. Следующие 3 пары называются *ложными*, их хрящи срастаются с хрящами нижних ребер. Последние 2 пары ребер являются *свободными* и заканчиваются в мышцах.

ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ ЧЕРЕПА

Мужской череп отличается от женского, как следствие изменений, которые происходят у мальчиков в период полового созревания. В судебной медицине и антропологии эти различия служат критериями для определения пола человеческих останков.



Череп	Мужской	Женский
Внешний вид	крепкий	изящный (наподобие детского)
Выступы для прикрепления мышц шеи и головы	выраженные	слабо развитые
Лоб	наклонный, незначительно выступающий	округлый, вертикальный и невысокий
Форма нижней челюсти	«V»	«U»
Глазницы	прямоугольники с верхними утолщенными и закругленными краями	неразвитые с заостренными верхними краями
Надбровные дуги	выступающие	слабо развитые
Внешний затылочный бугор	небольшой (незаметный)	большой (заметный)

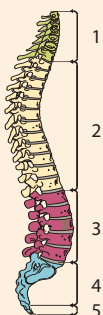


1. Изучи внимательно черепа на рисунке, выяви различия.
2. На основе этих различий определи какой из черепов – мужской, а какой – женский.



1. Перечисли функции скелета человека.

2. Классифицируй позвонки на шейные, грудные и поясничные, основываясь на их размере. Найди на схеме отделы позвоночника в котором находятся эти позвонки.



3. Представь в виде схемы изгибы позвоночника и составь легенду схемы.

4. Определи критерий классификации ребер на истинные, ложные и свободные.

5. Рассчитай сопротивление нарисованного позвоночника (смотри задание 2).

6. Приготовь флешмоб на тему «Смартфоны влияют на позвоночник» на основе информации, хранящейся в QR-коде 4.1.



19 ДОБАВОЧНЫЙ СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА

§

Добавочный скелет человека состоит из *скелета конечностей* (нижних и верхних) и *поясов* (плечевого и тазового) (рис. 4.5). Верхняя конечность присоединяется к туловищу при помощи плечевого пояса, а нижняя конечность – при помощи тазового пояса. Кости добавочного скелета парные, расположенные симметрично с двух сторон тела.

ПЛЕЧЕВОЙ ПОЯС (скелет плеча) состоит из двух парных костей – *лопатка* и *ключица*, которые обеспечивают соединение верхней конечности с костями грудной клетки.

♦ **Лопатка** это плоская, тонкая, треугольная кость, слегка выпуклая.

♦ **Ключица** – парная трубчатая кость с двумя выступами (средний и боковой). Это единственная кость, соединяющая верхнюю конечность с туловищем. Она удерживает плечевой сустав на некотором расстоянии от туловища, обеспечивая подвижность руки. Ключица современного человека намного крупнее, благодаря трудовой деятельности.

СКЕЛЕТ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ состоит из *плеча* (плечевая кость), *предплечья* (лучевая и локтевая кость) и *кисти* (пястье, запястье и фаланги пальцев).

♦ **Скелет плеча** состоит из одной трубчатой кости – *плечевой кости*, которая верхней частью соединяется с плечевым поясом (плечевой сустав), а нижней участвует в образовании локтевого сустава.

♦ **Скелет предплечья** представлен двумя длинными трубчатыми костями: *локтевой* и *лучевой*. Локтевая кость располагается во вну-

тренней части предплечья, а лучевая – в продолжение большого пальца.

Лучевая кость может совершать вращательные движения вокруг локтевой, осуществляя *пронацию* и *супинацию* (рис. 4.6). При *пронации* лучевая кость вращается вокруг своей оси, образует с локтевой перекрест, а кисть поворачивается тыльной стороной вверх. При *супинации* лучевая и локтевая кости располагаются параллельно, а кисть направлена ладонью вверх. *Пронация* и *супинация* у человека являются последствиями трудовой деятельности.

♦ **Кисть** – последний отдел верхней конечности, приспособленный для хватания. Скелет кисти состоит костей, которые образуют *запястье*, *пястье* и *фаланги*.

Запястье состоит из коротких костей, которые располагаются в два ряда по 4 в каждом. В процессе эволюции и приспособления руки к хватанию, кости запястья удлинняются и прочно сочленяются друг с другом.

Пястье состоит из трубчатых коротких костей с одним эпифизом.

Фаланги пальцев представляют собой короткие трубчатые кости. Большой палец имеет две фаланги, все остальные – по три.

Скелет кисти человека в процессе эволюции приобрел ряд приспособлений к трудовой деятельности, например:

- ✓ размеры большого пальца увеличены по сравнению с размерами остальных пальцев;
- ✓ большой палец смещен в сторону ладони;
- ✓ кости запястья, связанные с большим пальцем, также смещены;
- ✓ фаланги II–V пальцев имеют разную длину, что увеличивает разнообразие движений кисти и ее частей.

ТАЗОВЫЙ ПОЯС состоит из двух тазовых костей, которые образуются в результате соединения трех костей: *подвздошной*, *седалищной* и *лобковой*. Эти кости до 15–16 лет связаны между собой соединительной тканью. У взрослых соединительная ткань замещается костной тканью и образуется одна кость. Тазовая кость выполняет следующие функции:

- ✓ локомоторную (образует суставы с бедренной костью и крестцом);
- ✓ защитную (защищает органы таза);
- ✓ опорную.

Тазовые кости, крестец и копчик, которые расположены в спинной части, образуют **таз**. У мужчин таз длиннее и уже, а из-за большой массы, которую должен поддерживать, он жестче,

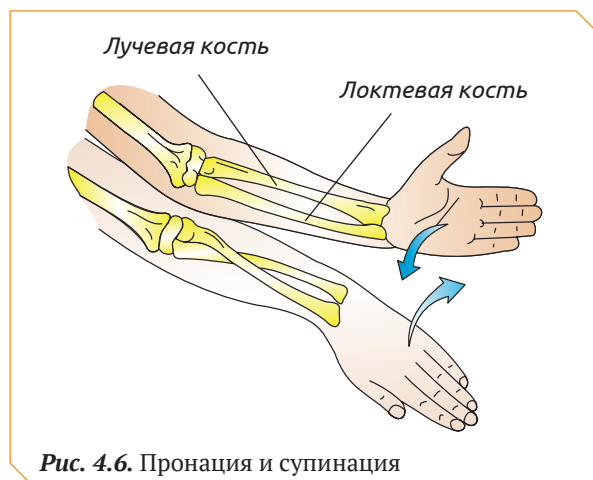


Рис. 4.6. Пронация и супинация

чем у женщин. У женщин таз шире, что обеспечивает прохождение головы и плеч ребенка во время родов.

Нижняя конечность состоит из *бедр* (бедренная кость), *голени* (большая и малая берцовые кости) и *стопы* (кости предплюсны, плюсны и фаланги пальцев). Кости нижних конечностей человека обеспечивают передвижение и опору тела. Они толще и массивнее костей верхних конечностей, но менее подвижны.

♦ **Скелет бедра** состоит из **бедренной кости** – самой крупной трубчатой кости.

♦ **Скелет голени** состоит из двух костей расположенных параллельно. **Малая берцовая кость** – длинная тонкая кость, расположенная с внешней стороны голени, а **большая берцовая** – крупная, расположенная с внутренней стороны.

♦ **Стопа** человека является конечной точкой опоры тела и состоит из *предплюсны*, *плюсны* и *фаланг пальцев* (рис. 4.7).

Кости **предплюсны** крупные, так как испытывают нагрузку всей массы тела (в результате вертикального положения тела и прямохождения). Самая крупная кость предплюсны – *пяточная кость* – является одной из основных точек опоры стопы.

Плюсна состоит из пяти коротких костей.

Фаланги пальцев стопы меньше, чем фаланги пальцев руки.

Кости стопы, соединяясь вместе, образуют **свод стопы**. При вертикальном положении тела свод опирается на пяточную кость и на концы костей плюсны (особенно на первую и пятую кость). Пальцы стопы не выполняют опорную функцию, а служат для адаптации стопы к неровностям поверхности во время ходьбы.

Благодаря своей форме свод стопы обеспечивает эластичность походки, наподобие пружины, амортизируя удары и сотрясения. Свод появляется в результате прямохождения и встречается только у человека. Опускание свода стопы вызывает нарушение, называемое **плоскостопием**.

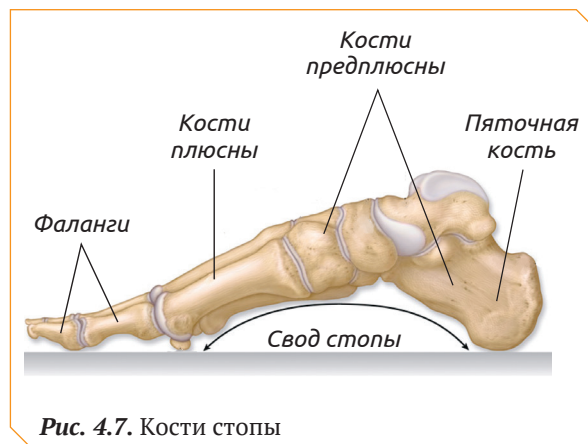


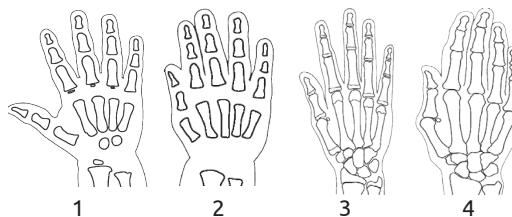
Рис. 4.7. Кости стопы

КОСТНЫЙ ВОЗРАСТ

У детей кости, которые состоят целиком из хрящевой ткани, например кости запястья, не видны на рентгенограммах. Для оценки биологического возраста у детей и подростков определяется степень развития скелета, так называемый костный возраст, путем проведения рентгенографии кисти.

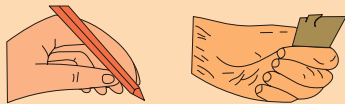
?

1. Изучи внимательно рентгеновские снимки кисти людей разного возраста: новорожденного, 1 год, 13 и 18 лет.
2. Найди на каждой схеме (1–4) кости кисти и внеси их в таблицу.
3. Найди соответствие между возрастом исследуемого и схемой.



1. Назови функции осевого скелета.
2. Представь в таблице органы осевого скелета.
3. Назови общую функцию плечевого и тазового поясов.

4. Изучи на схеме способ захвата у человека и приматов, и объясни различие, исходящее из структуры скелета кисти.



5. Оцени, какие трудности при движении наблюдаются у людей с плоскостопием.

6. Подготовь РРТ на тему «Особенности тазового пояса у мужчин и женщин» на основе информации из QR-кода 4.2.



20 МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

§

Мышечная система – это совокупность мышц организма, которые составляют около 40-50% массы тела. В зависимости от строения и выполняемых функций, мышцы человека делятся на три группы: *скелетные мышцы (соматические)*, *гладкие мышцы (висцеральные)* и *сердечную мышцу*.

Скелетные мышцы прикреплены к костям и выполняют следующие функции:

- ✓ приводят в движение кости;
- ✓ входят в состав стенок полостей тела;
- ✓ образуют стенки некоторых внутренних органов;
- ✓ входят в состав придатков глаз;
- ✓ обеспечивают слух (слуховые кости);
- ✓ обеспечивают равновесие при движении;
- ✓ участвуют в глотании и дыхании;
- ✓ формируют мимику;
- ✓ производят внутреннюю энергию (около 80% общей энергии организма).
- ✓ при сокращении проталкивают кровь по сосудам.

В зависимости от выполняемого действия, скелетные мышцы делятся на:

- ✓ сгибатели (сокращают угол между костями сустава, к которым они прикреплены);
- ✓ разгибатели (увеличивают угол между костями сустава, к которым они прикреплены);
- ✓ приводящие (приближают конечность);
- ✓ отводящие (отдаляют конечность от тела).

Некоторые мышцы могут выполнять смешанные действия.

Скелетные мышцы, в зависимости от локализации, образуют следующие группы: *мышцы головы, шеи, туловища и мышцы конечностей (рис. 4.8)*.

♦ **Мышцы головы** образуют три функциональные группы: *лицевые мышцы, мышцы глазного яблока, жевательные мышцы*.

Лицевые (мимические) мышцы хорошо развиты, играют важную роль в невербальном общении. Они обеспечивают выражение эмоций. При сокращении, мимические мышцы двигают кожу, а после расслабления, кожа легко возвращается в начальное состояние. Мимические мышцы лишены двойного прикрепления к костям, они крепятся к коже или слизистым оболочкам одним или двумя концами.

Мышцы глазного яблока обеспечивают подвижность глаза. Группа включает четыре прямые (*верхняя, нижняя, носовая, височная*)

и две косые мышцы (*верхняя косая и нижняя косая*).

Жевательные мышцы при сокращении поднимают и опускают нижнюю челюсть.

♦ **Мышцы шеи** связаны с черепом, позвоночником (шейный отдел) и подъязычной костью.

Функции этих мышц очень разнообразны. Например, при сокращении подкожной мышцы шеи подбородок наклоняется вниз, двустороннее сокращение грудино-ключично-сосцевидной мышцы шеи приводит к наклону головы вперед и т.д.

♦ **Мышцы туловища** путем сокращения приводят в движение позвоночник, образуют стенки грудной и брюшной полости. В зависимости от расположения и действия, они делятся на: *задние мышцы* (мышцы спины и затылка); *переднебоковые мышцы* (мышцы грудной клетки); *мышцы живота; внешние мышцы и внутренние мышцы*.

Действие мышц туловища разнообразны: обеспечивают выдох (межреберные мышцы, диафрагма, брюшные мышцы); обеспечивают вертикальное положение тела и наклоны позвоночника (мышцы спины); защищают и поддерживают органы брюшной полости (брюшные мышцы) и др.

♦ **Мышцы верхней конечности** образуют две группы:

✓ мышцы, крепящие плечевой пояс к грудной клетке, двигают руку вверх, вниз и назад, способствуют вдоху, обеспечивают подвижность туловища (например, трапецевидная, большая спинная, большая ромбовидная, малая ромбовидная мышца, малая и большая грудная мышца);

✓ мышцы верхней конечности, которые осуществляют движения необходимые для трудовой деятельности (дельтовидная мышца, двуглавая, трехглавая, сгибатели и разгибатели кисти и др.). При этом мышцы кисти играют главную роль, поэтому они хорошо развиты.

♦ **Мышцы нижней конечности** участвуют в прямохождении, поддерживают тело в вертикальном положении и делятся на:

✓ *тазобедренные мышцы* (соединяют таз и бедро; сохраняют равновесие таза и туловища, предотвращая падение вперед (большая ягодичная мышца и др.);

✓ *мышцы конечности* (мышцы бедра, колени и стопы).

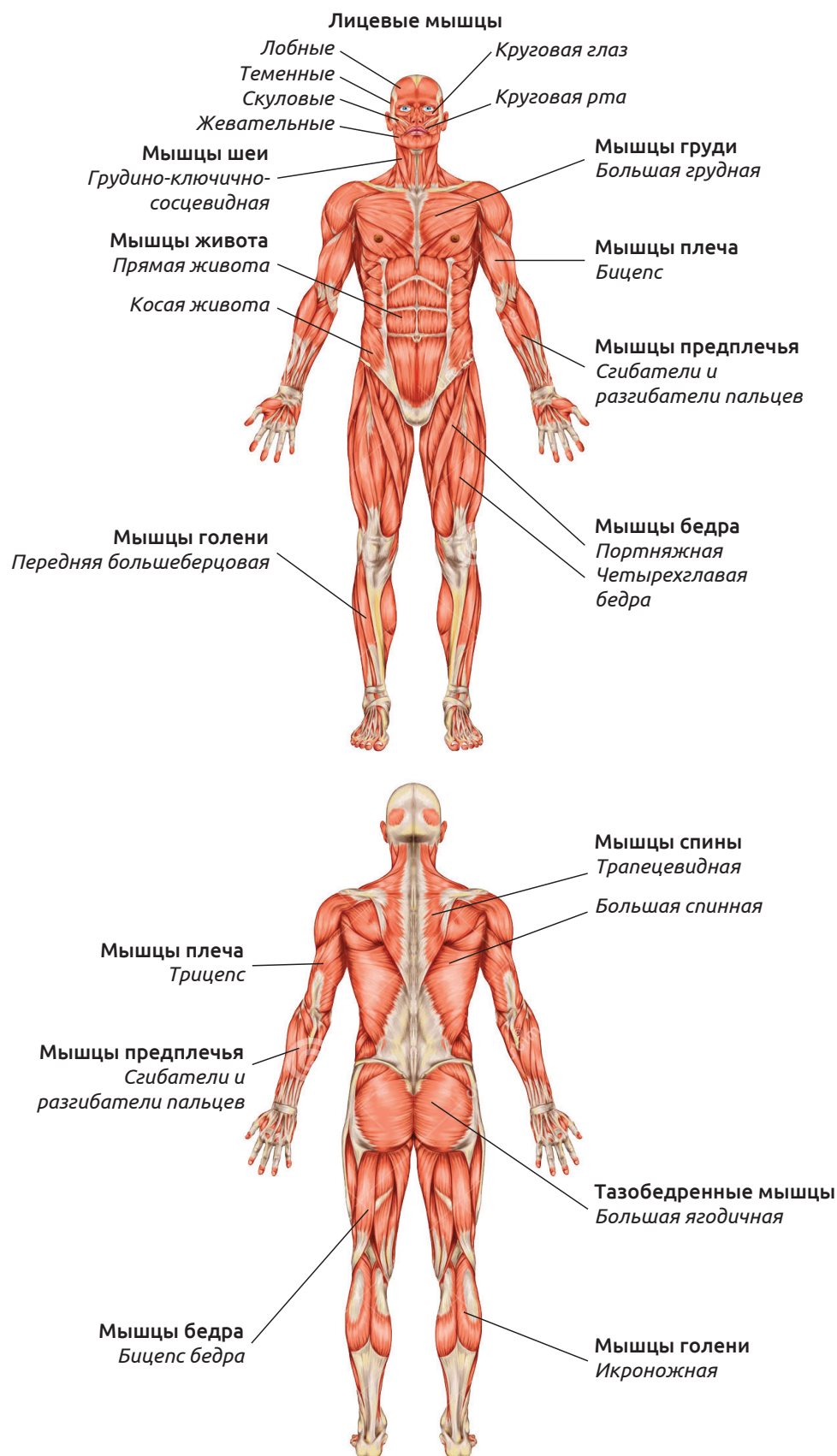


Рис. 4.8. Скелетные мышцы

СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Большинство скелетных мышц состоят из тела (активной сократительной части) и сухожилий (пассивной части).

♦ **Тело скелетной мышцы** красно-коричневого цвета, состоит из поперечно-полосатых мышечных волокон, соединительной ткани, кровеносных сосудов и нервов. Мышца покрыта оболочкой – *эпимизием*, от которой внутрь идут перегородки – *перимизий* – разделяющие пучки мышечных волокон. Каждое мышечное волокно покрыто тонкой мембраной – *эндомизием*.

♦ **Сухожилия** блестящие, светлые, состоят из коллагеновых волокон, кровеносных сосудов и нервов. Они фиксируют мышцу к кости, одним концом, двумя (двуглавые мышцы), тремя (трехглавые мышцы) или четырьмя концами (четырёхглавые мышцы).

Мышечные волокна (мышечные клетки) являются структурно-функциональной единицей мышечной ткани, которая бывает двух типов – *поперечно-полосатая* (скелетная и сердечная) и *гладкая* (рис. 4.9).

♦ **Поперечно-полосатые волокна**, аналогично другим клеткам, состоят из мембраны – сарколемы, цитоплазмы – *саркоплазмы* и нескольких периферически расположенных ядер (рис. 4.10).

В саркоплазме находятся митохондрии, свободные рибосомы, включения гликогена, жиров и специфические структуры: *миоглобин*, *миофиламенты*, *саркоплазматическая сеть* (модифицированная эндоплазматическая сеть, запасающая Ca^{2+}).

Миоглобин – это белок, характерный для волокон скелетных и сердечных мышц, который участвует в фиксации и хранении кислорода. Каждая молекула миоглобина фиксирует одну молекулу кислорода, которую высвобождает в процессе сокращения мышц.

Поперечно-полосатые волокна образуют скелетные и сердечную мышцу (миокард). Ске-

летные волокна имеют удлинённую форму и слегка закруглены на конце, а волокна миокарда – разветвленные и соединенные между собой. Диаметр поперечно-полосатых мышечных волокон колеблется от 0,1 до 1,0 мм, а их длина – от 0,1 до 30 см.

Миофибрилла является сократительным элементом мышечного волокна, содержит два типа миофиламентов – *миозин* и *актин* – расположенные параллельно продольной оси фибриллы. Они образуют светлые и темные полосы, которые придают скелетным и сердечным мышцам поперечно-полосатую структуру.

Миозиновый миофиламент состоит из молекул миозина. Молекула миозина состоит из «головки» и «хвоста», которые располагаются таким образом, что центральная часть миофиламента «пустая», а с двух сторон, равномерно по всей длине, находятся «миозиновые головки». Миозиновые нити образуют *темную полосу А*. Более светлая центральная часть полосы А называется *зоной Н*.

Так как актиновые миофиламенты тоньше миозиновых, они образуют *световую полосу I*, пересекаемую *диском Z*. Актиновые миофиламенты крепятся одним концом к диску Z, а другим – проникают между миозиновыми филаментами до *зоны Н*. Каждая миозиновая нить окружена шестью актиновыми нитями. Участок между двумя последовательными дисками Z называется *саркомером* (рис. 4.12).

♦ **Гладкие мышечные волокна** веретенообразные или разветвленные клетки, диаметр которых составляет от 2 до 10 мкм, а длина 100–400 мкм. Содержат по одному центральному ядру, все типичные для эукариотической клетки органоиды и миофибриллы. Мышечные волокна покрыты чехлом соединительной ткани. В отличие от поперечно-полосатых волокон, гладкие волокна не образуют саркомеры и не обладают специфическим расположением миофиламентов. Миофиламенты соединены с сарколемой промежуточными нитями (рис. 4.11).

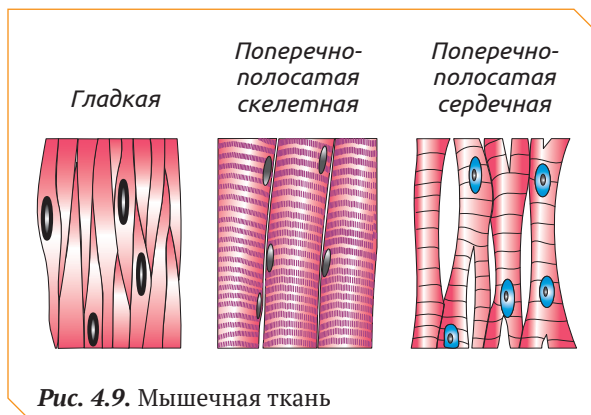


Рис. 4.9. Мышечная ткань

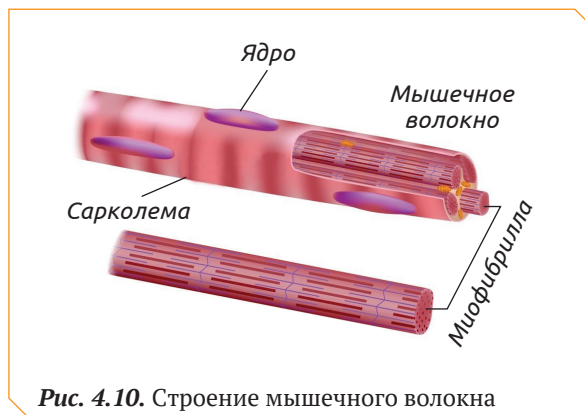


Рис. 4.10. Строение мышечного волокна

СОКРАЩЕНИЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Любое движение – простое (сгибание руки, вращение головы) или сложное (танцы, плавание и т.д.), осуществляется определенными группами мышц.

Мышечное сокращение происходит в результате ряда биохимических реакций, которые запускаются после присоединения нейромедиаторов к рецепторам мышечной клетки. В соответствии с теорией скользящих нитей, мышечное сокращение это результат скольжения нитей актина (диск Z) между нитями миозина (диск A). Чем глубже скольжение, тем сильнее мышечное сокращение (мышечная сила) (рис. 4.12).

Мышцы, в отличие от других органов, не могут работать «в одиночку», а нуждаются в активной «поддержке» и со стороны органов системы кровообращения, дыхательных и выделительных органов. Они обеспечивают мышцы питательными веществами и O_2 для синтеза АТФ, и освобождают их от метаболических отходов (CO_2 , молочной кислоты).

Молекулы АТФ обеспечивают энергию для сокращения мышц. Они производятся в результате расщепления мышечного гликогена, мышечных жирных кислот и глюкозы плазмы крови.

В процессе сокращения скелетных мышц энергия АТФ превращается в механическую

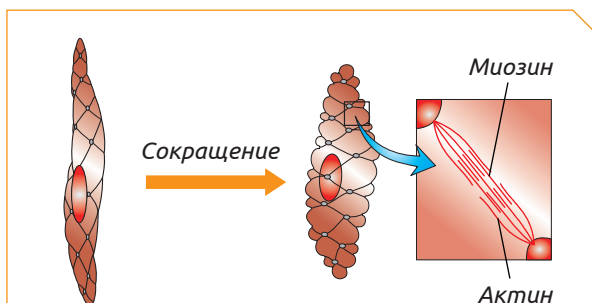


Рис. 4.11. Анатомия гладкого мышечного волокна

энергию (около 30%), выполняя движение и в тепловую (около 70%). Мышцы являются основными генераторами тепла посредством мышечного тонуса, а также слабых и частых сокращений (озноб, возникающий рефлекторно от холода).

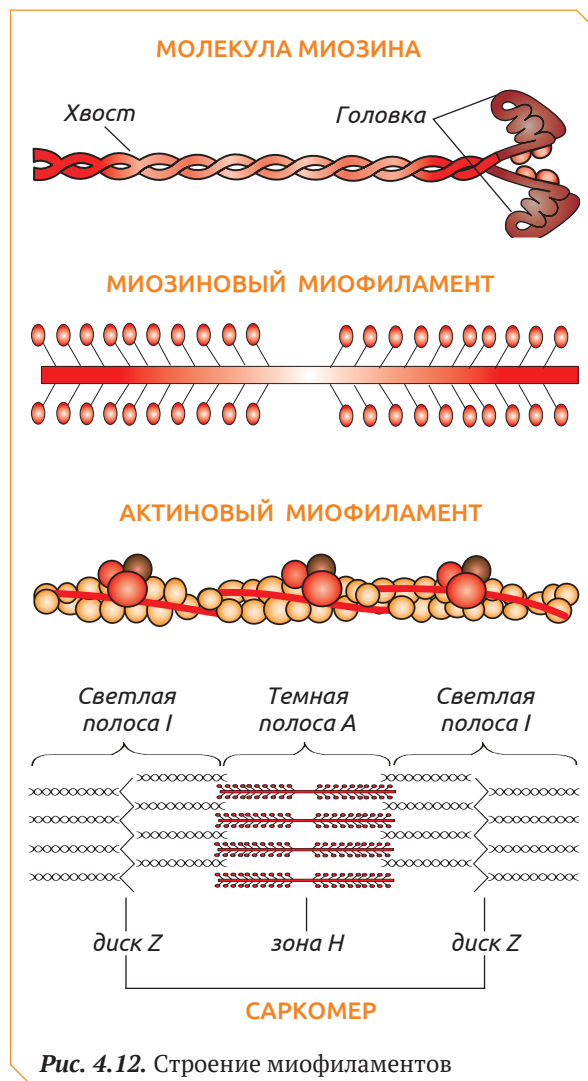
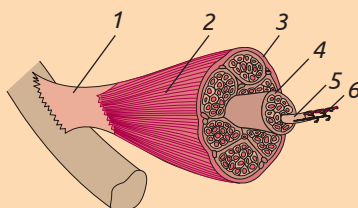


Рис. 4.12. Строение миофиламентов



1. Перечисли функции мышечной системы человека.
2. Объясни значение определения мышечного волокна как структурной и функциональной единицы мышечной системы.
3. Назови 2–3 мышцы, выполняющие каждую из функций, перечисленных на стр. 75.
4. Классифицируй мышцы на рис. 4.8 в зависимости от сегмента тела.

5. Составь легенду представленной ниже схемы строения скелетной мышцы.



6. Опиши в сравнении строение поперечно-полосатых и гладких мышечных волокон.
7. Назови три функциональные группы мышц головы, которые выполняют описанные ниже действия:
«Евгений перевел взгляд на стол, удовлетворённо улыбнулся, сел и принялся с удовольствием есть.»

ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ЛОКОМОТОРНОГО АППАРАТА

ГИГИЕНА ЛОКОМОТОРНОГО АППАРАТА.

Гармоничное развитие и сохранение активности опорно-двигательного аппарата обеспечивается правильным питанием и рациональным сочетанием физического и умственного труда.

Ходьба в течение одного часа в день способствует развитию ног; бег (*jogging*) способствует развитию мышц, костей, суставов; катание на велосипеде формирует мышцы рук и ног; плавание тонизирует все мышцы тела, развивает подвижность всех суставов; большой и настольный теннис развивает устойчивость и подвижность; зарядка является способом ежедневного укрепления здоровья.

Дисфункции и заболевания локомоторного аппарата возникают из-за неправильного питания; механических, физических (высокие или низкие температуры), химических (алкоголь, никотин, соли тяжелых металлов) и биологических факторов (болезнетворные микроорганизмы: вирусы и бактерии); чрезмерной нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

ЗАБОЛЕВАНИЯ СУСТАВОВ возникают из-за гиподинамии, чрезмерной нагрузки, травм и инфекций.

♦ **Вывих** это повреждение суставов, сопровождаемое смещением суставных поверхностей костей, уменьшением подвижности, болями и

гематомами. Отличают несколько типов вывихов (табл. 4.1).

Первая помощь при травматическом вывихе состоит в фиксации сустава и доставке пострадавшего в травматологический пункт. В случае открытого вывиха на рану накладывают стерильную повязку.

♦ **Артроз** является хроническим дегенеративным заболеванием суставов. Встречается, в основном, у пожилых людей и может привести к полной неподвижности сустава. Артроз характеризуется воспалением суставов.

Основными причинами артрозов являются гиподинамия, которая приводит к «ржавлению» суставов; избыточная нагрузка, воспаление и сосудистые нарушения.

Лечение артрозов зависит от степени тяжести и локализации и включает: нормализацию обменных процессов, предотвращение нагрузок на сустав, парафиновые аппликации, теплые ванны, а в тяжелых случаях – хирургическое вмешательство.

Профилактика артроза включает своевременное лечение переломов, врожденных вывихов, правильное питание, систематические занятия спортом и т. д.

ЗАБОЛЕВАНИЯ КОСТЕЙ встречаются реже (кроме остеопороза у женщин в менопаузе), чем заболевания суставов.

Таблица 4.1

Вывихи

Вывихи		Причины
Локтевого сустава 	Приобретённые: ✓ травматические ✓ закрытые	♦ Травматические вывихи происходят в результате травм или резких мышечных сокращений. В случае открытых вывихов происходит разрыв всех мягких тканей, которые окружают сустав. Чаще встречаются травматические вывихи плечевого, локтевого, тазобедренного суставов, суставов пальцев и нижней челюсти и др. ♦ Патологические вывихи происходят в результате воспалительных процессов, артритов, артрозов и нервно-мышечного паралича.
Плечевого сустава 	✓ открытые ✓ патологические	
Тазобедренного сустава 	Врожденные	♦ Врожденные вывихи происходят в результате недостаточного внутриутробного развития суставов (гипоплазии). Причиной их появления являются тяжелые нарушения обмена веществ у родителей, алкоголизм, генетические отклонения. Чаще всего встречаются врожденные вывихи плечевого, локтевого и тазобедренного суставов и др.

♦ **Рахитизм** был описан в XVII веке как заболевание жителей рабочих кварталов Лондона. Причиной этого заболевания является недостаток провитамина D (предшественника витамина D) в пищевых продуктах и солнечного света. Образование витамина D из провитамина D происходит в коже под воздействием ультрафиолетового спектра солнечного света.

Чаще всего проявляется у детей в 2–4-х месячном возрасте. Профилактика рахитизма у детей проводится путем добавления в пищевой рацион грудничков минеральных солей и витаминов. Рекомендуются также профилактическое облучение ультрафиолетовыми лучами (проводится по рекомендации и под наблюдением врача), прогулки на свежем воздухе, солнечные ванны.

♦ **Переломы** представляют собой нарушение целостности кости под сильным физическим воздействием, направление которого не соответствует расположению костных пластинок. Чаще всего происходят переломы костей конечностей. Переломы проявляются болью, которая усиливается при прикосновении к поврежденному участку.

♦ **Остеопороз** – снижение плотности костей и возникновение предрасположенности к переломам при незначительном воздействии, или даже в отсутствии воздействия. При остеопорозе строение костей напоминает ветхую, местами разорванную ткань.

Для профилактики остеопороза рекомендуется прием препаратов кальция и адекватная физическая нагрузка, занятия баскетболом, волейболом, бег, аэробика, прыжки со скакалкой, ходьба. Все упражнения должны быть адаптированы к индивидуальным возможностям и выполняться систематически.

ЗАБОЛЕВАНИЯ МЫШЦ И СУХОЖИЛИЙ появляются в результате воспалений, перенапряжения и ревматических факторов.

♦ **Мышечная лихорадка** появляется в результате перегрузки мышц, особенно в случае непривычной деятельности. Она обусловлена мелкими разрывами мышечных волокон и накоплением метаболитических отходов.

Тяжелые случаи мышечной лихорадки лечатся под наблюдением врача, а легкие – при помощи сауны, теплых ванн, массажа.

В случае мышечной лихорадки необходимо максимально ограничить движения. Лихорадку можно избежать при помощи постоянных тренировок и постепенного разогрева мышц перед высокоинтенсивными упражнениями.

♦ **Мышечная дистрофия (МД)** это группа наследственных болезней, при которых происходит прогрессивное разрушение мышц из-за врожденной нехватки белка – дистрофина.

По мере прогрессирования болезни, разрушенные мышечные волокна замещаются соединительной и жировой тканью. Формы МД отличаются симптомами, эволюцией и типом наследования. Заболевание неизлечимо, а все применяемые препараты и процедуры только замедляют эволюцию болезни.

♦ **Воспаление** оболочек сухожилий – это воспаление каналов, по которым проходят сухожилия мышц предплечья и голени в результате перегрузок (печатание на клавиатуре, игра в теннис, ходьба на длинные расстояния и др.) В зоне воспаления возникают болевые ощущения, утолщения и отеки.

ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА – серьезная проблема для здоровья, как взрослых, так и детей. Пренебрежение ими может иметь серьезные последствия.

♦ **Сколиоз** возникает в результате изменения физиологических изгибов позвоночника, который приобретает С- или S-образную форму из-за неправильной осанки, ношения сумки на одном плече, резкого роста, рахитизма, ожирения, гиподинамии и полиомиелита.

♦ **Кифоз** или горб – это искривление позвоночника в грудном отделе. Может возникнуть в любом возрасте, но чаще встречается у больных остеопорозом. В тяжелых случаях кифоз может привести к повреждению легких.

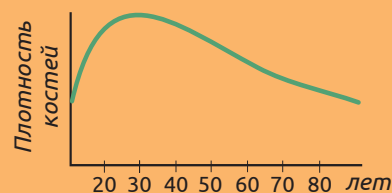
♦ **Лордоз** это седлообразное искривление позвоночника направленное вперед. Причина лордоза может быть врожденной, но, как правило, связано с ослаблением мышц спины, беременностью или ожирением.



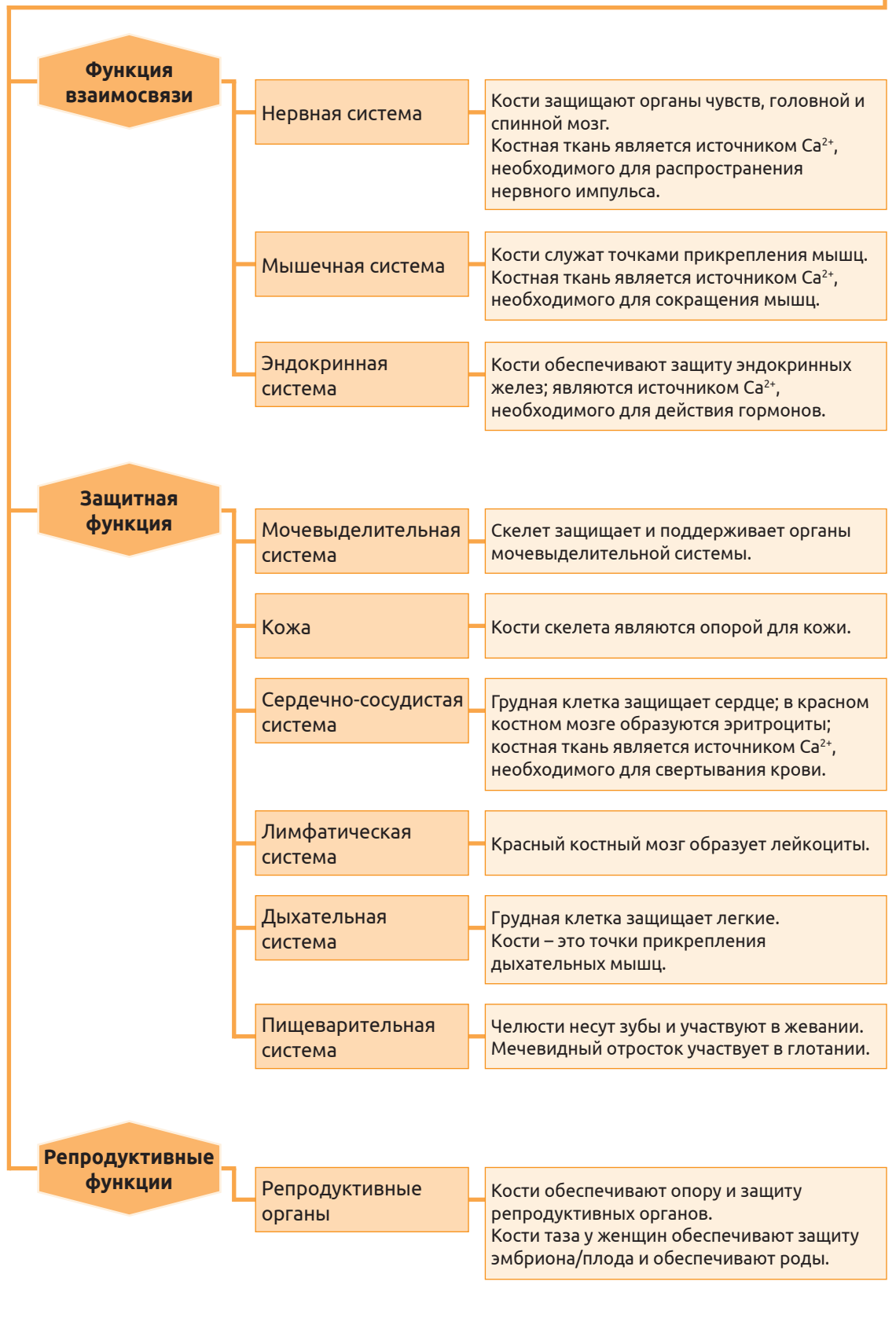
1. Назови факторы риска для опорно-двигательного аппарата.
2. Перечисли физические занятия, предотвращающие заболевания локомоторного аппарата человека.

3. Опиши способы предотвращения мышечной лихорадки у людей, которые посещают тренажерные залы.

4. Изучи кривую динамики изменений плотности костей и предложи программу по предотвращению остеопороза.

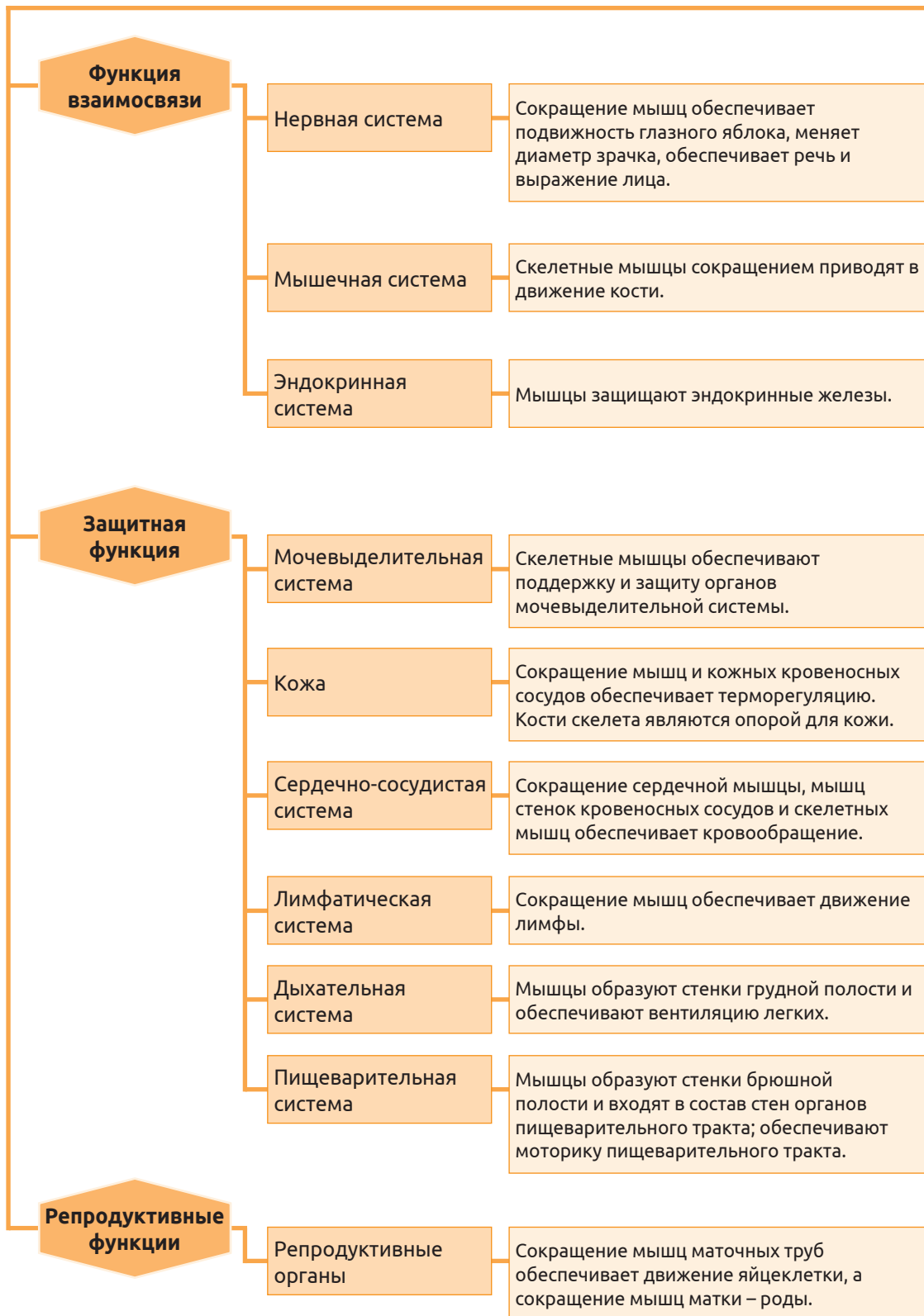


ЖИЗНЕННЫЕ ФУНКЦИИ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ



ЖИЗНЕННЫЕ ФУНКЦИИ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

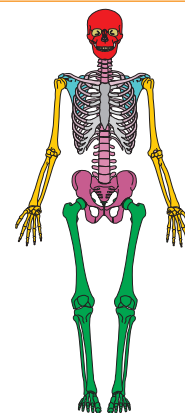
ПОВТОРЕНИЕ



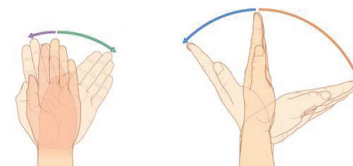
ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ДВИЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

- Найди на схеме и назови:
 - Самую длинную кость скелета человека.
 - Кости, защищающие сердце и легкие.
 - Кости, которые образуют позвоночник.
 - Кость, которая участвует в жевании.
- Найди на схеме скелета человека:
 - Бедренную кость, тазовую кость, коленную чашечку, кости запястья, лобную кость.
 - Классифицируй эти кости в соответствии с критерием соотношения длины, высоты, ширины.
 - Составь таблицу, которая содержит название данных костей, и цифры, какими ты их указал на схеме.



- Назови сустав, который обеспечивает выполнение движений, изображенных на схеме и кости, которые образуют данный сустав.

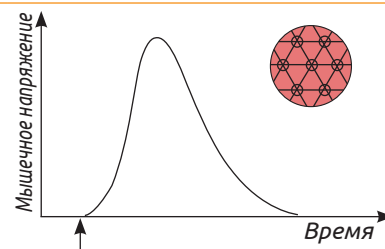
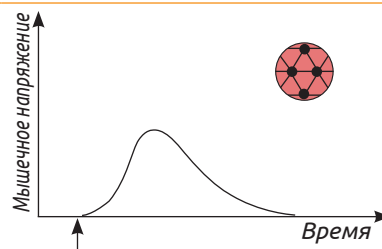


- Объясни, каким образом судмедэксперты и археологи различают мужские и женские скелеты.

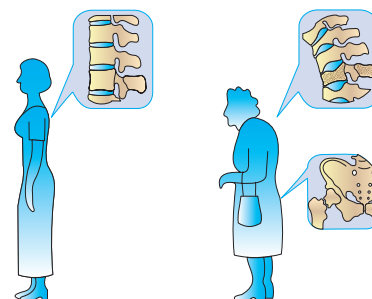
- Сравни способ соединения костей черепа, позвоночника, пальцев, и сформулируй вывод о соотношении между способом соединения и функциями данных суставов.



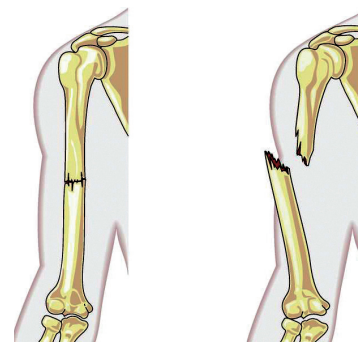
- Сформулируй вывод о зависимости величины мышечного напряжения и морфологии мышечного волокна используя информацию, содержащуюся в рисунке.



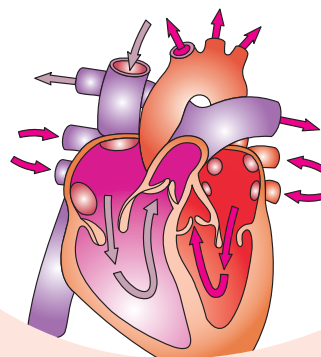
- Сравни вид позвоночника и, соответственно, форму тела у здоровых людей и у больных остеопорозом. Объясни различия, учитывая изменения в пораженных костях.



- Изучи схему повреждений плечевой кости.
 - Назови тип повреждения плечевой кости.
 - Назови две причины подобного повреждения.
 - Опиши два действия в целях оказания первой медицинской помощи при данном виде травмы.
 - Объясни механизм регенерации и восстановления поврежденной кости.



ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА



- ● Внутренняя среда организма
- ● Сердечно-сосудистая система человека.
Сердце
- ● Сердечно-сосудистая система человека.
Кровеносные сосуды
- ● Лимфатическая система человека
- ● Гигиена, дисфункции и заболевания
сердечно-сосудистой системы
- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль

22 ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

В организме происходит постоянный обмен питательных веществ, гормонов, отходов, и др. между клетками, тканями, органами, системами органов, осуществляемый:

- ✓ тканевой жидкостью;
- ✓ кровью и циркулирующей лимфой;
- ✓ кровеносной и лимфатической системой.

Тканевая жидкость, лимфа и кровь находятся в постоянном взаимодействии. Кровь из кровеносных капилляров фильтруется, образуя тканевую жидкость, которая проникает в лимфатические капилляры, превращаясь в циркулирующую лимфу и возвращаясь в кровеносные сосуды через подключичные вены.

Тканевая жидкость является «жизненной средой» клеток. Образуется в результате фильтрации крови через стенки капилляров, вместе с питательными веществами, гормонами, O_2 и другими нужными веществами. Из межклеточного пространства тканевая жидкость, вместе с клеточными метаболитами (например, CO_2), проникает в лимфатические капилляры.

Циркулирующая лимфа бесцветная жидкость, состоящая из двух частей:

- ✓ плазматической части, содержащей белки, электролиты, глюкозу, холестерин, железо, ферменты, гормоны (концентрация которых зависит от питания, инфекций и др.);
- ✓ клеточной части – лимфоциты и макрофаги.

Кровь выполняет 3 основные функции:

- ✓ переносит питательные вещества (углеводы, жиры, аминокислоты), газы (O_2 и CO_2), ионы (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , HCO_3^-) и метаболитические отходы;
- ✓ защищает организм от патогенов и токсинов;
- ✓ поддерживает гомеостаз.

Кровь – это жидкая соединительная ткань, состоящая из плазмы – жидкой фазы и форменных элементов – клеточной фазы (рис. 5.1).

♦ **Плазма** – светло-желтая жидкость. Состоит из воды (около 90%), минеральных и органических веществ (7%). Минеральные соли выполняют функцию буферного раствора, поддерживающего pH среды на уровне 7,4, и создающего оптимальное осмотическое давление для фильтрации крови через капилляры. Плазма способна свертываться благодаря наличию полимеризующих растворимых белков (например, фибриногена). В результате образуется фиброз-

ная сеть и прозрачная жидкость – сыворотка. Защитные белки плазмы: иммуноглобулины (антитела), С-реактивный белок, способствуют фагоцитозу микроорганизмов макрофагами.

♦ **Форменные элементы** крови – это клетки или клеточные фрагменты (рис. 5.1).

Эритроциты – красные, дисковидные, двояковогнутые клетки, диаметр около 7 мкм, без ядра и клеточных органоидов. Эритроциты переносят дыхательные газы (O_2 и CO_2). У женщин кровь содержит в среднем 4,8 млн эритроцитов/мл, у мужчин – 5,4 млн/мл, а у новорожденных – 6–7 млн/мл. Основной компонент эритроцитов – гемоглобин (около 95% белков эритроцитов), который служит «транспортным средством» для переноса O_2 и CO_2 . Один грамм эритроцитов может переносить 1,34 мл кислорода на 100 мл крови. Гемоглобин обладает большим сродством к СО. Если этот газ присутствует в атмосфере, он вытесняет кислород из молекул гемоглобина, что приводит к асфиксии и смерти человека.

Тромбоциты (кровяные пластинки) – линзовидные, окруженные мембраной и лишенные ядра. Обеспечивают *гемостаз* – остановку кровотечения путем прикрепления к поврежденному участку, и выделения веществ, способствующих свертыванию крови. В 1 мл крови содержится около 250 000 тромбоцитов.

Лейкоциты – это клетки с ядром, которые выходят из кровеносных сосудов и проникают в лимфатические сосуды или тканевую жидкость. В 1 мл крови содержится около 7 000 лейкоцитов. Они прикрепляются к разным тканям и являются первым шагом в борьбе с микроорганизмами.

Лейкоциты образуют четыре морфофункциональные группы: *гранулоциты; лимфоциты, моноциты и макрофаги.*

✓ **Гранулоциты** – гранулированные лейкоциты трех типов:

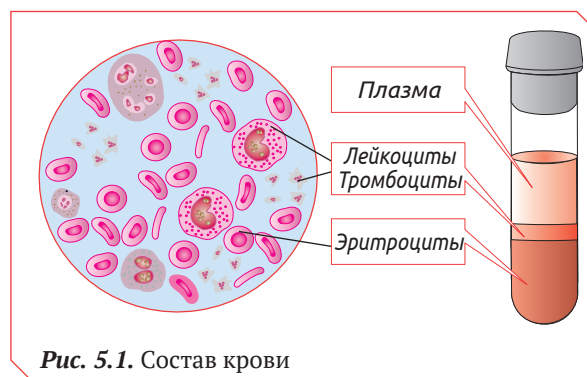


Рис. 5.1. Состав крови

нейтрофилы – фагоцитарные клетки, распознают и нейтрализуют чужеродные частицы;
эозинофилы (ацидофилы) – это фагоцитарные клетки, которые высвобождают из своих гранул вещества, которые действуют на патогены;

базофилы – не обладают фагоцитарными свойствами, но выполняют функцию системы тревоги в случае инфекции, запуская иммунные механизмы. Базофилы обладают хемотаксисом, противовоспалительными и ферментативными свойствами. Поражение базофилов вызывает аллергические реакции.

✓ Лимфоциты – небольшие клетки, со сферическим ядром и небольшим количеством цитоплазмы. Взаимодействуя с антигенами, они образуют антитела, которые попадают в кровь через лимфатические узлы.

✓ Моноциты и макрофаги – это крупные циркулирующие клетки. Моноциты находятся в крови 2–3 дня, а затем проникают в разные ткани, где превращаются в макрофаги. Макрофаги обладают фагоцитарными свойствами (образуют псевдоподии, захватывают и переваривают чужеродные частицы).

Соотношение количества всех типов лейкоцитов в крови обычно варьирует в определенных пределах, и выражается лейкоцитарной

формулой: нейтрофилы (40–75%), лимфоциты (20–45%), моноциты (2–10%), эозинофилы (1–6%), базофилы (0–1%).

Клетки крови образуются в красном костном мозге из стволовых тотипотентных клеток, которые дифференцируются в предшественники каждого типа кровяных клеток.

Группы крови. На поверхности эритроцитов находятся генетически детерминированные антигены А и В. По АВ0-системе, в зависимости от имеющихся антигенов, различают 4 группы крови.

♦ **AB0 система.** Антигены этой системы определяют эритроцитарные группы: 0 (I), А (II), В (III) и АВ (IV). Группа АВ обладает двумя антигенами, а группа 0 – ни одним.

♦ **Rh система.** Rh-система включает две группы крови, отличающиеся по наличию или отсутствию специфических антигенов, составляющих «резус-фактор». Наиболее важным из них является обнаруженный в крови приматов *Macacus Rhesus* D-антиген, который специфичен примерно для 85% представителей белой расы. Наличие антигена D на поверхности эритроцита определяет положительный резус, а его отсутствие – отрицательный.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА	ИЗУЧЕНИЕ ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ НА МИКРОПРЕПАРАТАХ	
	♦ Материалы и оборудование	✓ Микроскоп. ✓ Микропрепараты (фотографии) «Кровь».
	♦ Ход работы	1. Изучи при помощи микроскопа (на фотографиях) форменные элементы крови. 2. Идентифицируй эритроциты, лейкоциты и тромбоциты.
	♦ Оформление результатов	1. Зарисуй рассмотренные препараты. 2. Укажи на рисунке форменные элементы крови. 3. Опиши функции форменных элементов крови, обнаруженных на препаратах.

	1. Дай определение следующим понятиям: тканевая жидкость; циркулирующая лимфа; кровь.	4. Смоделируй из различных материалов форменные элементы крови. Представь свои модели и отметь: ✓ Особенности строения. ✓ Функции.	6. Подготовь PPT презентацию «Терапия при помощи лечебной плазмы» на основе информации, которая содержится в QR-коде 5.1.
	2. Составь схему, отражающую взаимосвязь между клеточной жидкостью, циркулирующей лимфой и кровью. 3. Объясни понятия: ✓ АВ0 система. ✓ Rh система.	5. Смоделируй процесс фильтрации крови и образования тканевой жидкости. Назови физические силы, которые обеспечивают фильтрацию.	

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА. СЕРДЦЕ

Сердечно-сосудистая система человека состоит из трех анатомо-функциональных частей: сердца, кровеносных сосудов и крови.

СЕРДЦЕ – это полый мышечный орган, расположенный за грудиной, с небольшим смещением влево.

Стенки сердца состоят из сердечной мышечной ткани – *миокарда*, внутренняя сторона которого выстлана тонким эпителием – *эндокардом*, а внешняя – оболочкой соединительной ткани – *эпикардом*. Сердце покрыто серозной оболочкой – *перикардом*.

Внутренняя сердечная перегородка делит сердце на две не сообщающиеся анатомические и функциональные половины (правое и левое сердце). Каждая половина состоит из двух единиц: нижней – *желудочка*, и верхней – *предсердия*. Предсердие и желудочек разделены клапанами.

Стенки желудочков толще стенок предсердий, а стенка левого желудочка толще стенки правого.

Сердечные клапаны определяют направление и силу потока крови из предсердия в желудочек, а затем в кровеносные сосуды. Различают три типа сердечных клапанов: *трехстворчатый*, *двустворчатый* и *полулунные клапаны* (рис. 5.2).

Кровь накачивается в сосуды благодаря механической и электрической работе сердца.

МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА СЕРДЦА, или

сердечный цикл, состоит из чередования сокращения (*систола*) и расслабления (*диастола*) желудочков и предсердий. Число сердечных циклов за одну минуту составляет сердечный ритм. У взрослого человека сердечный ритм состоит из 70–75 сердечных циклов.

Сердечный цикл состоит из: *диастолы предсердий и желудочков*, *сistolы предсердий* и *сistolы желудочков* (рис. 5.3).

♦ Диастола предсердий и желудочков

длится около 0,4 сек. Стенки предсердий и желудочков расслаблены. В правое предсердие поступает венозная кровь из полых вен, а в левое – артериальная кровь из легочных вен.

♦ Во время систолы предсердий (0,1 сек.)

стенки предсердий сокращаются и проталкивают кровь в желудочки. При сокращении правого предсердия открывается трехстворчатый клапан, и кровь поступает в правый желудочек, а при сокращении левого – открывается двустворчатый клапан – кровь поступает в левый желудочек.

♦ Систола желудочков

длится около 0,3 сек. Стенки желудочков сокращаются и кровь из правого желудочка, открывая легочный клапан, поступает в легочный ствол, а кровь из левого желудочка открывает полулунные клапаны и поступает в аорту.

Во время сердечного цикла прослушиваются два *сердечных тона*, разделенные короткой паузой.

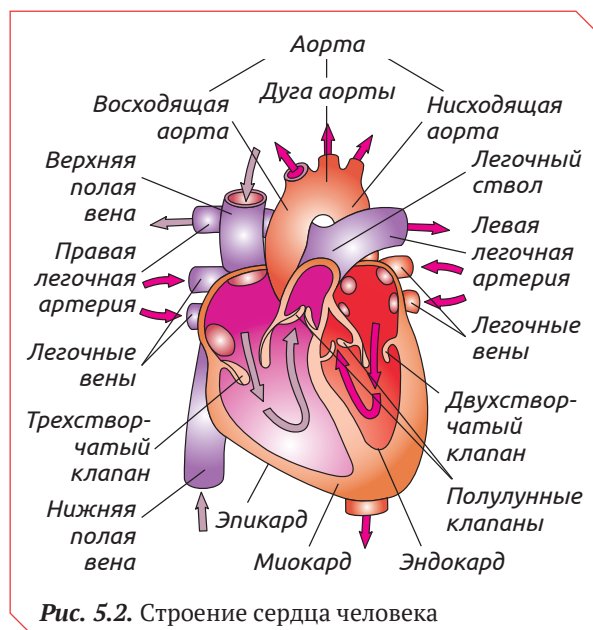


Рис. 5.2. Строение сердца человека

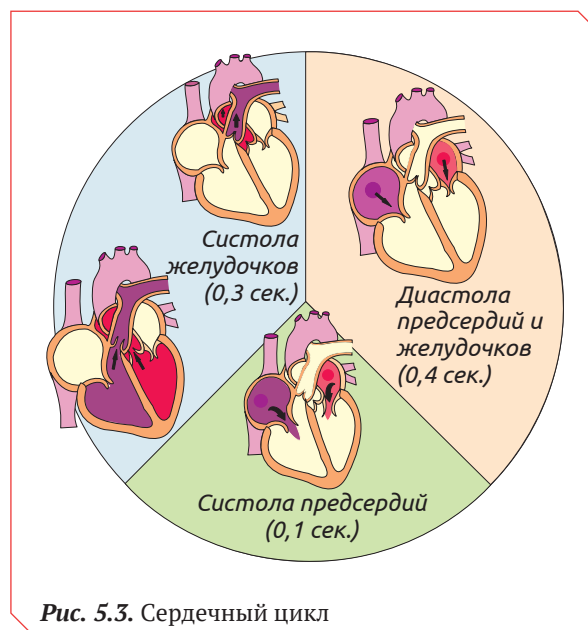


Рис. 5.3. Сердечный цикл

Первый тон (*систолический*) слышен в начале систолы желудочков. Он возникает в результате закрытия двухстворчатого и трехстворчатого клапанов. Второй – *диастолический тон* – возникает в начале диастолы желудочков, в результате закрытия полулунных клапанов.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РАБОТА СЕРДЦА состоит в генерировании и распространении нервных импульсов по проводящей системе сердца, что обеспечивает одновременное сокращение клеток миокарда (закон «все или ничего») и ритмичность сердечных сокращений. Нервный импульс возникает в синусном и предсердно-желудочковом узлах, пучках Гиса и Пуркинье, и передается всем клеткам миокарда (рис. 5.4).

Импульсы, возникающие в синусном узле (70–80 импульсов/мин.), быстро распространяются по всему миокарду. При повреждении синусного узла командная роль переходит к предсердно-желудочковому узлу, ритмичность которого меньше (40 импульсов/мин.). Если отключается и предсердно-желудочковый узел, нервные импульсы генерируются в пучке Гиса, с частотой 20–25 импульсов/мин. Электрический импульс, возникший в синусном узле, вызывает

систолю предсердий (желудочки расслаблены), затем передается предсердно-желудочковому узлу и вызывает систолу желудочков (предсердия расслаблены).

Электрическая работа сердца зависит от температуры, концентрации ионов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , гормонов и др.

Распространение импульса по миокарду регистрируется при помощи электрокардиограммы (рис. 5.5). Систола предсердия записывается в виде низкоамплитудной, направленной вверх волны Р. Следующий ровный участок PQ называется изoeлектрическим и соответствует задержке стимула в предсердно-желудочковом узле.

Систола желудочка записывается в виде комплекса QRS, за которым следует второй изoeлектрический участок. В конце сердечного цикла записывается слабая, направленная вверх волна Т, которая отражает реполяризацию желудочка.

Систола желудочков вызывает повышение давления крови в аорте, увеличение ее диаметра. Это расширение передается по артериям благодаря эластичным волокнам их стенок, и называется *артериальным пульсом*. Он прослушивается только на поверхностных артериях.

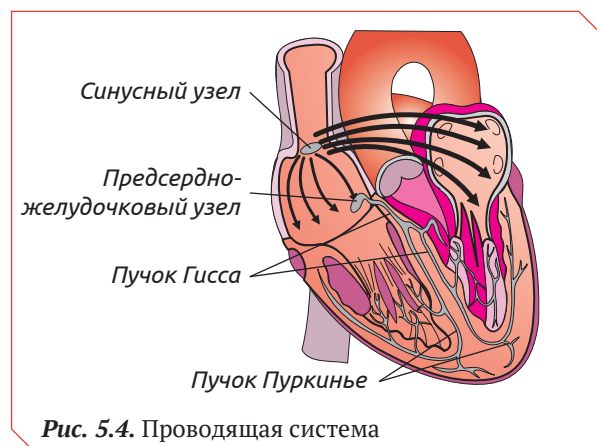


Рис. 5.4. Проводящая система

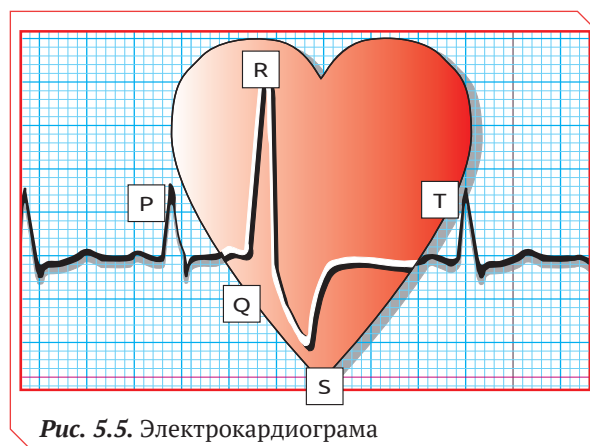


Рис. 5.5. Электрокардиограмма



1. Опиши строение сердца человека.
2. Объясни роль двухстворчатых, трехстворчатых и полулунных клапанов в процессе движения крови.
3. Объясни значение мышечной структуры стенок сердца в осуществлении механической работы.
4. Объясни этапы электрической работы сердца.

5. Создай из разных материалов муляж сердца в разрезе. Представь свою работу, покажи камеры, створки и толщину стенок камер.
6. Синусная тахикардия* является нарушением сердечного ритма, при котором его значение достигает 100 ударов в минуту. Объясни, как злоупотребление алкоголем, табаком и кофе влияет на сердечный ритм.

* Название синусная тахикардия происходит от названия синусного узла.

7. Объясни принцип записи и интерпретации ЭКГ на основе информации, хранящейся в QR-коде 5.2.



Кровеносные сосуды представляют собой закрытую систему трубок, которая обеспечивает транспорт крови от сердца ко всем клеткам тела, и от них – к сердцу. В зависимости от направления тока крови в организме, кровеносные сосуды образуют артериальную сеть (от сердца), и венозную сеть (к сердцу). Эти две сети общаются через кровеносные капилляры, опутывающие все клетки тела.

АРТЕРИИ – кровеносные сосуды с крепкими эластичными стенками, состоящими из трех слоев (рис. 5.6), по которым от сердца идет непрерывный ток крови под давлением. Артериальная система начинается в левом желудочке, откуда отходят аорта и легочный ствол. Диаметр артерий и давление крови в них уменьшаются по мере их отдаления от сердца. В артериях находится около 20% всей крови человека.

♦ **Аорта** – берет начало в левом желудочке, образуя вначале расширение – аортальную луковицу, и следующие три сегмента: *восходящую аорту*, *дугу аорты* и *нисходящую аорту* (рис. 5.2). От этих трех сегментов отходят все артерии тела.

Аорта – сосуд с самым большим диаметром и с самыми толстыми стенками. Средний слой аорты содержит большее количество коллагеновых волокон чем другие артерии. Это придает ей повышенную эластичность и стойкость, не-

обходимые при движении крови под давлением (140–160 мм Hg в норме и 320–340 мм Hg у больных гипертензией).

Во время систолы желудочков полулунные клапаны открываются, и артериальная кровь (содержащая O_2 и питательные вещества) проталкивается в аорту. Под воздействием давления потока крови, стенки аорты расширяются (пассивное расширение), а во время диастолы они возвращаются в нормальное состояние (рис. 5.7).

♦ **Легочный ствол** начинается в правом желудочке, образует две ветви – *правую и левую легочные артерии* (рис. 5.2). Эти артерии несут венозную кровь в легкие, где происходит обмен CO_2 и O_2 .

♦ **Артерии** являются разветвлениями восходящей и нисходящей аорты, дуги аорты и легочного ствола. Гладкие мышечные волокна среднего слоя артерий поддерживают постоянное давление крови благодаря вазомоторным свойствам, контролируемым вегетативной нервной системой. Симпатическая нервная система оказывает сосудосуживающее действие на артерии, а парасимпатическая – сосудорасширяющее.

♦ **Артериолы** – разветвления артерий меньшего диаметра. Гладкие мышцы артериол иннервируются вегетативной нервной системой. Из артериол кровь поступает в капилляры.

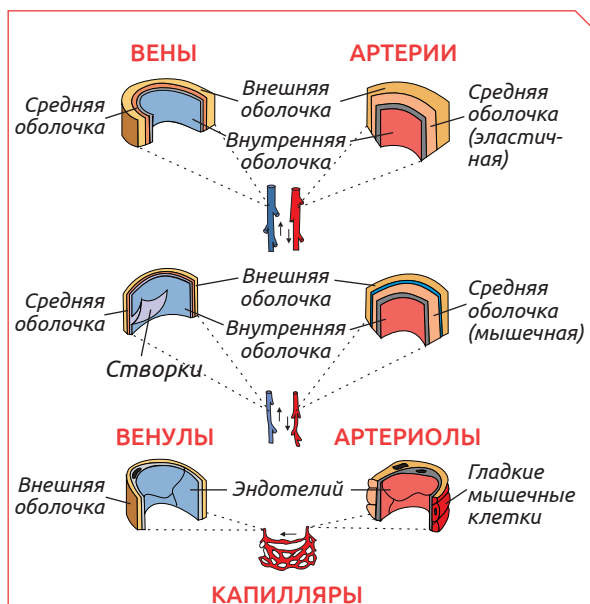


Рис. 5.6. Строение стенок кровеносных сосудов

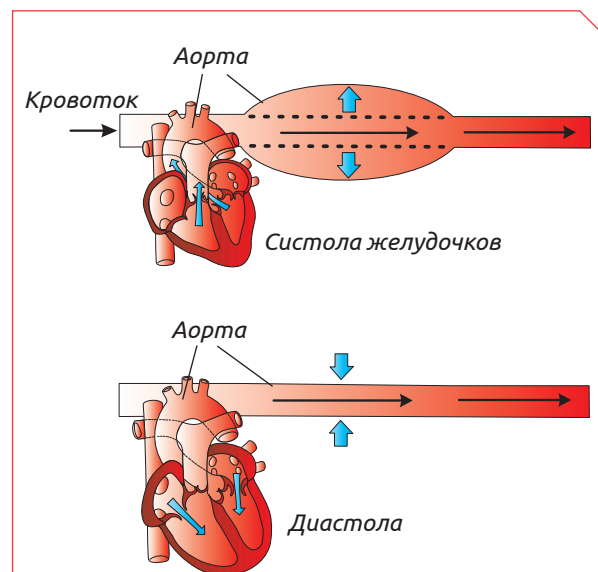


Рис. 5.7. Кровоток по артериям большого круга кровообращения

Вены – кровеносные сосуды, стенки которых снабжены полулунными клапанами. Они обеспечивают одностороннее движение крови против силы притяжения (снизу вверх). Объем крови в венах, превышает в 3 раза объем крови в артериях. Вены переносят кровь от капилляров разных частей тела к сердцу (полые и легочные вены) и печени (воротная вена). Диаметр вен может увеличиваться, в разных условиях, до 6–10 раз.

♦ **Полые вены** (верхняя и нижняя) переносят венозную кровь (богатую CO_2) от всего тела в правое предсердие (рис. 5.2). Верхняя полая вена собирает кровь от головы, груди и верхних конечностей, а нижняя – от частей тела, расположенных ниже диафрагмы (брюшной полости – стенок и парных органов, таза и нижних конечностей).

♦ **Легочные вены** несут артериальную кровь от легких к левому предсердию.

♦ **Воротная вена** собирает кровь от непарных органов брюшной полости. Она берет начало от капилляров пищеварительного канала и заканчивается капиллярами печени.

♦ **Движение крови по венам** осуществляется за счет:

✓ присасывающей функции грудной клетки. Во время вдоха давление в грудной клетке становится ниже атмосферного из-за увеличения ее объема. В результате воздух попадает в легкие, а кровь движется снизу вверх. Во время выдоха давление в грудной клетке увеличивается, и кровь движется сверху вниз;

✓ сокращения желудочков, при котором уменьшается давление в правом предсердии. Это способствует движению крови снизу вверх;

✓ сокращения мышц конечностей, которое способствует уменьшению диаметра вен;

✓ клапанов и сокращения стенок вен, которые препятствуют обратному току крови.

Сокращение мышц нижних конечностей способствует усилению работы сердечной мыш-

цы. Именно поэтому не рекомендуется резко прекращать физическую нагрузку. Резкая остановка после быстрого бега подвергает сердце огромным перегрузкам.

Капилляры – самые мелкие сосуды. Формируются в результате ветвления артериол. Стенки капилляров состоят из одного слоя клеток.

Капилляры являются функциональной единицей сердечно-сосудистой системы. В них происходит обмен веществ между кровью и тканевой жидкостью путем простой диффузии, через поры и путем пиноцитоза.

Капилляры отвечают на нервные импульсы вегетативной системы и действие некоторых гормонов увеличением или уменьшением диаметра. Доля функциональных капилляров составляет около 30%, остальные находятся «в спящем состоянии» (кровь по ним не циркулирует). При необходимости они начинают работать для обеспечения потребности конкретного органа. Так, число работающих капилляров кишечника увеличивается во время пищеварения, мозга – во время умственного напряжения, мышц – во время мышечных сокращений и т.д.

Число капилляров растет в органах, которые подвергаются постоянным нагрузкам. Например, у людей, постоянно занимающихся умственной деятельностью, число капилляров в коре головного мозга больше, чем у других, а у спортсменов больше капилляров в скелетных мышцах, миокарде и легких.

Кровеносные сосуды образуют два круга кровообращения: большой (системный) и малый (легочный) круг (рис. 5.9).

Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке, откуда богатая кислородом кровь направляется в аорту, а потом (по артериям, артериолам и капиллярам) ко всем органам и тканям. По большому кругу кровь несет O_2 всем клеткам тела и забирает от них CO_2 .

Капилляры, соединяясь, образуют венулы, в которых кровь содержит CO_2 . Венулы вливаются в вены, по которым венозная кровь попадает в правое предсердие, а затем в правый желудочек сердца (конечная точка большого круга). Кровь проходит большой круг за 16–17 сек.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке, который, сокращаясь, проталкивает кровь в легочный ствол, по двум веткам которого кровь попадает в капилляры легких. Здесь происходит газообмен: кровь отдает CO_2 и получает O_2 . Через легочные вены артериальная кровь вливается в левое предсердие.

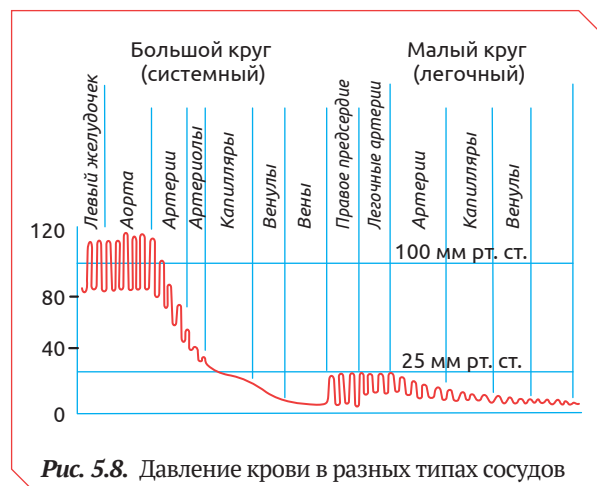


Рис. 5.8. Давление крови в разных типах сосудов

КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ это сила действия циркулирующей крови на стенки кровеносных сосудов. По мере продвижения крови от аорты в артерии, артериолы, капилляры, венулы и вены, кровяное давление падает (рис. 5.8).

Для артериальной крови характерны две предельные величины:

✓ **максимальное давление** (или систолическое);

✓ **минимальное давление** (или диастолическое).

Эти показатели зависят от возраста, эмоций и др. Они измеряются специальным прибором – манометром, и выражаются в миллиметрах ртутного столба (мм Нг).

Во время выполнения мышечной работы максимальное значение артериального давления может достигать 200–220 мм Нг. Такое повышение наблюдается при увеличении силы мышечных сокращений, при условии хорошо развитой сердечной мышцы. Повышение давления в этом случае считается положительным явлением. У неспортивных людей сердце не может обеспечивать высокое давление, что отрицательно сказывается на эффективности работы мышц.

Значение кровяного давления является критерием мониторинга больного при анестезии, реанимационных действиях и в случае дисфункций сердечно-сосудистой системы.

Жизненно важные функции сердечно-сосудистой системы

♦ **Транспортная функция.** Движение крови по большому и малому кругу кровообращения обеспечивает клетки организма O_2 и удаляет CO_2 .

Через стенки капилляров пищеварительных органов, в кровь попадают растворимые продукты пищеварения (глюкоза, аминокислоты, витамины и др.), которые направляются по воротной вене в печень. Часть этих веществ откладывается в печени, а другие подвергаются химическим превращениям. Кровь, которая покидает печень, содержит доступные и полезные для организма питательные вещества. Кровь собирает метаболические отходы, выработанные

клетками организма, переносит их в почки, клубочки которых фильтруют и удаляют отходы из организма.

♦ **Функция саморегуляции.** Кровеносная система обеспечивает клетки O_2 , поддерживая постоянную скорость обмена веществ и постоянную температуру тела. Расширение сосудов увеличивает поток крови к коже, что способствует возрастанию теплоотдачи. В случае снижения температуры тела, происходит сужение сосудов, что препятствует теплоотдаче.

Сердечно-сосудистая система переносит гормоны от места синтеза к клеткам-мишеням, обеспечивая, тем самым, гормональную регуляцию и координацию деятельности различных тканей и органов.

♦ **Защитная функция.** Тромбоциты и белки плазмы крови (фибриноген) защищают организм от кровопотери и от инвазий патогенов посредством механизмов коагуляции.

Лейкоциты обеспечивают защиту от токсинов и патогенов посредством фагоцитоза или выработки антител.

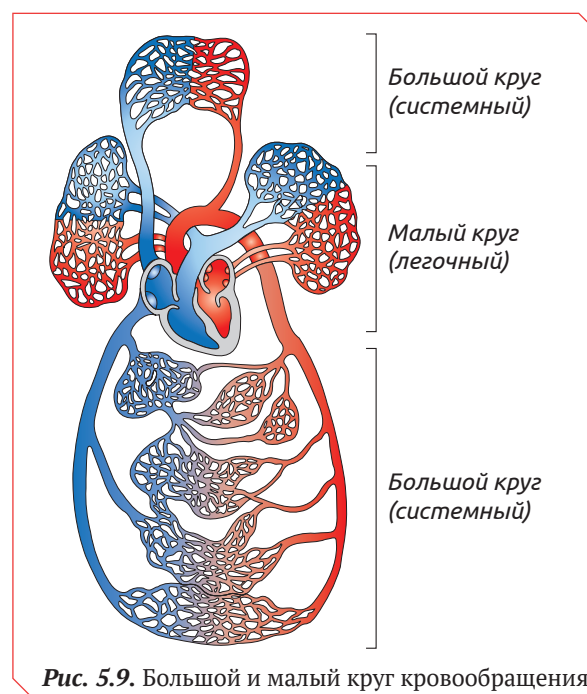


Рис. 5.9. Большой и малый круг кровообращения



1. Заполни таблицу, содержащую органы сердечно-сосудистой системы.

2. Составь две схемы: большого и малого круга кровообращения.

3. Объясни, почему большой круг называется системным, а малый – легочным.

4. Приведи аргументы против утверждения: «По всем венам движется венозная кровь, а по всем артериям – артериальная».

5. Составь словарь терминов, содержащихся в тексте §24, относящихся к строению и функциям кровеносных сосудов.

6. Докажи, что функции кровеносных сосудов определяются строением их стенок.

7. Опиши изменения состава крови капилляров:

- ✓ легочных альвеол;
- ✓ мышечных волокон;
- ✓ пищеварительного канала.

Лимфатическая система является частью транспортных систем, и выполняет следующие функции:

✓ **дренажную** – регулирование объема тканевой жидкости. Через стенки кровеносных капилляров фильтруется плазма крови (около 20 литров в сутки). Большая ее часть (17 литров) возвращается в кровеносные сосуды, а остаток (3 литра) остается в тканевой жидкости. Избыточная отфильтрованная плазма возвращается в кровоток через лимфатическую систему как альтернативный путь абсорбции. При нарушении лимфодренажа существует риск скопления жидкости и воспаления тканей (лимфедема).

✓ **всасывающую**. Лимфа всасывает жирные кислоты, холестерин и жирорастворимые витамины из слизистой оболочки кишечника и включает их в кровоток. Через проницаемые стенки лимфатических капилляров в плазму крови проходят крупные белки.

✓ **иммунного ответа**. Органы лимфатической системы обеспечивают иммунный ответ за счет образования и созревания лимфоцитов, и секреции антител.

Лимфатическая система человека состоит из циркулирующей лимфы, лимфатических сосудов и лимфатических органов (рис. 5.10).

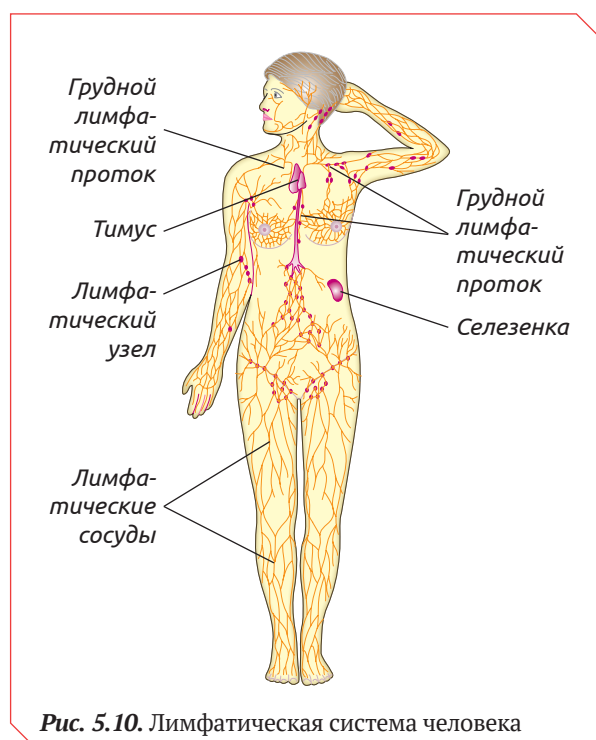


Рис. 5.10. Лимфатическая система человека

Сеть лимфатических сосудов состоит из: капилляров, сосудов и грудных протоков.

♦ **Лимфатические капилляры** – слепые сосуды, заканчивающиеся в межклеточном пространстве. Они похожи на кровеносные капилляры, меньшего диаметра, с более высокой проницаемостью – проницаемы для микроорганизмов и белков.

♦ **Лимфатические сосуды** являются продолжением лимфатических капилляров. По ним лимфа движется в сторону грудных протоков. Лимфатические сосуды идут параллельно венам и имеют одинаковое с ними строение. Через равные промежутки на внутренней стенке лимфатических сосудов располагаются полулунные клапаны, которые обеспечивают одностороннее движение лимфы. Наличие клапанов придает лимфатическим сосудам форму жемчужного ожерелья.

♦ **Грудные протоки** образуются в результате слияния лимфатических сосудов. В начале и в конце левого протока расположены полулунные клапаны. Длина левого протока 33–43 см, он вливается в левую яремную вену и собирает лимфу от 2/3 тела. Длина правого лимфатического протока около 2 см, он собирает лимфу от правой трети тела.

Лимфатические органы обеспечивают тело Т-лимфоцитами и В-лимфоцитами – клетками, защищающими организм от воздействия бактерий, вирусов и токсинов. Лимфатические органы делятся на: центральные и периферические.

♦ **Центральные лимфатические органы** это красный костный мозг и тимус. В них образуются лимфоциты.

Красный костный мозг обеспечивает производство и созревание В-лимфоцитов и генез обоих типов Т-лимфоцитов. В-лимфоциты из спинного мозга с кровью попадают во вторичные лимфатические органы, где уничтожают безвредные микроорганизмы. Т-лимфоциты переходят в тимус.

Тимус обеспечивает созревание и дифференциацию Т-лимфоцитов.

♦ **Периферические лимфатические органы** – селезенка, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидная ткань (лимфоидные клетки и фолликулы), ассоциированная со слизистой пищеварительного, дыхательного и мочеполового канала.

Селезенка крупный лимфатический орган в котором происходит созревание В-лимфоцитов и Т-лимфоцитов, образование антител и фагоцитов. Селезенка разрушает старые клетки крови (гемолиз), а в эмбриональном периоде является кроветворным органом и хранилищем железа.

Лимфатические узлы расположены по ходу лимфатических сосудов, диаметром от 3 до 6 мм. Содержат множество фолликулов, состоящих из В- и Т-лимфоцитов, где происходит фильтрация лимфы и образование иммунных клеток. С притоком лимфы в узлы попадают антигены, которые вызывают иммунные реакции, сопровождающиеся повышением числа лимфоцитов, продуцирующих антитела.

Нёбные миндалины, расположены по обе стороны шеи, состоят из лимфатической ткани, В-лимфоциты которой вырабатывают пять классов антител, которые защищают организм от инфекций, включая золотистый стафилококк.

Лимфоидная ткань слизистых оболочек это вырабатывающий антитела иммунный барьер против антигенов, бактерий и вирусов, которые проходят через пищеварительный тракт, дыхательные и мочеполовые пути.

Движение лимфы начинается в периферическом межклеточном пространстве и заканчивается в области ярёмных вен. Направлено против силы тяжести, благодаря работе сердца, стенок лимфатических сосудов и вен.

Сердце сохраняет разницу давления между начальной (лимфатические капилляры), и конечной (выхода лимфы в вены) точками лимфатической системы.

Сокращение мышц стенок лимфатических сосудов (5–10 сокращений/мин.) проталкивает

ет лимфу в сторону лимфатических протоков. Пульсирующие движения артерий способствуют сокращению лимфатических сосудов проходящих в непосредственной близости.

Грудные лимфатические сосуды сокращаются под действием разницы давления во время дыхания.

Иммунитет – это способность организма противостоять инфекциям (микроорганизмам, вирусам и их токсинам). Живые организмы обладают средствами защиты, которые появились в процессе эволюции. К ним относятся: кожа, слизистые оболочки, печень и лимфатическая система, которые составляют *иммунную систему*.

Иммунная система «узнает» собственные (*self*) и чужеродные (*non self*) вещества. Самым эффективным способом защиты от инфекций является *иммунный ответ*, который блокирует проникновение патогенов, препятствует их размножению и способствует их уничтожению. В результате иммунного ответа организм приобретает способность быстрее и активнее отвечать на повторное попадание данного патогена в организм.

Иммунитет бывает *естественным* и *приобретенным*.

♦ **Естественный иммунитет** осуществляется посредством механических барьеров (кожи и слизистых оболочек), антимикробных веществ, фагоцитоза, воспалительных реакций и др.

♦ **Приобретенный иммунитет** формируется в результате контакта организма с патогенами или продуктами их жизнедеятельности, и осуществляется через неспецифические клеточные механизмы (фагоцитоз и пиноцитоз) и специфические гуморальные механизмы (антитела) (рис. 5.11).

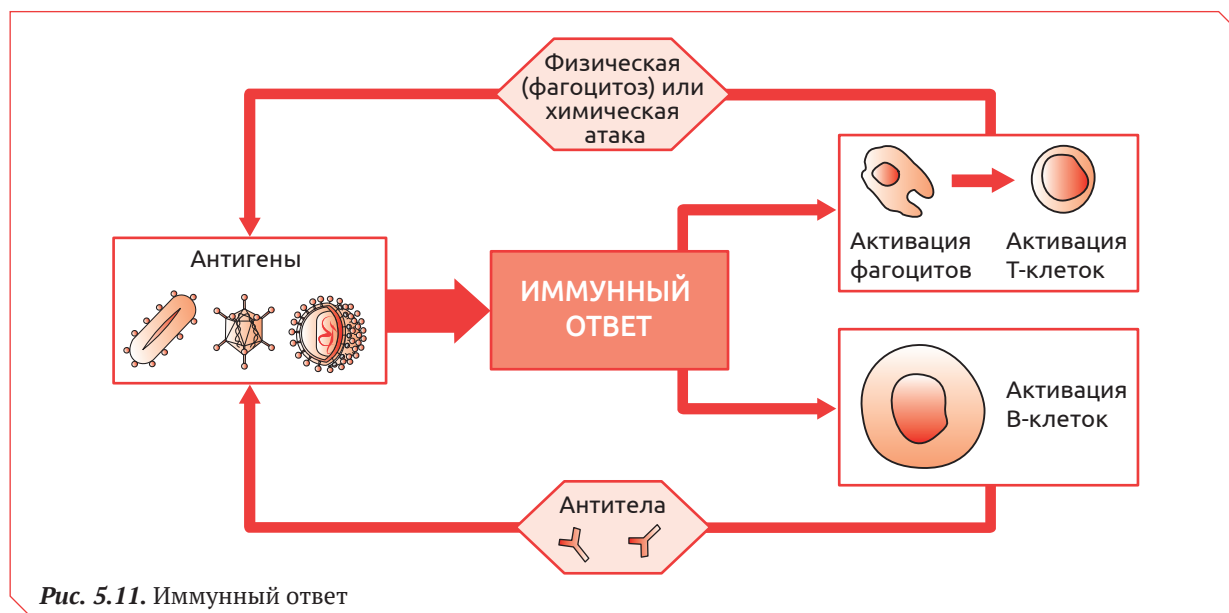


Рис. 5.11. Иммунный ответ

Фагоцитоз («пожирающая клетка») представляет собой свойство некоторых клеток захватывать мелкие частицы (например, бактерии) и разрушать их путем внутриклеточного переваривания. Явление фагоцитоза было открыто в 1882 г. русским ученым Ильей Мечниковым.

Подобный иммунный ответ характерен для гранулоцитов (нейтрофилов и эозинофилов) и для макрофагов. Фагоциты узнают патогены по специфичным мембранным белкам или по антителам, которые маркируют патогены как опасные объекты.

Антитела представляют собой специфические вещества (*иммуноглобулины*), которые образуются в крови в результате проникновения антигенов (микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности). Антитела обладают иммунной специфичностью и реагируют только на антигены, под действием которых они образовались. Антитела узнают бактерии, прикрепляются к ним и формируют бактериальные скопления, которые более доступны фагоцитам.

Антитела могут быть приобретены:

- ✓ естественно (естественный иммунитет);
- ✓ искусственно (искусственный иммунитет).

Естественным путем организм может активно вырабатывать антитела в результате перенесенной инфекции. Продолжительность жизни таких антител различна. Например, в случае кори, краснухи, оспы, ветрянки образуется иммунная защита (к данному заболеванию) на всю жизнь. При дифтерии, скарлатине, коклюше формируется абсолютная защита на несколько лет, после чего, при новом заражении этим же микроорганизмом, болезнь протекает в более легкой форме.

Искусственным путем антитела формируются в результате *вакцинации*, или вводятся вместе с готовыми *иммунными сыворотками*.

Вакцины – это биологические продукты, которые содержат ослабленные или мертвые патогены, или их видоизмененные токсины. Эти продукты вызывают образование специфических антител и формируют временный иммунитет к данному патогену.

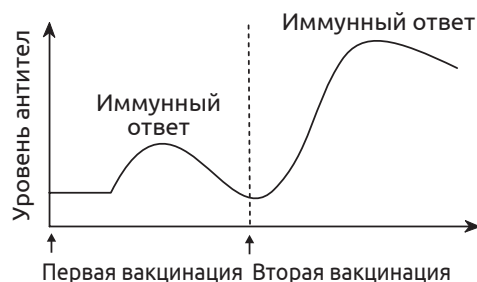
Иммунные (лечебные) сыворотки получают из сыворотки иммунизированных путем вакцинации или перенесших болезнь животных (обычно лошадей). Сыворотки содержат активные антитела, которые нейтрализуют действие антигенов.

ВАКЦИНАЦИЯ. ЗА ИЛИ ПРОТИВ?

На графике показан уровень антител в крови после ревакцинации с интервалом в 4 недели (значения – произвольные). Вакцина содержит живые ослабленные микроорганизмы.

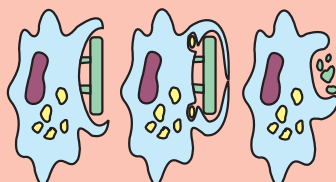
?

1. Сравни уровень антител в крови после двух вакцинаций.
2. Объясни общие этапы образования антител после вакцинации.
3. Вакцинация. За или Против? Сравни вакцинацию с естественным иммунитетом и представь аргументы За и Против вакцинации (иммунизации) населения.



1. Дай определение понятиям: естественный иммунитет, приобретенный иммунитет, антитела.
2. Составь таблицу (схему), содержащую название органов лимфатической системы и их функций.
3. Представь в виде схемы сеть лимфатических сосудов человека. Составь легенду схемы.
4. Представь в виде таблицы отличия между составом циркулирующей лимфы и плазмой крови.

5. Создай мультфильм, который показывает иммунный ответ, осуществленный путем фагоцитоза.
6. Изучи рисунок и назови изображенный процесс. Объясни, как он протекает и какова его роль в организме.



7. Подготовь флешмоб на тему «Коллективный иммунитет» на основе информации, хранящейся в QR-коде 5.3.



26 § ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Гигиена сердечно-сосудистой системы

Сердечно-сосудистые заболевания являются наиболее частой причиной смерти (около 50%). Избегание факторов риска, физическая активность, сбалансированное питание, избегание стрессов – важнейшие аспекты гигиены системы кровообращения.

Системный мониторинг гематологических показателей (гематокрит, лейкоцитарная формула, время свертывания, биохимический анализ крови и др.), механической (артериальное давление, пульс) и электрической (электрокардиограмма) работы сердца, доплеровское ультразвуковое исследование (движение крови в камерах сердца и сосудах) могут предотвратить или обнаружить заболевания на ранней стадии.

К факторам риска заболеваний сердечно-сосудистой системы относятся: биологические (вирусы, бактерии, грибки, которые вызывают воспаление сердечной мышцы, перикарда и эндокарда) и травматические (разрывы кровеносных сосудов и последующее кровотечение) факторы; образ жизни (малоподвижность, злоупотребление табаком и алкоголем, избыточное потребление животных жиров); возраст; пол; загрязнение окружающей среды.

Было установлено что:

- ✓ 87% людей, умерших от сердечных заболеваний, это люди старше 60 лет;
- ✓ После 55 лет риск инсульта увеличивается в 2 раза в течение каждой декады.

Одной из причин увеличения риска сердечно-сосудистых заболеваний с возрастом является рост уровня холестерина в крови. У мужчин этот уровень достигает максимума в возрасте 45–50 лет, а у женщин рост показателя продолжается до 60–65 лет.

Другим фактором риска является снижение эластичности стенок артерий, которая приводит к коронарным заболеваниям.

В предменопаузе у женщин риск сердечно-сосудистых заболеваний ниже чем у мужчин того же возраста, а в период менопаузы показатели сравниваются.

Было установлено, что среди лиц среднего возраста риск коронарных заболеваний у мужчин в 2–5 раз выше, чем у женщин, что объясняется гормональными отличиями.

♦ **Загрязнение окружающей среды** является значительным фактором риска для нормальной деятельности сердечно-сосудистой системы, являясь причиной инсультов, заболеваний сердца, инфарктов. Частое вдыхание взвешенных частиц (смесь мелких твердых частиц и воды) связано с повышением смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 8–18%.

В целях профилактики заболеваний сердечно-сосудистой системы рекомендуются регулярные физические нагрузки, снижение массы тела и потребления жиров и др.

Кровотечение – это потеря крови в результате полного или частичного разрушения кровеносного сосуда. Причины кровотечений могут быть разными: травмы, операции, различные заболевания (язва желудка и пр.). Кровотечения можно классифицировать по типу разорванного сосуда, количеству потерянной крови, месту разреза сосудов и т.д.

Наиболее опасными являются **артериальные кровотечения**, при которых кровь под давлением вытекает ритмично, мощно, что приводит к значительной кровопотере и смерти. Очень редко эти кровотечения останавливаются спонтанно. Цвет крови ярко-красный (благодаря кислороду), а цвет поврежденного сосуда – желтовато-белый, что позволяет точно определить, откуда течет кровь.

Венозные кровотечения менее опасны, потому что давление венозной крови меньше. Цвет крови темно-красный, кровь вытекает волнами, заливая рану. Если разорванный сосуд не очень крупный, кровотечение можно остановить простой повязкой. Поскольку вены идут параллельно артериям, кровотечение может быть смешанным: артериальным и венозным.

Капиллярные кровотечения возникают из-за повреждения капилляров в мышцах, коже и т.д. Это несильное кровотечение, и его обычно легко остановить. Кровь красного цвета (промежуточный цвет между венозной и артериальной кровью, поскольку повреждаются как артериальные, так и венозные капилляры).

В зависимости от количества потерянной крови кровотечения классифицируются как: смертельные (свыше 50% объема крови в организме); крупные (более 20%); средние и незначительные (менее 20% объема крови).

Внешнее кровотечение возникает на поверхности тела и обнаруживается сразу, что позволяет принять меры для ее остановки.

Внутреннее кровотечение происходит в полости тела (череп, грудная полость, брюшная полость) или полостных органах (желудок, кишечник, мочевой пузырь). Они серьезнее внешних, потому что обнаруживаются не сразу, а их диагностика требует клинических и параклинических исследований.

Экстериоризированное кровотечение – кровь просачивается в орган, сообщающийся с внешней средой: носовое кровотечение, кровотечение из уретры и т.д.

Кровотечение можно распознать по местным симптомам (наличие крови) или по общим показателям (выраженная бледность кожи, головокружение, озноб, похолодание конечностей, учащенный, но слабый пульс, низкое артериальное давление, судороги и т.д.).

Кровотечения являются опасными для жизни человека, поэтому при обнаружении, их необходимо немедленно остановить.

ЗАБОЛЕВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ, во всех развитых странах, являются одной из основных причин смерти. Обычно возникают в среднем возрасте, проявляются легкими нарушениями функции сердца и сосудов, которые в дальнейшем могут привести к инфаркту миокарда или инсульту.

♦ **Инфаркт миокарда** – это острое заболевание, при котором возникает один или несколько очагов некроза (мертвой ткани) миокарда в результате нарушения кровообращения в коронарных сосудах сердца. Чаще всего инфаркт происходит в 40–60 лет, но встречается и в более раннем возрасте.

Курение, злоупотребление алкоголем, физическое и умственное истощение, нервозность, отрицательные эмоции являются факторами риска инфаркта миокарда. Первые признаки инфаркта проявляются в виде острой боли в

области сердца (за грудиной), которая отдает в левую руку, и нижнюю челюсть. Кризис длится несколько часов. Существенную роль в диагностике инфаркта играет электрокардиограмма.

При подозрении на инфаркт необходимо:

- ✓ сообщить врачу о возможном инфаркте, так, чтобы больной не слышал этого;
- ✓ устроить больного удобно, обеспечить доступ свежего воздуха;
- ✓ разговаривать с больным спокойно, поддерживать его морально, не давать двигаться;
- ✓ при остановке сердца необходимо провести искусственное дыхание.

♦ **Атеросклероз** – сужение просвета кровеносных сосудов из-за отложений в их стенках жира и клеточных продуктов. В результате снижается количество крови, поступающее в ткани. Факторами риска атеросклероза являются возраст, генетическая предрасположенность, артериальная гипертензия, повышенный уровень холестерина в крови, малоподвижный образ жизни, злоупотребление табаком и алкоголем, избыточный вес, воспалительные процессы, вызванные инфекционными заболеваниями и др.

Атеросклероз является основной причиной высокой заболеваемости и смертности в развитых странах.

♦ **Артериальная гипертензия** – «тихая болезнь», которая на ранних этапах не проявляется тревожными симптомами. Со временем гипертензия поражает сердце, почки, может привести к инсульту. Факторами риска гипертензии являются неправильное питание, избыточный вес, потребление табака и алкоголя и др.

♦ **Анемия** – это снижение количества эритроцитов в крови в результате кровотечения, нарушения процесса образования эритроцитов (заболевания красного костного мозга, недостатка железа и витамина В₁₂ и др.).

Анемия, вызванная потерей крови, сопровождается слабостью, головокружением, жаждой, увеличением сердечного и дыхательного ритма, а в тяжелых случаях – потерей сознания, комой.



1. Перечисли факторы риска сердечно-сосудистой системы.

2. Проанализируй причины и меры предотвращения инфаркта миокарда.

3. Сделай постер, который бы продвигал принципы обеспечения здоровой сердечно-сосудистой системы.

4. Опиши симптомы кровотечения:

- ✓ внешнего;
- ✓ внутреннего;
- ✓ экстериоризированного;
- ✓ артериального;
- ✓ венозного.

5. Организуй флешмоб на тему:

«Гиподинамия – враг сердечно-сосудистой системы человека» на основе информации, содержащейся в QR-коде 5.4.



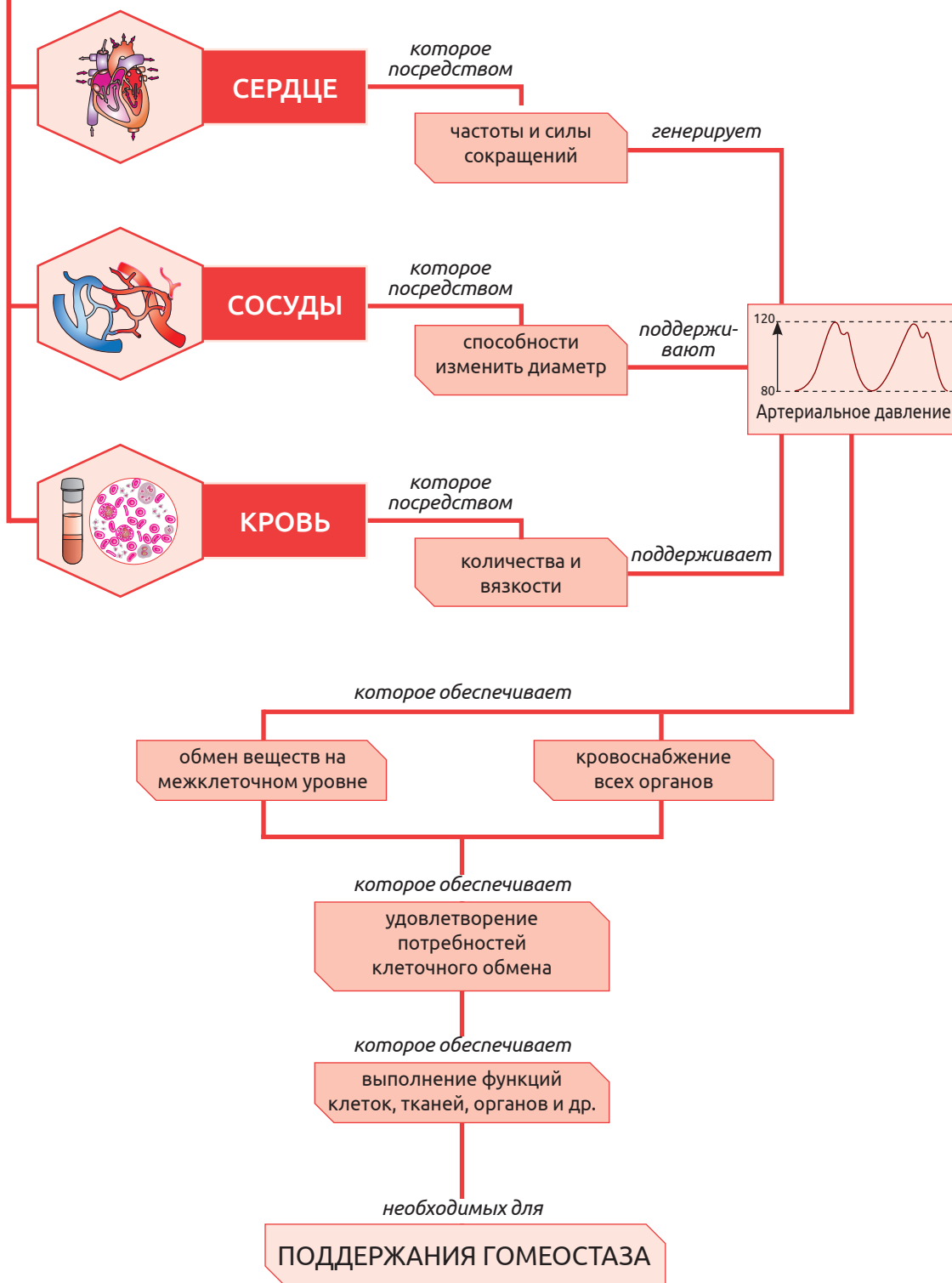
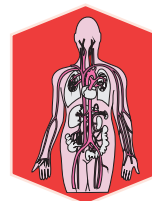
ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ПУЛЬСА

◆ Материалы и оборудование	Тонометр, фонендоскоп, часы с секундомером.
◆ Ход работы	I. Измерение артериального давления. 1. Зафиксируй манжет тонометра выше локтя, а фонендоскоп – в область локтевой ямки. 2. Накачай воздух в манжету с помощью груши до 170–200 мм Hg. 3. Медленно выпускай воздух из манжеты (с помощью клапана) до первого услышанного удара, который соответствует значению систолического давления. 4. Продолжай выпускать воздух до прекращения тонов, которое соответствует нижнему давлению – диастолическому. 5. Измерь давление нескольким ученикам, членам семьи. II. Измерение артериального пульса. 1. Сядь удобно на стул. Расположи предплечье на ровную поверхность, например на стол. 2. Кончиками указательного, среднего и безымянного пальцев найди артерию, проходящую по краю предплечья вблизи от большого пальца. 3. Надави легко на данную зону (при сильном нажатии можно потерять пульс) и посчитай пульс в течение одной минуты.
◆ Оформление результатов	1. Внеси полученные результаты в таблицу. 2. Сформулируй вывод о величине артериального давления и пульса у разных людей и причины его отклонения от нормы (если они были обнаружены).

МЕРЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ВНЕШНИХ КРОВОТЕЧЕНИЯХ

◆ Материалы и оборудование	Жгут, рулон марли или ткани, бумага, ручка или карандаш.
◆ Ход работы	1. Положить пострадавшего горизонтально, голова ниже туловища и конечностей (положение Тренделенбурга) для улучшения кровообращения в головном мозге. 2. Определить тип кровотечения (венозное, артериальное, капиллярное). 3. Временный гемостаз выполняется путем: прямого надавливания на рану, подъема конечности или прижатия крупной артерии к кости, наложения жгута. Жгут – это резиновая лента или трубка, при наложении которой временно прекращается кровообращение. Жгут можно импровизировать, используя пояс, галстук, шарф, шнурок и т.д. 4. Для гемостазу необходимо выполнить следующие процедуры: а. Приложи прямое давление к ране, используя стерильную сухую повязку, и надави рукой (в хирургической перчатке). При отсутствии стерильной повязки на рану можно положить носовой платок, чистую ткань, поверх которой затягивается круговая повязка. ! Не прикасайся к поверхности ткани, которая будет непосредственно контактировать с раной. Не снимай первый слой повязки, чтобы не прервать процесс образования сгустка. б. Подними травмированную конечность, надавливая на рану. Поднятие конечности вместе с надавливанием обычно останавливает сильное кровотечение. Эта процедура применяется, если прямое надавливание не останавливает кровоток в конечности. в. Прижми крупную артерию к поверхности кости с учетом направления кровообращения: над раной в случае артериального кровотечения и под раной в случае венозного кровотечения. г. Налож жгут на главную артерию конечности. ! Не накладывают жгут на предплечье и голень. Снятие жгута осуществляется только в условиях стационара квалифицированным персоналом. Применяется только в крайних случаях и в ситуации, когда кровотечение невозможно остановить другими методами.
◆ Оформление результатов	Объясни последовательность шагов, предпринятых для временной остановки кровотечения.

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

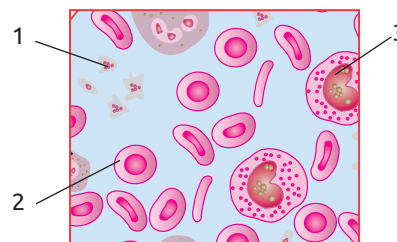


1. Назови функции форменных элементов крови.

2. Перечисли (в порядке увеличения диаметра) сосуды артериальной и венозной системы. Объясни роль перечисленных сосудов в обеспечении транспорта крови.

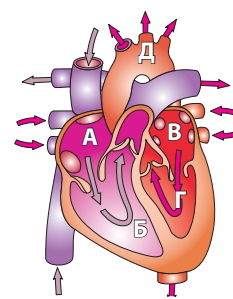
3. Найди на рисунке цифры, соответствующие форменным элементам крови, которые:

- переносят O_2 и CO_2 ;
- обеспечивают свертываемость;
- осуществляют фагоцитоз патогенных микроорганизмов;
- имеют форму двояковогнутого диска, диаметром 7 мкм;
- содержат гемоглобин;
- проникают в лимфатические сосуды и межклеточную жидкость.



4. Изучи внутреннее строение сердца, и назови букву, которой обозначен компонент:

- из которого кровь поступает в легкие;
- который проталкивает кровь в системный круг;
- в который вливается воротная вена;
- составь легенду схемы. Включи в нее артерии, вены, тип крови (артериальная или венозная).



5. Дефект межжелудочковой перегородки – один из наиболее частых врожденных пороков сердца, характеризующийся наличием отверстия в межжелудочковой перегородке. Малыши с таким пороком развития проявляют такие симптомы, как повышенная утомляемость, бледность, дефицит массы тела.

Объясни, почему у пациентов с такой патологией:

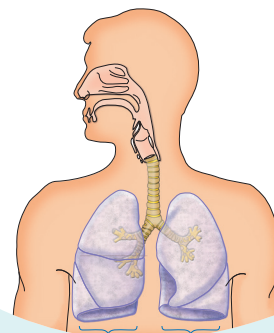
- Кровь, направляемая в легкие богата кислородом;
- Кровь, направляемая в органы бедна кислородом;
- Наблюдается бледность, усталость и дефицит массы тела.

6. На основе рис. 5.8, напиши эссе, которое объясняет причины разного давления крови в разных типах сосудов.

7. Используя информацию из таблицы, рассчитай в процентах рост числа фагоцитов крови при бактериальной инфекции. Объясни этот рост.

	Число форменных элементов на mm^3 крови	
	здоровые люди	люди с бактериальной инфекцией
Эритроциты	5 400 000	5 300 000
Фагоциты	5 400	8 750
Т-лимфоциты	1 000	850

ДЫХАНИЕ У ЧЕЛОВЕКА



- ● **Анатомия дыхательной системы человека**
- ● **Физиология дыхательной системы человека**
- ● **Гигиена, дисфункции и заболевания дыхательной системы**

- **Реальный профиль**
- **Гуманитарный профиль**

Дыхательная система человека состоит из органов, обеспечивающих приток O_2 и удаление CO_2 из организма. В соответствии с выполняемыми функциями органы дыхательной системы делятся на *дыхательные пути и легкие*.

ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПУТИ обеспечивают легочные альвеолы атмосферным воздухом, богатым O_2 и удаляют из низ воздух с высоким содержанием CO_2 . В дыхательных путях, воздух согревается до температуры тела, увлажняется, очищается от пыли, вирусов и бактерий. Органы дыхательных путей выстланы слизистой оболочкой. Они делятся на:

- ✓ **внелегочные** (внешний нос, носовая полость, ротовая полость, глотка, гортань, трахея);
- ✓ **внутрилегочные** (бронхиальное дерево) (рис. 6.1).

◆ **Внешний нос и носовая полость.** Выступающий внешний нос есть только у человека. Это участок, через который дыхательная система сообщается с внешней средой. У человека, в отличие от остальных животных, ноздри направлены вниз. Благодаря этому, вдыхаемый воздух не попадает сразу в глотку, а направляется вверх, к обонятельному эпителию, проходя по длинной траектории, благодаря чему согревается и очищается.

Носовая полость выстлана слизистой оболочкой, состоящей из обонятельного и дыхательного эпителия. Ворсинки дыхательного эпителия и слизь, выделяемая носовыми железами, осаждают пыль, бактерии и другие частицы. Слизь вместе с осажденными частица-

ми удаляется движением ворсинок в сторону ноздрей.

◆ **Ротовая полость** выполняет функцию дыхательного пути, но, в отличие от носовой полости, не обладает структурами для обогрева, увлажнения и очищения воздуха.

◆ **Глотка** – общая часть дыхательной и пищеварительной системы.

◆ **Гортань** трубчатый орган, выполняющий *дыхательную и голосообразовательную* функцию. Внутренняя полость гортани выстлана дыхательным эпителием, который образует две пары горизонтальных складок. Верхние, лишенные мышц, называются ложными связками. Нижние состоят из мышц и являются голосообразовательными. Выдыхаемый воздух, проходя через гортань, вызывает колебание голосовых связок и образование звуков. Между двумя парами складок располагается отверстие – *глотта*. Дыхательный эпителий, выстилающий полость гортани выше голосовых связок, очень чувствительный. Его раздражение при попадании инородных тел вызывает кашель.

В глотке продолжается согрев, увлажнение и очищение воздуха.

◆ Стенки **трахеи** состоят из 16-20 хрящевых полуколец, которые соединены между собой волокнистыми связками. Мембранная часть кольца соприкасается с пищеводом, что позволяет пищеводу расширяться при прохождении пищевого кома.

Слизь, выделяемая внутренним слоем трахеи, осаждают чужеродные частицы и бактерии. При движении ворсинок эпителия слизь продвигается в сторону гортани, откуда она удаляется или проглатывается.

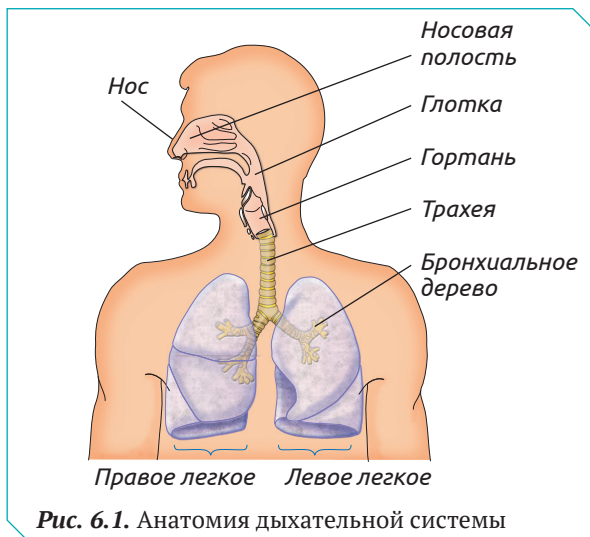


Рис. 6.1. Анатомия дыхательной системы

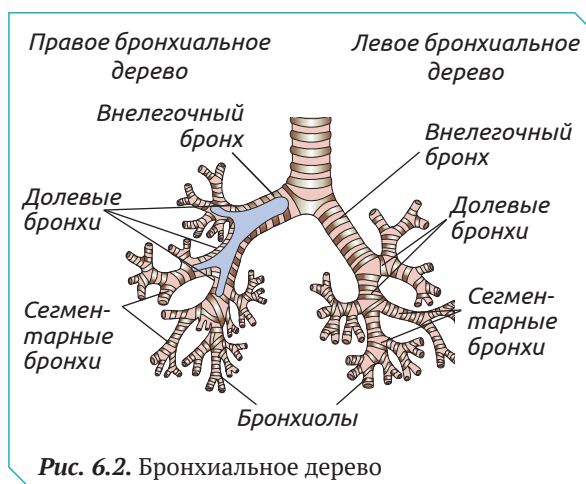


Рис. 6.2. Бронхиальное дерево

♦ **Бронхи.** Трахея образует две ветви: *правый внелегочный бронх*, которое проникает в правое легкое, и *левый внелегочный бронх*, который проникает в левое легкое. Каждый внелегочный бронх разветвляется на долевые и сегментарные бронхи и бронхиолы, образуя *внутрилегочное бронхиальное дерево* (рис. 6.2). Правое и левое дерево отличаются числом разветвлений (табл. 6.1).

ЛЕГКИЕ это парные органы, расположенные в грудной клетке по обе стороны от сердца, в форме конических мешков, расположенных основанием вниз. Объем легких меняется в процессе дыхания.

Легкие покрыты эластичной оболочкой – *плеврой*. Они состоят из легочного паренхима, разделенного на доли. В правом легком три доли (верхняя, средняя и нижняя), а в левом – две (верхняя и нижняя).

Таблица 6.1

Ветви бронхиального дерева

	Левое легкое	Правое легкое
1. Внелегочный бронх	левый	правый
2. Долевые бронхи	2	3
3. Сегментарные бронхи	9	10
4. Бронхиолы	450	509

Доли состоят из сегментов (левое легкое – из 9, правое – из 10), каждый из которых делится на несколько долек. Каждая долька начинается с одной *долевой бронхиолы*, которая ветвится, образуя *дыхательные бронхиолы*. Бронхиолы заканчиваются *легочными альвеолами*.

♦ **Легочная альвеола** – функциональная единица легкого (рис. 6.3) и характеризуется:

- ✓ большой площадью (общая площадь альвеол у человека составляет около 100 м² – площадь теннисного корта, а объем – около 6 л;
- ✓ очень тонкими стенками – около 0,2 мкм;
- ✓ эластичными и прочными стенками (альвеолы подвергаются деформации до 20 000 раз в день).

Легочные альвеолы окружены плотной капиллярной сетью, через которую проходит около 5 л крови/мин.

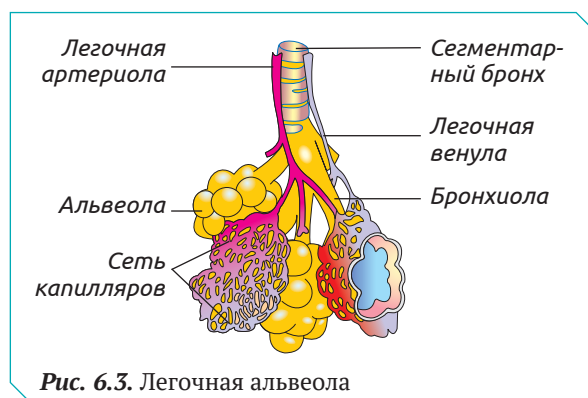


Рис. 6.3. Легочная альвеола

«ЛЕГОЧНЫЙ» ВОЗРАСТ

С возрастом легкие подвергаются изменениям под действием внешних факторов (например, химического состава вдыхаемого воздуха), и образа жизни человека (питания, физической активности и т.д.).

Количество альвеол до 20 лет увеличивается, а затем, с возрастом уменьшается. Альвеолярные стенки становятся менее эластичными из-за потери белка эластина. Физиологический процесс «старения» органов дыхания ускоряется у курильщиков и у людей, которые дышат загрязненным воздухом.

- ?
- Оцени изменения, которые происходят в капиллярной сети при увеличении количества альвеол и при его снижении.
 - Опиши последствия «старения» легких для организма в целом.
 - Объясни, почему воздух, вдыхаемый жителями больших городов, отрицательно действует на органы дыхания.



1. Назови функции дыхательной системы человека.

2. Представь в виде таблицы анатомию дыхательной системы.

3. Представь в виде схемы путь, пройденный воздухом из окружающей среды до альвеол.

4. Назови отличительные свойства альвеол.

5. Объясни защитную роль слизи, покрывающей слизистую оболочку дыхательных путей.

6. Объясни роль дыхательных путей в предотвращении заболеваний дыхательной системы.

7. Опиши структурные отличия между левым и правым легким. Каковы причины данных отличий?

8. Объясни почему древовидная форма легочных бронхов предпочтительнее для обеспечения организма кислородом.

9. Составь диалог между слизистой оболочкой дыхательных путей и табачным дымом.

Основная функция дыхательной системы состоит в обмене O_2 и CO_2 (дыхательных газов) между окружающей средой и внутренней средой организма, который проходит в несколько этапов:

- ✓ легочная вентиляция;
- ✓ обмен O_2 и CO_2 между альвеолами и кровью;
- ✓ транспорт O_2 и CO_2 к тканям;
- ✓ обмен O_2 и CO_2 между кровью и тканями.

Легочная вентиляция представляет собой механический процесс циркуляции воздуха из атмосферы в альвеолы и наоборот, благодаря разнице давления в них. Поскольку атмосферное давление довольно постоянно (760 мм Hg), может меняться только внутрилегочное давление. Это изменение происходит в результате изменения объема грудной клетки, которое вызывает изменение объема легких. Воздух переходит из среды с высоким давлением в среду с низким давлением (рис. 6.4.).

Легочная вентиляция осуществляется ритмичной последовательностью вдоха и выдоха, которые образуют один дыхательный цикл. Количество дыхательных циклов в минуту или частота дыхания зависит от возраста (у новорожденных – 30–45; у детей – 20–30; у взрослых – 12–18), пола (у женщин частота дыхания выше, чем у мужчин: 15–18), физической нагрузки (30–40 при интенсивной нагрузке).

♦ **Вдох** это активный процесс, запускаемый центром вдоха в продолговатом мозге, кото-

рый передает нервные импульсы двигательным нейронам в передних рогах спинного мозга, а затем, через спинномозговые нервы – межреберным мышцам и мышцам диафрагмы.

Мышца диафрагмы, отделяющая грудную полость от брюшной, в покое изогнута выпуклостью в сторону грудной клетки. При сокращении диафрагма уплощается и перемещается в брюшную полость примерно на 1,5–2 см (при нормальном вдохе) или на 7–8 см (при принудительном вдохе).

Вдох происходит из-за сокращения диафрагмы и наружных межреберных мышц, что приводит к увеличению грудного и легочного объема и снижению давления в альвеолах до 756–757 мм Hg. Атмосферный воздух поступает в легкие до тех пор, пока давление альвеолярного и атмосферного воздуха не сравняется. Объем воздуха, при нормальном вдохе и выдохе, называется *дыхательным объемом* ($ДО = 500$ мл).

Принудительный вдох происходит после нормального вдоха в результате сокращения лестничной, грудной, зубчатой, грудино-ключично-сосцевидной, трапециевидной мышц. Легочный объем увеличивается больше, чем в состоянии покоя, что приводит к дальнейшему снижению давления в альвеолах. В легкие входит *резервный объем вдоха* ($РОВд = 3,6$ л).

♦ **Выдох** это процесс удаления воздуха, содержащего CO_2 , из легких в атмосферу.

Таблица 6.2

Расчет легочной емкости

Легочная емкость	Формула расчета
Емкость вдоха (Евд)	$Евд = ДО + РОВд$
Функциональная остаточная емкость (ФОЕ)	$ФОЕ = РОВд + ОО$
Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)	$ЖЕЛ = РОВд + ДО + РОВд$
Общая емкость легких (ОЕЛ)	$ОЕЛ = ЖЕЛ + ОО$

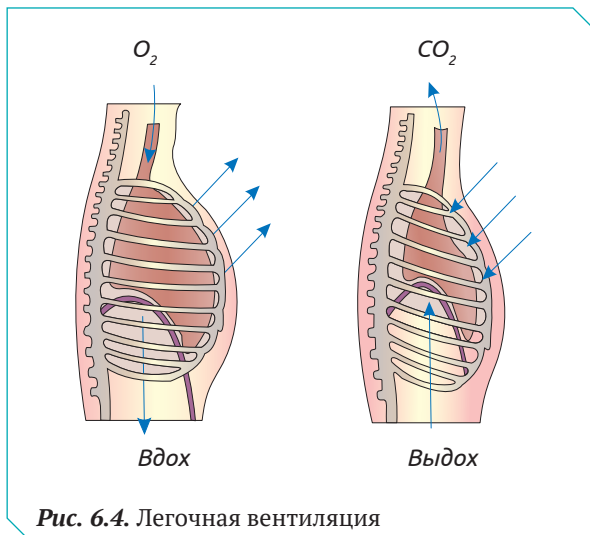


Рис. 6.4. Легочная вентиляция

Выдох – это пассивный процесс вызванный ослаблением внешних межреберных мышц и диафрагмы. Вследствие этого объем легких уменьшается, давление растет (763–764 мм Нг), а воздух выталкивается из легких в атмосферу.

Принудительный выдох – это активный процесс, осуществляемый за счет сокращения выдыхательных мышц (брюшных и внутренних межреберных), что вызывает повышение внутрибрюшного давления, увеличение выпуклости диафрагмы и дальнейшее уменьшение легочного объема. Форсированный выдох, следующий за нормальным выдохом легких, удаляет *резервный объем выдоха* ($РОВ_{\text{вд}} = 1,2 \text{ л}$). В легких после форсированного выдоха остается *остаточный объем* ($ОО = 1,8 \text{ л}$) воздуха, так как объем легких меньше объема грудной клетки.

Исследование легочной вентиляции проводится с помощью *спирометра* – прибора, в который выдыхают после форсированного вдоха. Таким образом, можно определить объемы (*ЖЕЛ, РОВ_д, РОВ_{вд}, ОО*) и емкость легких.

Легочная емкость – это объем легочного воздуха на различных стадиях вентиляции. Его можно определить, вычислив сумму двух или более объемов легких (табл. 6.2).

ОБМЕН ГАЗАМИ (O_2 и CO_2) МЕЖДУ АЛЬВЕОЛАМИ И КРОВЬЮ. Легочная альвеола, окруженная сетью капилляров, является главной единицей газообмена. Удельное давление O_2 и CO_2 в альвеолах ($P_{O_2} = 100$, $P_{CO_2} = 40$) и в капиллярах ($P_{O_2} = 40$, $P_{CO_2} = 45$) отличаются. Эта разница удельного давления обеспечивает диффузию O_2 и CO_2 по градиенту давления.

Кислород из альвеол путем диффузии переходит в кровь через тонкие стенки альвеол и капилляров, а углекислый газ переходит таким же образом из капилляров в альвеолы (рис. 6.5).

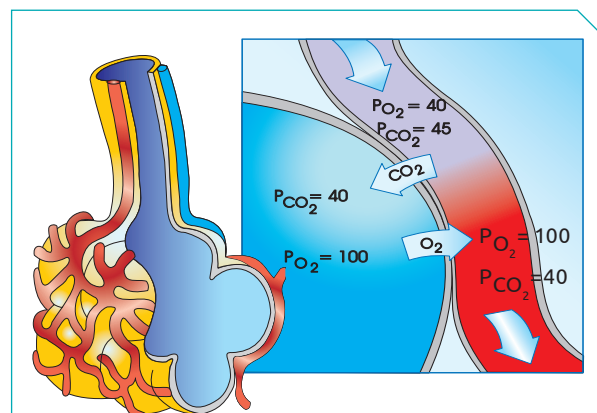
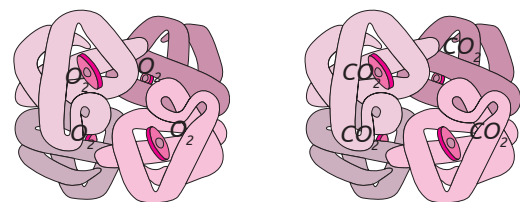


Рис. 6.5. Обмен O_2 и CO_2 между альвеолами и кровью



Оксигемоглобин

Карбоксигемоглобин

Рис. 6.6. Транспорт O_2 и CO_2

ТРАНСПОРТ O_2 и CO_2 . Кислород переносится к тканям как в растворенном виде в плазме крови (около 1%), так и в форме химического соединения с гемоглобином – *оксигемоглобина*. Каждая молекула гемоглобина связывает четыре молекулы кислорода (рис. 6.6).

Углекислый газ переносится в растворенном виде (около 8%) и в виде различных лабильных комплексов, таких как карбонаты (около 70%) и карбоксигемоглобин (около 10%). Каждая молекула гемоглобина связывает также четыре молекулы углекислого газа.

ОБМЕН ГАЗАМИ МЕЖДУ КРОВЬЮ И ТКАНЯМИ происходит постоянно и обеспечивает равновесие обменных реакций в организме. На этом этапе O_2 из артериальной крови переходит в тканевую жидкость, а CO_2 – в обратном направлении. Этот процесс возможен благодаря разнице удельного давления O_2 и CO_2 в крови ($P_O = 100$, $P_{CO} = 40$) и тканевой жидкости ($P_O = 40$, $P_{CO} = 45$). Диссоциация молекулярного кислорода зависит от pH и температуры внутренней среды, давления CO_2 и др.

Оксигемоглобин более лабилен при низком pH и высоких температурах. Так, например, молочная кислота, которая накапливается в мышцах (в результате нагрузки) усиливает выделение кислорода (рис. 6.7).

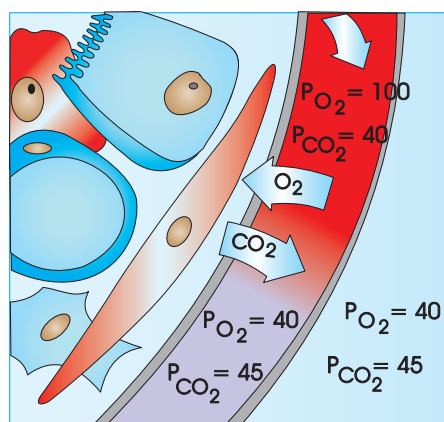


Рис. 6.7. Обмен O_2 и CO_2 между кровью и тканью

СПИРОМЕТРИЧЕСКИЙ ТЕСТ

Спирометрия – это клинический тест, измеряющий количество воздуха, которое человек может вдохнуть или выдохнуть за единицу времени. Тест проводят при помощи специального аппарата – спирометра. С его помощью диагностируют обструктивные и рестриктивные заболевания легких.

Ограничение вентиляции легких у пациентов, страдающих легочными заболеваниями, определяется соотношением FEV_1/FVC выраженным в процентах (FEV_1 от FVC). Соотношение FEV_1/FVC у здоровых взрослых людей составляет 70%–80%, а значения ниже 70% указывают на ограничение легочной вентиляции и возможно, на легочные заболевания.



1. Используя данные таблицы, рассчитай ЖЕЛ; FEV_1/FVC и определи у кого из испытуемых вентиляция легких в норме, а у кого – ограничена.
2. Установи корреляцию между легочной вентиляцией и легочными заболеваниями, на которые они жалуются.
3. Основываясь на данные о легочных объемах, представленных в таблице, опиши предположительно пораженные участки дыхательных путей у больных с астмой и легочной эмфиземой.

Пациент	ЖЕЛ	РОВыд	РОВд	ДО	FVC	FEV_1
Астма	300	750	2700	1200	4800	1500
Емфизема	500	750	2000	2750	3250	1625
Здоровый	500	1500	2000	1000	5000	4000

- * *Примечание:* FVC (форсированная жизненная емкость): максимальный объем воздуха, который может быть выдохнут форсировано.
 FEV_1 объем воздуха, который выдыхается за первую секунду форсированного выдоха, дающий представление о том, насколько быстро могут быть опустошены легкие.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОГО РИТМА

◆ Материалы и оборудование

- ✓ Метровая лента.
- ✓ Часы с секундомером.

◆ Ход работы

1. Измерь окружность грудной клетки одного из одноклассников во время нормального вдоха и выдоха.
2. Сосчитай количество вдохов за одну минуту и рассчитай продолжительность одного дыхательного цикла.
3. Повтори действия, описанные в пунктах 1-2, для глубокого дыхания (очень глубокие вдохи).
4. Испытуемый делает несколько приседаний (или другие упражнения).
5. Снова измерь окружность грудной клетки во время вдоха и выдоха.
6. Повтори измерения для 2-3 учеников с различным уровнем физической подготовки.

◆ Оформление результатов

1. Представь в виде таблицы данные измерений для всех испытуемых.
2. Выведи зависимость размера окружности грудной клетки от этапа легочной вентиляции во время покоя и при физической активности.
3. Сформулируй вывод о роли физической подготовки в обеспечении организма кислородом и удалении углекислого газа.



1. Перечисли этапы легочного дыхания в порядке их прохождения.
2. Опиши сравнительно вдох и выдох.
3. Дай определение известных тебе типов легочных объемов и метод их определения.
4. Дай определение альвеолы в качестве функциональной единицы легких.

5. Приведи сравнительное описание оксигемоглобина и карбоксигемоглобина в связи с условиями их образования и выполняемыми функциями.
6. По значениям давления дыхательных газов определи этап обмена газов и направление их диффузии.
 - а. $P_{O_2} = 40 \rightarrow P_{O_2} = 100$
 $P_{CO_2} = 45 \rightarrow P_{CO_2} = 40$
 - б. $P_{O_2} = 100 \rightarrow P_{O_2} = 40$
 $P_{CO_2} = 40 \rightarrow P_{CO_2} = 45$

7. Объясни, почему невозможна диффузия газов (давления которых приведены ниже) через альвеолярную мембрану. Аргументируй роль удельного давления газов в процессе газообмена в альвеолах.
 $P_{O_2} = 40 \rightarrow P_{O_2} = 40$
 $P_{CO_2} = 45 \rightarrow P_{CO_2} = 45$
8. Организуй дебаты по обсуждению утверждения: «Жить – значит дышать и дышать – значит жить».

Факторами риска заболеваний дыхательной системы, являются метеорологические условия (табл. 6.3), инфекции, холодное или горячее питание, вдыхание холодного воздуха через рот, вещества, раздражающие слизистые оболочки, курение, злоупотребление алкоголем, загрязненный воздух и др.

◆ **Загрязнение атмосферного воздуха** является значительным фактором риска. Воздействие атмосферных загрязнителей (озона, диоксида азота, твердых частиц и диоксида серы) на органы дыхания зависит от типа и состава загрязняющих веществ, их концентрации, продолжительности воздействия и т.д. Симптомы поражения загрязнителями воздуха, включают раздражение дыхательных путей, одышку и риск астматических приступов. Продолжительное воздействие загрязнителей воздуха увеличивает риск заболеваний легких, включая рак.

◆ **Гипоксия** – недостаточное снабжение клеток организма кислородом вследствие:

- ✓ низкого содержания кислорода в воздухе;
- ✓ дисфункций или заболеваний дыхательных органов (осуществляющих обмен газов);
- ✓ дисфункций и заболеваний кровеносной системы (обеспечивающих транспорт газов);

✓ снижения способности тканей потреблять молекулярный кислород.

◆ **Простуда** – наиболее распространенная инфекция дыхательных путей, возникающая при контакте с вирусом гриппа, простуженным человеком, зависящее от возраста (младенцы и маленькие дети простужаются чаще), состояния иммунной системы, сезона. Возбудители простуды попадают в нос и носовые пазухи. Слизистая оболочка выделяет прозрачную слизь в целях защиты. Наиболее частыми симптомами простуды являются чихание, заложенный нос, боль в горле, кашель, слезотечение, головная боль и легкие мышечные боли. Невылеченные простуды могут дать осложнения, такие как пневмония, инфекции уха или носовых пазух, обезвоживание или обострение хронических заболеваний, которые могут привести к воспалению сердца, энцефалиту и т.д.

◆ **Грипп** – эпидемическое вирусное заболевание дыхательных путей. Вирус гриппа (А или В) разжижает слизь дыхательных путей, заражает и разрушает клетки дыхательного эпителия. Болезнь проявляется через 24–48 часов после заражения. У больных наблюдается озноб, высокая температура, мышечные боли.

Таблица 6.3

Заболевания дыхательной системы

Заболевание	Патологические эффекты	Метеорологические условия	Периодические изменения (сезонность)
Простуда	Нарушение механизма терморегуляции и проницаемости капилляров слизистой оболочки дыхательных путей	Очень холодный период, за которым следует резкое потепление	Рост в сентябре-марте; Максимально: февраль-март
Грипп и гриппозное состояние	Вирус гриппа А или В разжижает слизь в дыхательных путях, заражает мерцательные клетки, разрушая их	Относительная влажность: меньше 50% при слабом ветре	Рост в сентябре-марте; Максимально: декабрь-февраль
Воспаление легких	Развитие вирусной и бактериальной инфекции в легочной паренхиме	Резкое потепление во время холодного сезона	Максимально: декабрь-февраль
Бронхит	Воспаление внутренних стенок бронхов, с утолщением слизистого слоя	Туман и загрязнение Резкое похолодание	Максимально: зимой; Минимально: летом
Бронхиальная астма	Кризисы	Резкое похолодание, сопровождаемое падением давления и усилением ветра	Рост: летом Максимально: осенью
Туберкулез	Гемоптизис	Угнетающая жара, вызванная приближением фронта горячего воздуха или холодная и влажная погода	Максимально: март-апрель; Минимально: осенью

Источником инфекции является больной гриппом человек, особенно первые 2–3 дня заболевания. Инфекция передается воздушно-капельным путем во время кашля, чихания или разговора, через предметы обихода (посуда, полотенце, носовой платок и др.).

При тяжелом течении заболевания рекомендуется стационарное лечение в инфекционном отделении. Во время кашля или чихания они должны прикрывать рот и нос, пользоваться строго индивидуальными посудой, бельем и т.д. Ухаживающие за больными гриппом, должны носить маски.

♦ **Ларингит** – это воспаление слизистой оболочки гортани, которое возникает в результате инфекционных заболеваний (респираторные вирусные или бактериальные инфекции, корь, скарлатина), а также в результате вдыхания холодного или загрязненного воздуха через ротовую полость, употребления слишком горячих или холодных продуктов, курения и др.

Симптомами ларингита являются: ощущение сухости и покалывания в горле, боль при глотании, сухой кашель, хрипота, головные боли, незначительное повышение температуры. У детей протекает острее из-за анатомических особенностей строения гортани и сниженной способности удаления секретов через кашель. Острый ларингит чаще всего наблюдается у детей в возрасте 1–6 лет.

Больному назначается амбулаторный или постельный режим. Запрещается курение, прием алкоголя и острых блюд. В течение 5–12 дней соблюдается режим «молчания», исключается контакт с раздражающими веществами, соблюдается режим влажности.

♦ **Воспаление легких** – это воспаление легочной паренхимы, которое происходит в результате вирусных и бактериальных инфекций, действия токсичных газов. Течение болезни осложняется колебаниями температуры, переохлаждением, острым воспалением верхних дыхательных путей, авитаминозом, сердечной недостаточностью и др.

Лечение включает прием антибиотиков, отхаркивающих средств, потребление жидкости (чай, соки) до 1,5–2 литра в день, кислородных ингаляций, выполнение гимнастических упражнений для облегчения дыхания, сбалансированное питание и др.

Профилактика воспаления легких заключается в соблюдении рационального трудового и пищевого режима, регулярных занятиях спортом, закаливании и своевременном лечении заболеваний верхних дыхательных путей.

♦ **Бронхит** это воспаление внутренних стенок бронхов и увеличение слизистого слоя. Протекает в острой или хронической форме. Вызывается бактериальными или вирусными инфекциями и появляется у людей с различными очагами носоглоточного воспаления. Основные симптомы: слабость, депрессия, головные боли, боли в области груди и горла, приступы кашля – в начале сухого, а затем мокрого с гнойными выделениями, температура (до 38 °C). Острый бронхит длится 3–4 и заканчивается обычно полным выздоровлением, но может перейти и в хроническую форму. Лечение бронхита нацелено на удаление очагов воспаления и инфекции. Лекарства назначаются индивидуально. Рекомендуется избыточное употребление теплых напитков (травяных чаев, молока с содой или минеральной воды), ингаляции и др.

Профилактика бронхита предусматривает своевременное лечение острых респираторных заболеваний, гриппа, закаливание, занятия спортом и т.д.

♦ **Туберкулез** легких – инфекционное заболевание, вызванное туберкулезной палочкой. Заражение происходит воздушно-капельным путем, при вдыхании зараженных частиц пыли, через продукты питания, особенно при употреблении молока больных животных, через зараженное постельное белье, посуду и др.

Профилактика туберкулеза предусматривает соблюдение общих правил личной гигиены, вакцинацию и др.

 1. Назови факторы риска и заболевания дыхательной системы. 2. Найди отличие между гриппом и воспалением легких (возбудители, проявления) и опиши меры профилактики и способы лечения.	3. Объясни роль физических упражнений, правильного пищевого режима для профилактики респираторных заболеваний. 4. Разработай и предложи руководству лица проект, который предусматривает меры по профилактике респираторных заболеваний.	5. Организуй флешмоб с тематикой «Туберкулез – опасность для дыхательной системы человека» на основе информации, хранящейся в QR-коде 6.1. 
--	---	---

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

Основная функция дыхательной системы человека – это обмен O_2 и CO_2 (дыхательные газы) между внешней средой (атмосферой) и внутренней средой организма.

ОРГАНЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

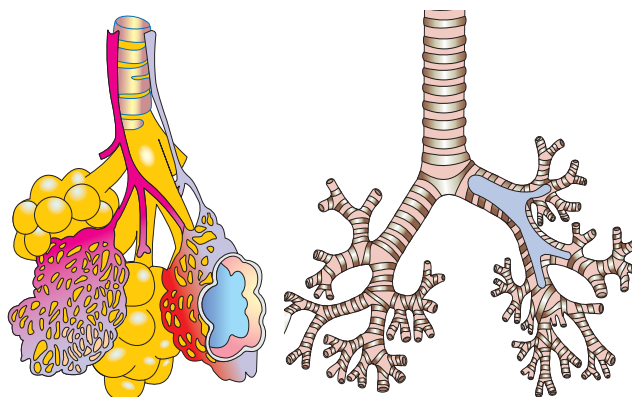
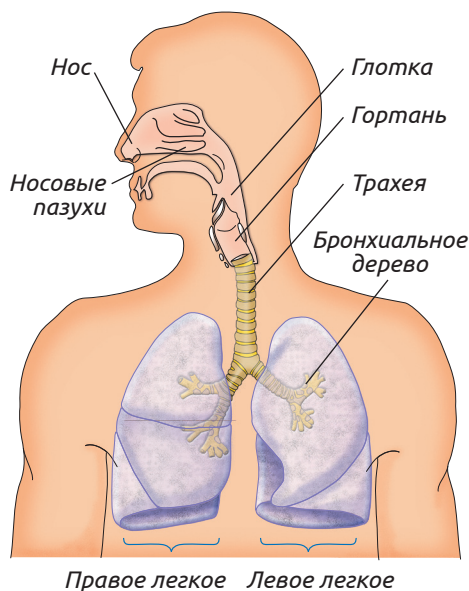
Дыхательные пути

- ✓ нос
- ✓ носовая полость
- ✓ гортань
- ✓ глотка
- ✓ трахея
- ✓ бронхиальное дерево

Альвеолы

(структурно-функциональная единица легких)

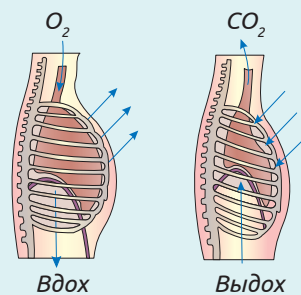
Легкие	Левое	Правое
Бронхиальное дерево	1	1
1. Внелегочный бронх	1	1
2. Долевые бронхи	2	3
3. Сегментарные бронхи	9	10
4. Концевые бронхиолы	450	509



ЭТАПЫ ОБМЕНА ДЫХАТЕЛЬНЫМИ ГАЗАМИ

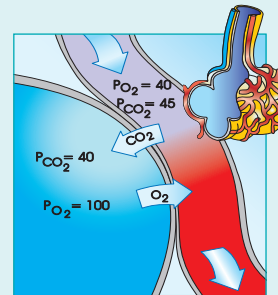
ЛЕГОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Поток атмосферного воздуха в альвеолы и воздуха, содержащего CO_2 из альвеол во внешнюю среду.



ЛЕГОЧНЫЙ ЭТАП

O_2 из альвеолярного воздуха диффундирует в кровь, а CO_2 – из крови в альвеолы. Диффузия происходит по градиенту давления.



ТРАНСПОРТНЫЙ ЭТАП

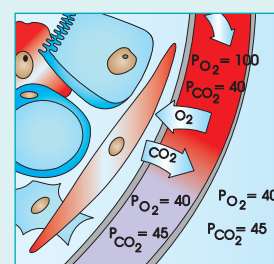
O_2 переносится к тканям как растворенный в плазме крови (около 1%), так и в форме химического соединения с гемоглобином.

CO_2 циркулирует в растворенном виде (около 8%), в форме неустойчивых химических соединений (бикарбонатов – около 70%), и карбогемоглобина – около 10%.

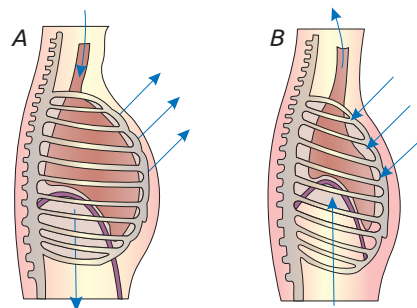


ТКАНЕВЫЙ ЭТАП

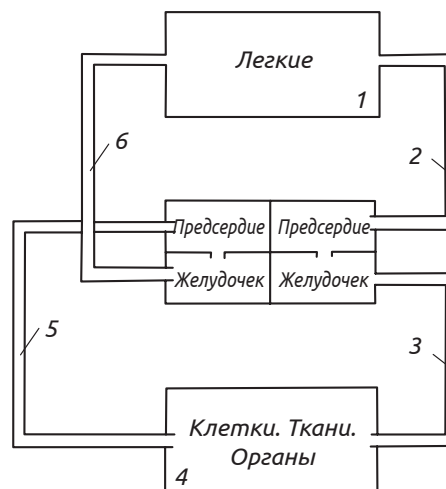
O_2 из крови диффундирует в межклеточную жидкость, а CO_2 – из межклеточной жидкости в кровь. Диффузия происходит по градиенту давления.



1. Перечисли органы, которые образуют внелегочные и внутрилегочные дыхательные пути.
2. Объясни роль слизистого вещества, выделяемого эпителием трахеи, в процессе очищения вдыхаемого воздуха.
3. Укажи особенности строения альвеол, которые обеспечивают газообмен.
4. Объясни дыхательную и голосообразовательную роль гортани. Объясни роль направленной вниз носовой полости у человека в профилактике заболеваний дыхательной системы.
5. Нарисуй легкие человека, составь и заполни легенду рисунка, обрати внимание на структурные различия левого и правого легкого.



6. Определи на схеме этапы дыхательного цикла и назови два фактора, которые обеспечивают протекание этих этапов. Заполни легенду схемы.



7. Назови описанный кровеносный сосуд и цифру, которой он обозначен на схеме:
 - ✓ сосуд, по которому кровь движется от сердца к органам;
 - ✓ сосуд, через стенки которого происходит обмен веществ между кровью и тканевой жидкостью;
 - ✓ сосуд, по которому кровь движется от органов к сердцу;
 - ✓ сосуд, по которому кровь из правого желудочка направляется в малый круг кровообращения;
 - ✓ сосуд, по которому кровь попадает в левое предсердие;
 - ✓ сосуд, по которому кровь из левого желудочка направляется в большой круг кровообращения;
 - ✓ сосуд, по которому кровь попадает в правое предсердие.

8. Используя информацию из таблицы:
 - ✓ Уточни заболевание дыхательной системы которое нарушает транспорт O_2 и CO_2 в сторону дыхательной поверхности легких.
 - ✓ Аргументируй свой выбор.

Заболевание	Характеристика
Острый бронхит	Воспаление внутренних стенок бронхов, увеличение слизистого слоя
Легочная эмфизема	Прогрессивное поражение стенок альвеол
Воспаление легких	Воспаление легочной паренхимы

ПИТАНИЕ И ПИЩЕВАРЕНИЕ У ЧЕЛОВЕКА



- Пищевые продукты и их значение для человека
- Пищеварительная система человека
- Физиология пищеварительной системы человека
- Гигиена, дисфункции и заболевания пищеварительной системы
- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль

30 ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ – вещества пищи – в организме человека подвергаются механическим и ферментативным изменениям с выделением энергии, необходимой для функциональной активности, превращаясь в *простые органические вещества*, которые используются в процессах синтеза собственных органических соединений.

Пищевые продукты обеспечивают организм необходимыми питательными веществами: *органическими веществами* (углеводами, белками, жирами, витаминами и т.д.), *минералами* и *водой*. Ни один продукт не содержит все питательные вещества в пропорциях, полностью отвечающих потребностям человека. Поэтому необходимо употреблять разнообразные продукты.

♦ **Углеводы**, которые поступают с пищей, бывают двух типов, *простые* и *сложные*, и выполняют две основные функции – *энергетическую* и *структурную*. Углеводы являются самым доступным источником энергии, обеспечивая 50–55% ее потребления. Углеводы входят в состав биологических мембран, клеточных структур, тканей, гормонов, ферментов и антител и т.д.

Простые углеводы включают *моносахариды* – глюкоза, фруктоза, галактоза и *дисахариды* – сахароза, лактоза, мальтоза. Это «быстрые», углеводы, которые быстро всасываются в кровь и стимулируют секрецию инсулина (кроме фруктозы).

Глюкоза содержится в вареном картофеле, кукурузе, хлебобулочных изделиях и др. В составе крахмала глюкозы около 70%. Глюкоза – главный источник энергии и основной компонент гликогена.

Фруктоза содержится в мёде и фруктах. Всасывается в кровь так же быстро, как глюкоза, но

не стимулирует секрецию инсулина, так как используется только частично, а остальное запасается в виде гликогена.

Сахароза содержится в овощах и фруктах, производится из сахарной свеклы и сахарного тростника (сахар). Используется для приготовления различных блюд.

Лактоза содержится в молоке и молочных продуктах, а мальтоза – в злаках и пиве.

Сложные углеводы (*полисахариды*) представлены в основном крахмалом и гликогеном. Они называют «медленными», так как сначала расщепляются ферментами. Постепенное высвобождение глюкозы из полисахаридов способствует замедленному синтезу инсулина.

Крахмал содержится в большом количестве в бобовых, картофеле и некоторых фруктах (бананах), являясь важным источником питательных веществ для организма.

Гликоген присутствует в продуктах животного происхождения.

Целлюлоза, *пектиновые вещества*, *лигнин* и др. (пищевые волокна) – особая категория полисахаридов, которые не перевариваются, но играют важную роль в работе пищеварительного тракта. Они присутствуют в растительных продуктах как часть клеточной стенки.

♦ **Жиры** содержатся в продуктах животного и растительного происхождения. В организме играют следующие роли:

✓ *структурную* – являются основным компонентом мембран (фосфолипиды);

✓ *функциональную* – необходимы для распространения нервных импульсов и усвоения питательных веществ;

✓ *энергетическую* – в процессе их расщепления высвобождается энергия.

Таблица 7.1

Пищевые продукты – источники липидов

Тип липидов	Пищевой продукт
Триглицериды	Масло сливочное, маргарин, продукты из цельного молока, мясо, некоторые виды рыбы.
Насыщенные жирные кислоты	Масло сливочное, животные жиры, кокосовое масло, масло какао.
Мононенасыщенные жирные кислоты	Арахисовое, оливковое, ореховое масло, масло авокадо.
Полиненасыщенные жирные кислоты	Полиненасыщенные растительные масла
Незаменимые жирные кислоты	Семена льна и рапса, пшеничные проростки, соевое, подсолнечное, кукурузное масло, скумбрия, лосось, сардина.
Холестерин	Желток, печень, почки, мозг, икра, сливочное масло, молоко, творог, мясо, некоторые морепродукты, некоторые виды рыбы.

Человеку необходимы триглицериды, фосфолипиды, холестерин, стеролы.

Жирные кислоты, входящие в состав липидов, делятся на *незаменимые*, которые не могут быть синтезированы в организме человека, и *заменимые*.

В зависимости от наличия двойных связей жирные кислоты могут быть *насыщенными* и *ненасыщенными* (табл. 7.1).

♦ **Белки** незаменимы в рационе человека. Они играют следующие роли:

✓ структурную – необходимы для роста и восстановления тканей;

Таблица 7.2

Аминокислоты

Незаменимые аминокислоты	Заменимые аминокислоты
Триптофан	Аланин
Изолейцин	Аргинин
Лейцин	Аспарагиновая кислота
Валин	Аспарагин
Гистидин	Цистеин
Лизин	Глутаминовая кислота
Метионин	Глутамин
Треонин	Глицин
Фенилаланин	Пролин
	Серин
	Тирозин

✓ функциональную – ферменты, антитела и некоторые гормоны имеют белковую природу;

✓ энергетическую – при их расщеплении производится энергия.

Таблица 7.3

Классификация пищевых продуктов в зависимости от биологической ценности белков

Продукты, содержащие полноценный белок	Продукты, содержащие неполноценный белок
Яйца	Злаки
Рыба	Мука пшеничная
Мясо куриное	Мука кукурузная
Мясо индейки	Рис
Мясо утки	Кукуруза
Говядина	Спагетти
Свинина	Хлеб
Мясо овечье	Брокколи
Сыр	Картофель
Молоко	Арахис
Йогурт	
Соя	

Белки состоят примерно из 20 аминокислот, из которых 9 являются незаменимыми (которые не могут быть синтезированы в организме), а 11 заменимыми (табл. 7.2).

Биологическая ценность белков зависит от содержания незаменимых аминокислот. Только полноценные белки обеспечивают организм незаменимыми аминокислотами. Пищевые продукты отличаются по содержанию полноценных белков (табл. 7.3).

♦ **Витамины** – органические вещества, выполняющие ряд метаболических функций:

✓ повышают иммунитет;

✓ участвуют в реакциях обмена белков, углеводов, жиров;

✓ принимают участие в процессах синтеза нуклеиновых кислот, ферментов и т.д.;

✓ обладают антиоксидантным действием;

✓ предотвращают образование атером на поверхности кровеносных сосудов.

Человек получает витамины из пищи, а некоторые синтезируются кишечником и бактериями, которые населяют толстую кишку. Основным источником витаминов являются растительные продукты, в которых могут находиться в активной или в пассивной форме – провитамины, из которых синтезируются собственные витамины.

Витамины подразделяются на жирорастворимые (А, D, Е, К) и водорастворимые (С, Н, Р, группа В) (табл. 7.4).

♦ **Минералы** – неорганические питательные вещества, необходимые для выполнения жизненно важных функций. К этой категории питательных веществ относятся:

✓ магний, сера, калий, кальций, натрий, хлор и фосфор (*макроминералы*).

✓ марганец, цинк, молибден, медь, никель, кремний, ванадий, селен и кобальт (*микроминералы*).

Каждый минерал играет определенную роль в обменных процессах. Например, цинк (Zn) стимулирует иммунную систему, функцию мозга и улучшает здоровье сердечно-сосудистой си-

Таблица 7.4

Источники витаминов

Витамины	Пищевые продукты
Жирорастворимые	Морковь, перец, свекла, шпинат, красная капуста, помидоры, масличные культуры.
	Масло сливочное, творог, молоко, молочные продукты, яичный желток.
Водорастворимые	Зерновые хлопья, цельные зерна, цельный рис.
	Яйца, молочные продукты.

стемы. Магний (Mg) участвует в синтезе ДНК и белков, входит в состав костей и необходим для деятельности нервной и мышечной системы. Калий (K) регулирует кровяное давление. Селен (Se) обладает антиоксидантными свойствами, снижает вероятность возникновения рака простаты, полезен при астме, артрите и бесплодии.

Классификация пищевых продуктов проводится в зависимости от происхождения, питательных свойств и их роли в организме.

♦ **В зависимости от происхождения** пищевые продукты делятся на:

✓ **растительные** – органы растений, в которых накапливаются углеводы, белки, липиды (семена, корни, стебли, плоды). В качестве источников витаминов и минералов используются и листья, соцветия и т.д. Около 2000 видов растений, выращиваются для употребления в качестве пищевых продуктов (фрукты, овощи, злаки и т.д.).

✓ **животные** – мясо птицы, свинина, говядина, кролик, рыба и т.д., а также продукты животного происхождения, такие как яйца, молоко, мед. Их употребляют после термической обработки. Азиатские народы употребляют сырую рыбу («суши»);

✓ **минеральные** – вода и соль. Вода является важным продуктом и может потребляться в своем естественном состоянии (родниковая, колодезная вода) так и в очищенном (в специальных установках). Поваренная соль используется при приготовлении большинства блюд.

♦ **В зависимости от питательных свойств**, пищевые продукты делятся на шесть групп.

1. Молоко и молочные продукты – высокое содержание белка, богаты кальцием, витаминами A, B₂, B₁₂.
2. Мясо, рыба, яйца – богаты белком, железом, витамином B и в некоторых случаях витамином A.
3. Масло, маргарин, сливки, масла – являются источниками липидов, витаминов A и E.
4. Злаки – богаты углеводами, клетчаткой, полезными жирами, витаминами, минералами, растительными ферментами, гормонами и фитохимическими веществами.
5. Фрукты и овощи – содержат воду, минеральные соли, витамины, углеводы (от 5 до 20%), целлюлозу.
6. Сахар, мед, шоколад, кондитерские изделия, сиропы, фруктовые соки и т.д. – источники «быстрых» углеводов.

♦ В соответствии с **выполняемыми функциями** продукты делятся на:

✓ **структурные** – богатые белками (группы I, II), которые обеспечивают организм питатель-

ными веществами, необходимыми для роста, развития и восстановления тканей.

✓ **функциональные продукты** (группа V) – которые обеспечивают функции организма.

✓ **энергетические продукты** – которые снабжают организм глюкозой – «топливом» (группы III, IV и VI).

Не являются пищевыми продуктами: корма (предназначенные для животных); живые животные или забитые без соблюдения норм; растения до сбора; лекарственные средства; косметика; табачные изделия; наркотики, психотропные вещества; отходы или загрязненные продукты.

Питание это процесс получения питательных веществ, необходимых для осуществления жизнедеятельности. Это часть образа жизни, наравне с физической активностью, психическим здоровьем и сном.

Питание – это необходимость, но и удовольствие. Эффект удовольствия или отталкивания может действовать как стимул для приема или избегания пищи. Человек ест, когда голоден или для хорошего самочувствия.

♦ **Правильное питание** обеспечивает баланс между потреблением пищи и расходом энергии. Потребность в калориях зависит от возраста, пола, веса, физической активности.

К принципам здорового питания относятся:

✓ избегание любого избытка;

✓ разнообразие продуктов, для обеспечения необходимыми питательными веществами, исключения дефицита веществ или накопления вредных компонентов;

✓ качество и оптимальное соотношение питательных веществ, которые обеспечивают жизнедеятельность и поддержание веса;

✓ количество пищи, адаптированное к обменным процессам и энергопотреблению;

✓ потребление продуктов из разных пищевых групп в оптимальных количествах и пропорциях;

✓ выбор продуктов питания с наилучшими питательными качествами.

Некоторые продукты необходимо употреблять ежедневно: продукты из цельного зерна, овощи и фрукты, молоко, йогурт, творог. Они обеспечивают стабильный уровень энергии и способствуют нормальному функционированию нейронов.

Белое мясо, рыбу, яйца следует употреблять несколько раз в неделю, а красное мясо, сладости – несколько раз в месяц. Рекомендуется избегать чрезмерного употребления сладостей (шоколада, кремов), фастфуда, калорийных закусок и подслащенных напитков.

♦ **Эффект несбалансированного питания** связан с четырьмя факторами риска, которые способствуют увеличению смертности во всем

мире: высокое кровяное давление, высокое содержание глюкозы и холестерина в крови, избыточный вес и ожирение.

Недостаточное потребление фруктов и овощей приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям и некоторым видам рака. Избыток соли и насыщенных жиров приводит к повышению артериального давления и сердечно-сосудистым заболеваниям.

Общее состояние организма во многом зависит от качества пищи. Люди, которые потребляют мало цветных овощей и фруктов, но злоупотребляют продуктами из белой муки, рафинированного сахара и белого риса, обычно бледные, имеют нездоровый вид. Диета с низким содержанием белка, витаминов и минералов может привести к хронической усталости. Недостаток омега-3 жирных кислот вызывает проблемы с памятью и вниманием.

Отсутствие аппетита может быть признаком обезвоживания или медленного обмена. Режим питания является стимулом для здорового аппетита и гарантией здоровья.

♦ **Гликемический индекс пищевых продуктов** определяется количеством и типом углеводов, которые напрямую влияют на уровень глюкозы в крови. Простые углеводы и рафинированные полисахариды, например, из белого хлеба, приводят к быстрому повышению уровня глюкозы в крови, что вызывает увеличение секреции инсулина. В результате уровень глюкозы в крови падает, возникает гипогликемия и чувство голода. Уровень сахара в крови влияет на мозговые процессы, вызывает смену настроения и депрессии.

Свойство продуктов увеличивать количество глюкозы в крови и запускать механизмы регуляции характеризуется гликемическим индексом (ГИ). Белый хлеб и глюкоза используются в качестве стандарта (ГИ 100%) для количественного определения ГИ.

ГИ продуктов может быть *высоким* (> 70), *средним* (55–70) и *низким* (<55) (табл. 7.5).

Продукты с низким гликемическим индексом содержат сложные углеводы, которые труднее усваиваются. Они не вызывают значительных изменений концентрации глюкозы в крови, дают более продолжительное ощущение сытости, сдерживают чувство голода, положительно влияют на уровень «хорошего» холестерина.

ГИ пищи также зависит от содержания белка, липидов и пищевых волокон, наличия трудно усваиваемого крахмала, размера частиц крахмала, содержания воды в пище, способа приготовления пищи, смеси продуктов и т.д.

Значение ГИ продуктов может быть разным в различных комбинациях. Диета с высоким содержанием жиров снижает ГИ продуктов с высоким индексом. Быстрые углеводы, потребленные в конце трапезы, усваиваются как медленные углеводы.

Таблица 7.5

Гликемический индекс пищевых продуктов

ГИ	Пищевые продукты
Высокий (> 70)	Глюкоза, мед, кукурузные хлопья, белый хлеб, хлеб из непросеянной муки, жаренный картофель или картофельное пюре, печенье, бананы, рис, морковь.
Средний (55-70)	Печеный или вареный картофель, фруктовые соки, компоты, ананасы, макароны.
Низкий (< 55)	Персики, яблоки, апельсины, молоко, йогурт, фасоль, арахис, соя, зеленые овощи, зеленый или сушеный горох, грибы, виноград, апельсины, грейпфрут, овощные соки.



1. Приведи определения:

- ✓ пищевой продукт;
- ✓ питание;
- ✓ питательное вещество.

2. Назови 2–3 негативных последствия диеты богатой:

- ✓ жирами;
- ✓ быстрыми углеводами;
- ✓ неполноценным белком.

3. Представь в виде схемы классификацию пищевых продуктов по критериям, описанным в данном параграфе.

4. Объясни разницу между:

- ✓ витамином А и провитамином А;
- ✓ заменимой и незаменимой аминокислотой;
- ✓ заменимой и незаменимой жирной кислотой.

5. Сделай презентацию РРТ с темой «Влияет ли диета на акне?» на основе информации, хранящейся в QR-коде 7.1.



6. Подготовь:

- ✓ Инструкцию «Едим, чтобы жить»;
- ✓ Постер на тему «Мы то, что едим»;
- ✓ Репортаж с эпиграфом «Врачи работают, чтобы сохранить наше здоровье, а повара – чтобы разрушить его. В большинстве случаев последние более успешны». Д. Дидро.

§ 31 ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

Пищеварительная система – это комплекс органов, которые обеспечивают переваривание пищи, всасывание питательных веществ и удаление непереваренных остатков. Состоит из трех частей: *ротовой полости, пищеварительного канала и придаточных желез* (рис. 7.1).

Ротовая полость сообщается с окружающей средой через рот, и с глоткой через ротоглоточное отверстие. В ротовой полости находятся зубы (пассивные органы) и язык, который вместе с жевательными мышцами образует жевательный аппарат (активные органы).

Ротовая полость осуществляет:

- ✓ механическое пищеварение: поглощение, измельчение и увлажнение пищи слюной;
- ✓ транспорт (глотание) пищевого кома при помощи языка и мышц глотки и пищевода;
- ✓ химическое пищеварение – углеводы расщепляются под действием ферментов слюны;
- ✓ дыхательную функцию (через нее воздух попадает в глотку, затем в гортань), голосообразование (движения языка участвует в формировании звуков) и вкусовую функцию.

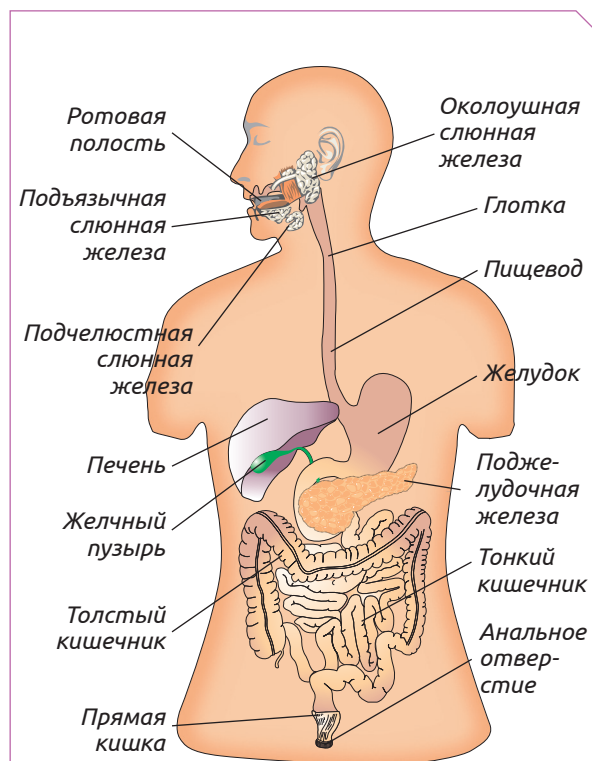


Рис. 7.1. Пищеварительная система человека

◆ **Зубы** образуют *зубной аппарат*, который бывает двух типов: *временный* (молочные зубы) и *постоянный*. В зависимости от формы, количества корней и функций зубы делятся на: резцы (I), клыки (C), малые коренные (PM) и большие коренные (M). Количество и расположение зубов выражается зубной формулой (для $\frac{1}{2}$ челюсти): для постоянных зубов $I = 2/2$; $C = 1/1$; $PM = 2/2$; $M = 3/3$ и для молочных зубов $I = 2/2$; $C = 1/1$; $PM = 2/2$; $M = 0/0$.

Пищеварительный канал имеет в длину около 8–10 м, который начинается ротовым отверстием и заканчивается анальным. Состоит из: *глотки, пищевода, желудка, тонкого и толстого кишечника* (рис. 7.1).

Просвет пищеварительного тракта выстлан слизистой оболочкой, образованной из эпителиальной ткани, в которой расположены клеточные железы и соединительная ткань (хорион), содержащая нервы, кровеносные сосуды, лимфоидные элементы и гладкомышечные волокна. Слизистая оболочка выполняет следующие функции:

- ✓ **пищеварение**: ферменты, выделяемые эпителиальными клетками, расщепляют белки, липиды и углеводы из пищевых продуктов;
- ✓ **всасывание**: эпителиальные клетки всасывают простые питательные вещества, полученные в результате расщепления;
- ✓ **защита**: слизистая оболочка обладает избирательной проницаемостью, благодаря чему токсичные вещества не попадают в кровь и лимфу.

◆ **Глотка** – участок пищеварительного канала, где пересекаются пищеварительная и дыхательная системы. Нижняя часть глотки расположена за гортанью.

◆ **Пищевод** – трубка длиной 25–30 см, которая соединяет глотку с желудком через *кардиальное отверстие*.

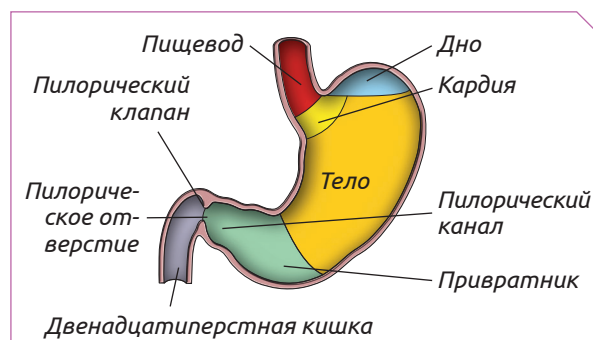


Рис. 7.2. Строение желудка

♦ **Желудок** находится в брюшной полости, под диафрагмой. Имеет вид полого мышечного мешка длиной около 25 см. Может вмещать около 3 литров пищи. Когда желудок пуст, его стенки складываются наподобие мехов аккордеона. По мере его наполнения происходит разглаживание складок. Желудочное пищеварение в норме длится 2 часа, а в случае обильной трапезы – 4–6 часов (рис. 7.2).

♦ **Тонкий кишечник** – самый длинный отдел пищеварительного канала. Начинается от пилорического отверстия, снабженного пилорическим клапаном, который предотвращает возврат пищи в желудок. Состоит из двенадцатиперстной и мезентериальной кишок. Последняя состоит из тощей и подвздошной кишок.

Двенадцатиперстная кишка человека, длиной 25–30 см, имеет форму подковы, в изгибе которой находится головка поджелудочной железы. С внутренней стороны расположены большой и малый сосочки, через которые вливаются поджелудочный сок и желчь.

Тощая и подвздошная кишки, длиной 4 м, образующие 14–16 петель, прикреплены к задней стенке брюшной полости при помощи брыжейки, которая придает им некоторую подвижность. Соединяются с толстым кишечником через илеоцекальное отверстие, снабженное илеоцекальным клапаном.

♦ **Толстый кишечник**, длиной до 1,7 м, делится на слепую, ободочную и прямую кишки.

Слепая кишка, длиной 7 см, имеет форму мешочного дна, с червеобразным отростком (аппендиксом) – рудиментом длиной 6–8 см.

Ободочная кишка берет начало от илеоцекального отверстия. Она включает четыре части: восходящую, поперечную, нисходящую и сигмовидную ободочные кишки.

Прямая кишка является конечным участком пищеварительного канала.

Анальное отверстие снабжено гладкомышечным внутренним сфинктером и внешним сфинктером из поперечно-полосатых волокон.

Экзокринные железы пищеварительной системы: слюнные и пищеварительные железы слизистых оболочек и придаточные железы. В зависимости от строения бывают трех типов: *одноклеточные, трубчатые и комплексные*.

В день они выделяют около 9 литров пищеварительных соков, которые обеспечивают смачивание и химическое пищеварение. Пищеварительные соки содержат минеральные вещества (вода и минеральные соли) и органические вещества (ферменты, муцин и др.).

Вода является структурным компонентом пищеварительных соков. Она обеспечивает смачивание пищи и участвует в реакциях гидролиза.

Ферменты являются функциональными компонентами пищеварительных соков. Они катализируют реакции расщепления полимерных органических веществ. Ферменты – вещества белковой природы. Они принадлежат к классу гидролиз (протеолитические, липолитические и гликолитические ферменты), катализируют реакции расщепления полимеров с присоединением молекул воды.

Одноклеточные железы расположены в слизистой оболочке пищеварительного канала, специализированы для производства минеральных веществ и слизи (рис. 7.3).

Трубчатые железы образуются путем выпячивания слизистой оболочки пищеварительного канала. Типичны для желудка, тонкого и толстого кишечника. Секрет трубчатых желез различается на разных участках. Например, пилорические железы желудка секретируют только муцин, а железы дна желудка секретируют три основных компонента желудочного сока: соляную кислоту, муцин и ферменты. К комплексным (ацинусным) железам относятся слюнные железы и поджелудочная железа, которые сообщаются с пищеварительным каналом через протоки. Эти железы состоят из системы канальцев, на конце которых располагаются пузырьки, состоящие из секреторных клеток (секреторные ацинусы).

Слюнные железы бывают двух типов: мелкими – в толще слизистой ротовой полости и языка, и крупные – околоушные, подчелюстные и подъязычные (рис. 7.3).

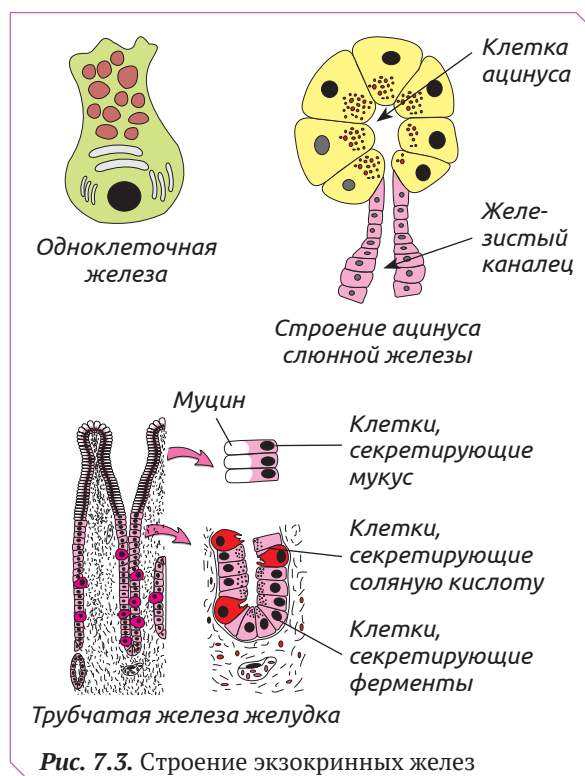


Рис. 7.3. Строение экзокринных желез

◆ **Слюна** вырабатывается слюнными железами. Каждая слюнная железа производит слюну определенного состава, которая выливается в ротовую полость и смешивается с другими видами, образуя 1–2 литра смешанной слюны в день.

Смешанная слюна – это прозрачная, пенящаяся жидкость с невысокой вязкостью и слабощелочной реакцией (рН = 6,8–7,2). Состоит из воды (95,7%), минеральных и органических веществ. Смешанная слюна содержит два пищеварительных фермента – *амилазу* и *мальтазу*, и один антибактериальный фермент – *лизоцим*. Слюна смачивает пищу, образует пищевой комок, обеспечивает химическое пищеварение и дезинфекцию.

Амилаза катализирует расщепление вареного или печеного крахмала до декстрина и мальтозы. Активна только в слабощелочной среде.

Мальтаза катализирует реакции расщепления мальтозы до глюкозы.

Лизоцим тормозит развитие микрофлоры, которая проникает в ротовую полость вместе с пищей и воздухом. Нарушение секреции слюны приводит к инфекциям ротовой полости.

Экзокринная поджелудочная железа состоит из железистых ацинусов, образующих дольки. Ацинусы снабжены наружными канальцами, которые объединяются, образуя два больших протока (Санторини и Вирсунга), открывающиеся в двенадцатиперстную кишку (рис. 7.4).

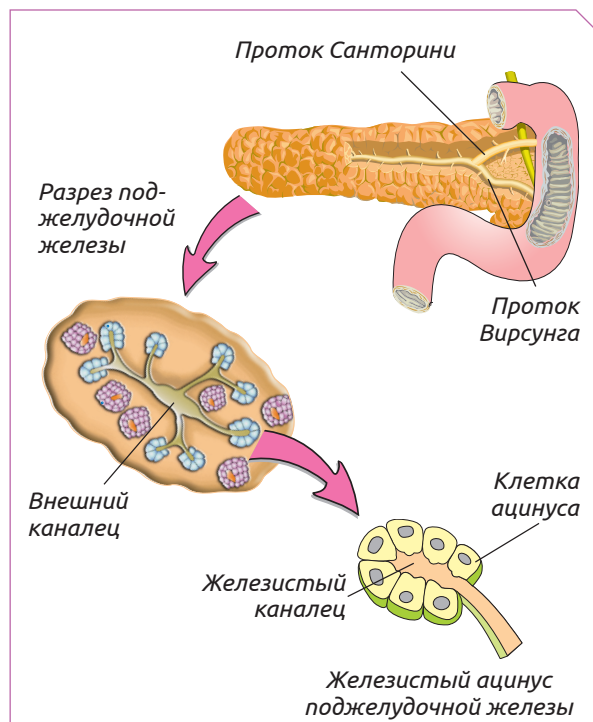


Рис. 7.4. Поджелудочная железа

◆ **Поджелудочный сок** выделяется ежедневно в объеме до 1,5 л. Состоит из воды (около 98%), минеральных веществ и ферментов: *протеолитических*, *липолитических* и *гликолитических*.

Протеолитические ферменты (трипсин и химотрипсин) катализируют реакции расщепления белков до аминокислот.

Липолитические ферменты (липаза) в присутствии солей желчных кислот катализируют реакции гидролиза твердых жиров, с образованием жирных кислот и глицерина.

Гликолитические ферменты (амилаза) катализируют реакции гидролиза сырого и вареного крахмала, с образованием мальтозы.

Поджелудочный сок содержит бикарбонат натрия, который нейтрализует кислотность химуса, поступившего из желудка, активизируя ферменты кишечного сока.

Печень самая крупная железа, весит около 1,5 кг и расположена с правой стороны, под диафрагмой (рис. 7.5).

Печень красновато-коричневого цвета, снаружи покрыта фиброзной капсулой, которая вместе с кровеносными сосудами и нервами проникает внутрь железы с нижней стороны и делит ее на 4 доли (правую, левую, квадратную и заднюю) и множество долек.

Печеночная долька является анатомо-функциональной единицей печени, в клетках которой запасается гликоген, происходит синтез желчи (пищеварительный печеночный сок).

◆ **Желчь** не содержит ферментов. К органическим веществам желчи относятся соли желчных кислот, желчные пигменты, холестерин, фосфолипиды и муцин.

Во время приема пищи желчь стекает прямо в двенадцатиперстную кишку, а в перерывах собирается в желчном пузыре (рис. 7.6). В процессе пищеварения желчь играет комплексную роль:

- ✓ эмульгирует жиры;
- ✓ активирует поджелудочную липазу;
- ✓ образует с жирами водорастворимые комплексы, обеспечивая всасывание жиров и жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К и F);
- ✓ стимулирует перистальтику кишечника.

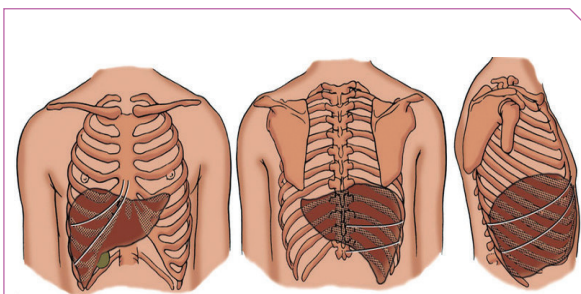


Рис. 7.5. Печень

Железы слизистой желудка секретируют за день во время еды около 1,5 л *желудочного сока*. Незначительное количество вырабатывается между приемами пищи (фоновая секреция). Желудочный сок – бесцветная кислая жидкость (рН = 0,9–1,5). В состав желудочного сока входит вода (99%), соляная кислота (0,5%), муцин и неорганические вещества.

♦ **Соляная кислота** желудочного сока выполняет следующие функции:

- ✓ превращает пепсиноген в пепсин;
- ✓ уничтожает бактерии, которые могут вызвать процессы гниения, очень опасные для организма;

✓ восстанавливает недоступное трехвалентное железо, в доступное двухвалентное, предотвращая анемию.

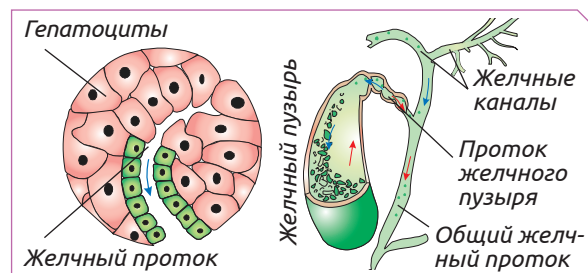


Рис. 7.6. Движение желчи

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ

ДЕЙСТВИЕ АМИЛАЗЫ СЛЮНЫ НА КРАХМАЛ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ПРОДУКТОВ

- | | |
|-----------------------------------|---|
| ♦ Материалы и оборудование | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Хлеб. ✓ Раствор йода или раствор Люголя. |
| ♦ Ход работы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Тщательно пережуй кусочек хлеба. Помести пищевой комочек на бумагу. 2. Капни раствором йода на хлеб и на пищевой комочек. |
| ♦ Оформление результатов | Опиши и объясни изменения, возникшие под действием йода на хлеб и на пищевой комочек. |

ДЕЙСТВИЕ ЖЕЛЧИ НА ЖИРЫ

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ♦ Материалы и оборудование | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Желчь. ✓ Масло. ✓ Пробирки. ✓ Вода. ✓ Фильтровальная бумага. |
| ♦ Ход работы | <ol style="list-style-type: none"> 1. Подпиши две пробирки цифрами или буквами (например, А и Б). 2. Налей в пробирку А воду и масло, а в пробирку Б – воду, масло и желчь. 3. Взболтай обе пробирки. |
| ♦ Оформление результатов | <ol style="list-style-type: none"> 1. Отметь, в какой пробирке эмульсия более устойчива в течение длительного времени. 2. Объясни, почему для расщепления жиров необходимо их предварительное эмульгирование. |



1. Представь в виде схемы строение пищеварительной системы человека.
2. Дай определение понятиям *постоянный и временный зубной аппарат*, представь соответствующие зубные формулы.
3. Опиши строение пищеварительной системы.
4. Объясни, как образуется смешанная слюна.

5. Уточни разницу между амилазой слюны и амилазой поджелудочной железы.
6. Желчь поступает в двенадцатиперстную кишку как из печени, так и из желчного пузыря. Можно ли включить желчный пузырь в список экзокринных желез?
7. Заполни таблицу названиями эндокринных желез и пищеварительных ферментов, которые они выделяют.

8. Смоделируй из разных материалов модель человеческого желудка в реальных размерах. Продемонстрируй на модели:
 - ✓ строение желудка;
 - ✓ изменение объема пустого желудка и при наполнении пищей.

32 ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

§

Превращение пищи в доступные для организма питательные вещества происходит благодаря функциям, выполняемым пищеварительной системой:

- ✓ секреции пищеварительных соков;
- ✓ моторике пищеварительного канала;
- ✓ пищеварению (механическому и химическому);
- ✓ всасыванию питательных веществ.

Моторика пищеварительного канала – движение пищи от ротовой полости к анальному отверстию. На этом пути пища смешивается с пищеварительными соками, выделяемыми каждым сегментом пищеварительного тракта.

◆ **Жевание** осуществляется при участии нижней челюсти, жевательных мышц, зубов и языка. Резцы, клыки и малые коренные зубы разрезают и измельчают пищу, а большие коренные зубы раздавливают ее. Во время жевания пища смешивается со слюной, что обеспечивает переваривание и формирование вкусовых ощущений.

Нездоровые зубы влияют на качество питания, так как выбор пищи проводится в зависимости от механических, а не от вкусовых свойств продуктов. Недостаточное пережевывание приводит к проглатыванию крупных частиц, которые могут повредить слизистую пищевода и желудка, и к ухудшению пищеварения и всасывания.

◆ **Глотание** – совокупность процессов, обеспечивающих движение пищевого комка, образованного в результате жевания, через глотку и пищевод в желудок. Проталкивание комка осуществляется языком. Перистальтические движения глотки и пищевода обеспечивают продвижение пищевого комка.

Перистальтическое движение обеспечивается сокращением гладких мышц стенки пищеварительного канала, которые уменьшают и увеличивают его диаметр. Оно распространяется волнообразно, с различной скоростью (рис. 7.7).

◆ **Моторика желудка** происходит за счет перистальтических и перемешивающих сокращений гладких мышц стенок как пустого, так и наполненного пищей желудка.

Моторика заполненного желудка обеспечивает фрагментацию, смешивание с пищеварительными соками, а также медленную и постепенную эвакуацию желудочного химуса

в двенадцатиперстную кишку. Скорость процесса зависит от качества продуктов и размера частиц.

Недостаточно пережеванная пища задерживается в желудке дольше жидкостей или пищевых продуктов в виде пасты. Пища с высоким содержанием жира находится в желудке около 4 часов, продукты белковой природы выводятся быстрее, а углеводы – быстрее всего.

Моторика пустого желудка способствует формированию чувства голода. Стенки пустого желудка слипаются и совершают перистальтические движения, называемые «голодными».

Мышцы пустого желудка сокращаются с интервалом 60–80 минут, период сокращений длится 10–15 минут. Эти сокращения возникают после 12–24 часов голода, вызваны снижением уровня глюкозы в крови и формируют чувство голода.

◆ **Моторика кишечника** обеспечивает смешивание пищи с кишечным соком и ее продвижение к толстому кишечнику. Химус движется по тонкому кишечнику примерно 8–10 часов. Мышечная оболочка тонкого ки-

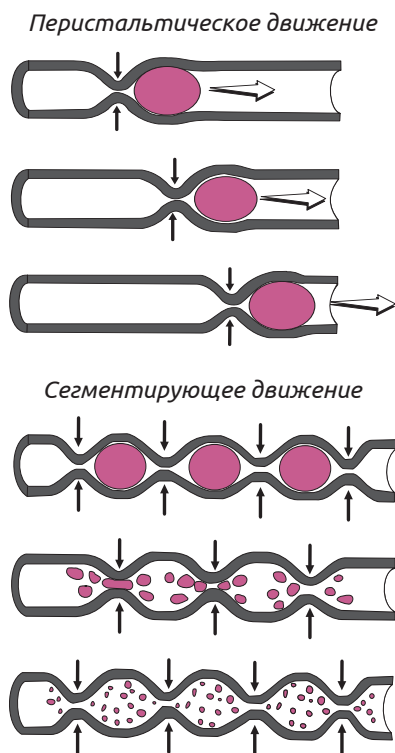


Рис. 7.7. Моторика пищеварительного канала

шечника выполняет перистальтические сегментирующие, тонические и маятниковые движения.

Сегментирующие движения это сокращения круговых мышц, которые не распространяются вдоль кишечника и не передвигают химус. Они делят содержимое кишечника на мелкие сегменты, которые затем вновь объединяются. Эти движения обеспечивают смешивание содержимого кишечника с кишечным соком, всасывание питательных веществ, а также процессы кровообращения и лимфообращения.

♦ **Моторика толстого кишечника** осуществляется перистальтическими и сегментирующими движениями, периодичность которых составляет 6–8 часов.

♦ **Дефекация** – это сложный процесс переноса содержимого толстой кишки из слепой кишки в прямую кишку и выведения каловых масс.

ПИЩЕВАРЕНИЕ включает все физические, химические и физиологические процессы преобразования пищи в питательные вещества. Замачивание и измельчение пищи в процессе ее продвижения по пищеварительному тракту называется *механическим пищеварением*.

Расщепление высокомолекулярных веществ под действием ферментов пищеварительных соков до мономеров, которые могут всасываться в кровь и лимфу называется *химическим пищеварением*.

Всасывание – это процесс ассимиляции мономерных питательных веществ клетками слизистой оболочки пищеварительного канала.

В ротовой полости всасываются некоторые лекарства. В глотке и пищеводе всасывание не происходит. В желудке всасываются только вода, алкоголь, глицерин, ионы Na^+ и Cl^- .

Строение слизистой оболочки тонкой кишки (складки, ворсинки и микроворсинки) обе-

спечивает усвоение около 90% питательных веществ: углеводов, белков, липидов, витаминов, воды, калия, натрия, железа, магния, кальция, меди и других микроэлементов и др.

Абсорбирующие клетки (энтероциты) слизистой оболочки кишечника образуют один слой и снабжены микроворсинками, увеличивающими поверхность всасывания до 50 м^2 . Слизистая кишечника пронизана густой сетью кровеносных и лимфатических капилляров.

Углеводы всасываются в виде моносахаридов. Глюкоза и галактоза переходят из просвета кишечника в клетки слизистой оболочки, а затем в кровеносные капилляры. Фруктоза в цитоплазме клеток слизистой оболочки расщепляется на глюкозу и молочную кислоту. В тощей кишке скорость всасывания углеводов в три раза выше, чем в подвздошной.

90–95% белков абсорбируются преимущественно в тощей кишке в виде аминокислот, которые переходят из кишечника в слизистую оболочку, а затем в кровеносные капилляры. Пептиды поглощаются пиноцитозом.

Короткоцепочечные жирные кислоты (менее 10 атомов углерода) переходят из просвета кишечника в слизистую оболочку, а затем в кровеносные капилляры.

Из длинноцепочечных кислот в цитоплазме слизистых клеток синтезируются липиды, которые попадают в лимфатические сосуды, а затем по кровеносным сосудам – в печень или жировые клетки.

Всасывание жирорастворимых (А, D, E, К) и водорастворимых (С, группа В) витаминов обычно происходит в тощей кишке, а витамина B_{12} – в подвздошной кишке.

Вода, минеральные соли, витамины и некоторые лекарственные препараты всасываются через стенки толстой кишки. Процесс всасывания в толстом кишечнике влияет на консистенцию каловых масс.



1. Перечисли функции пищеварительной системы.

2. Дай определения:

- ✓ *моторика пищи;*
- ✓ *химическое пищеварение;*
- ✓ *механическое пищеварение;*
- ✓ *всасывание питательных веществ.*

3. Назови придаточную железу пищеварительного тракта, от деятельности которой зависят функции двенадцатиперстной кишки.

4. Опиши в сравнении перистальтические и сегментирующие движения пищеварительного тракта. Объясни их значение.

5. Объясни роль объема желудка и площади поверхности тонкой кишки в деятельности этих органов.

6. Обоснуй назначение ферментных препаратов при дисфункции поджелудочной железы.

7. Разработай правила питания для облегчения пищеварения на основе информации, хранящейся в QR-коде 7.2. Представь их одноклассникам.



МОЖНО ЛИ ЖИТЬ БЕЗ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ?

В случае серьезных заболеваний поджелудочной железы, например, рака, проводится хирургическое удаление органа. У людей без поджелудочной железы результаты лабораторных анализов крови показывают повышение концентрации глюкозы, а в кале присутствуют липиды и белки (смотри таблицу).

Пациенты с удаленной поджелудочной железой могут вести нормальный образ жизни, если им будут назначены лекарства, компенсирующие ее отсутствие.

Исследуемые	Содержание жиров в фекальных массах	Содержание белков в фекальных массах	Уровень глюкозы
Здоровые	5%	15%	65–110 мг на 100 мл крови
После удаления поджелудочной железы	16–60%	40–80%	200–300 мг на 100 мл крови



1. Объясни, почему у людей с удаленной поджелудочной железой жиры и белки из пищевых продуктов удаляются вместе с фекальными массами.
2. Назови вещество (вещества), которые могут компенсировать экзокринные функции поджелудочной железы.

ПИЩЕВАРЕНИЕ – МЕХАНИЧЕСКИЙ ИЛИ ХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС?

Французский ученый Рене-Антуан Фершо Реамюр (1683-1757) изучал пищеварение у хищных птиц и выполнил следующий эксперимент. Ученый вложил куски сырого мяса в открытые с двух концов металлические трубки. Трубки с мясом были поглощены хищными птицами. Реамюр собрал трубки на второй день и обнаружил, что мясо в них не было подвергнуто механическим изменениям (не было измельчено) но уменьшилось в размерах.



1. Объясни причины уменьшения размеров мяса в трубках.
2. Представь себе путешествие на машине времени. Ты попал в лабораторию Рене-Антуана Фершо Реамюра. Обладая багажом знаний ученика XXI века, предложи ученому проект эксперимента, в котором при помощи полученного содержимого пищеварительного канала и кусков мяса можно доказать химическую природу пищеварения.

ВСАСЫВАНИЕ

Для того, чтобы определить в какой части пищеварительного канала происходит всасывание питательных веществ, был проведен биохимический анализ крови, отобранной из сосудов стенок пищеварительного канала (смотри таблицу).

Орган пищеварительного канала	Количество глюкозы мг/л крови	
	входящая кровь	выходящая кровь
Стенки пищевода	1 мг/л	0,9 мг/л
Стенки желудка	1 мг/л	0,7 мг/л
Стенки тонкого кишечника	1 мг/л	2,8 мг/л
Стенки толстого кишечника	1 мг/л	0,8 мг/л



1. Объясни происхождение глюкозы в крови, которая выходит из стенок пищеварительного канала.
2. Сформулируй вывод о значении отделов пищеварительного канала для процесса всасывания питательных веществ.

33 § ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Гигиена пищеварительной системы включает правила, соблюдение которых обеспечивает здоровье пищеварительных органов.

◆ **Правильное питание.** Употребление продуктов с высоким содержанием клетчатки улучшает пищеварение, стабилизирует вес тела, предотвращает сердечные заболевания, колебания сахара в крови, может предотвратить геморрой. Отказ от избытка жиров, углеводов, специй, предотвращает перегрузку органов пищеварения. Потребление сырых овощей и фруктов способствует чистке зубов и укреплению десен.

Неправильное питание (недостаток или избыток питательных веществ и витаминов) вызывает дисфункции и заболевания пищеварительного тракта и других систем организма. Например, продукты с высоким содержанием жира (особенно животного происхождения) способствуют увеличению содержания липидов в крови и, как следствие, образованию тромбов и отложению жира на стенках артерий, что приводит к высокому кровяному давлению, инсульту и инфаркту.

◆ **Гидратация** рекомендуется для нормальной работы толстого кишечника и предотвращения запоров. Необходимо употреблять 1,5 литра жидкости в день. стакан воды натощак стимулирует работу кишечника и подвижность пищевого комка.

◆ **Пробиотики** – это живые микроорганизмы, которые входят в состав йогуртов, соков и закусок, пищевых добавок. Они могут быть полезны при диарее, синдроме раздраженного кишечника и воспалительных заболеваниях. Пробиотики являются источниками витаминов, органических кислот и других питательных веществ, необходимых для пищеварения.

◆ **Пережевывание пищи** должно быть медленным и тщательным, для облегчения желудочного пищеварения.

◆ **Отказ от курения и употребления алкоголя.** Курение ослабляет мышечный клапан пищевода, что может привести к гастроэзофагеальному рефлюксу и изжоге. У курильщиков риск развития язвенной болезни и болезни Крона выше, чем у некурящих. Алкоголь препятствует секреции кислоты, усвоению питательных веществ, поражает мышцы. Чрезмерное употребление алкоголя может вызвать изжогу, диарею, заболевания печени, алкогольный цирроз печени, острый панкреатит, рак пищевода и т.д.

◆ **Пищевой режим** предусматривает 3 приема пищи и 2 здоровых перекуса в день. Соблю-

дение режима обеспечивает ритмическую деятельность органов пищеварения. Просмотр телевизора, разговоры по телефону во время еды мешают насыщению.

◆ **Физическая активность** способствует улучшению работы пищеварительной системы, а стрессовые ситуации могут вызвать диарею и усугубить течение некоторых заболеваний (раздраженный кишечник, язва и т.д.).

◆ **Соблюдение личной гигиены и чистоты на кухне** предотвращает пищевые отравления.

Необходимо тщательно мыть руки, посуду, продукты. Пища должна храниться при оптимальной температуре. Запрещено есть немытую или сырую пищу. Для приготовления сырых фруктов, овощей и мяса используются отдельные разделочные доски и приборы. Лучшие молочные продукты – пастеризованные.

Пить можно бутилированную или кипяченую, затем остуженную воду.

Дисфункции и заболевания ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

◆ **Ожирение** развивается в результате избыточного употребления высококалорийных продуктов, и приводит к нарушениям в работе сосудистой и опорно-двигательной системы. У людей, страдающих ожирением, деформируются суставы, преждевременно изнашиваются суставы, появляются дисфункции позвоночника и др.

◆ **Гастрит** это воспаление слизистой оболочки желудка. Факторами риска для возникновения гастрита являются: употребление некачественных, слишком холодных или горячих продуктов, сенсibiliзирующих продуктов (яиц, молока, клубники); недостаточное измельчение продуктов; злоупотребление алкоголем; курение; действие патогенных микроорганизмов; действие химических веществ; нарушения нервной, кровеносной, иммунной системы; нерегулярный прием пищи с большими интервалами; систематический прием некоторых лекарств (например, аспирина).

Лечение гастрита требует соблюдения постельного (1–2 дня) и пищевого режима. Исключаются острые, холодные и горячие, а также трудно перевариваемые продукты.

◆ **Язва желудка и двенадцатиперстной кишки** это нарушение целостности слизистой оболочки и глубоких слоев желудка и кишечника.

Язва – это открытая, трудно заживающая рана. У молодых чаще встречается язва двенад-

цатиперстной кишки, а у взрослых и пожилых – язва желудка.

Факторами риска возникновения заболевания являются: неправильное питание; нервное истощение; курение, злоупотребление алкоголем и др.

Лечение язвы желудка и двенадцатиперстной кишки назначается врачом индивидуально, в зависимости от степени тяжести болезни. На начальном этапе полное выздоровление наступает после одного курса лечения.

Профилактика язвы желудка и двенадцатиперстной кишки предусматривает рациональный режим труда, отдыха, питания, занятий спортом, исключение курения и употребления алкоголя.

♦ **Аппендицит** это раздражение и/или воспаление аппендикса, вызванное патогенами, нарушением кровоснабжения, изменением содержимого аппендикса в результате злоупотребления белком, процессами гниения и др.

У детей аппендицит проявляется сильными болями в области пупка или всего живота, рвотой, поносом. Требуется хирургического лечения.

♦ **Дизентерия** острое инфекционное заболевание, поражающее толстый кишечник. Сопровождается общим отравлением и жидким стулом. Источником заражения являются больные, загрязненная вода и почва и т.д.

Дизентерию вызывают патогенные бактерии, которые могут сохранять жизнеспособность в течение 3–5 дней на руках, 40–60 дней в воде и около 60 дней в почве. Бактерии сохраняются на игрушках, белье, предметах личного пользования и др. Дизентерия поражает людей любого возраста и называется «болезнью грязных рук». Заболевание имеет сезонный характер. Профилактика дизентерии состоит в изоляции больного, тщательной обработке зараженных предметов и помещений, медицинском контроле лиц, у которых был контакт с больным или его личными предметами.

♦ **Гепатит** – это воспалительное заболевание печени. В зависимости от протекания и проявления бывает острый и хронический гепатит.

Острый гепатит вызван вирусными инфекциями, в зависимости от возбудителя бывает 6 типов (А, В, С, D, E, G). Чаще всего встречаются гепатиты А и В.

Вирусный гепатит можно предотвратить с помощью мер личной гигиены, строгого отбора доноров крови, соблюдения правил сбора и распределения препаратов крови, использования одноразовых шприцев для забора крови или инъекций. Для профилактики гепатита В рекомендуется вакцинация.

Хронический гепатит является следствием острого вирусного гепатита и выражается в воспалении печени, а также может быть вызван малярией, туберкулезом и др. Может возникать в результате применения определенных лекарств, отравлений, злоупотребления алкоголем и др.

Факторами риска хронического гепатита являются: недоедание, хронические инфекции миндалин, эндокринные нарушения, нарушения обмена веществ и др.

Профилактика заболеваний, вызванных неправильным питанием, включает:

- ✓ употребление свежих продуктов;
- ✓ включение в пищевой рацион всех необходимых веществ в оптимальном количестве (белков, жиров, углеводов, витаминов);
- ✓ соблюдение пищевого режима;
- ✓ избегание стресса и переутомления;
- ✓ отказ от употребления алкоголя и курения;
- ✓ соблюдение мер личной гигиены для предотвращения гельминтозов и поражений патогенными микроорганизмами;
- ✓ исключение сырых продуктов (яиц и мяса), немытых фруктов и овощей;
- ✓ избегание употребления просроченных продуктов.

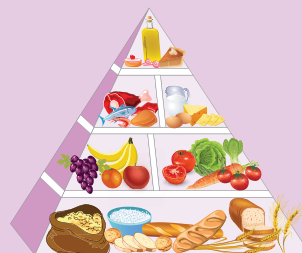


1. Перечисли правила гигиены пищеварительной системы.

2. Предложи примеры заболеваний пищеварительной системы вызванных:

- ✓ неправильным питанием;
- ✓ заболеваниями зубов;
- ✓ патогенными бактериями;
- ✓ вирусами;
- ✓ курением, алкоголем;
- ✓ несоблюдением правил гигиены на кухне.

3. Изучи строение пищевой пирамиды и вырази свое мнение об ее использовании в качестве основы для составления здорового рациона.



4. Подготовь флешмоб на тему «Е-добавки в продуктах питания – опасность или польза» на основе информации, хранящейся в QR-коде 7.3.

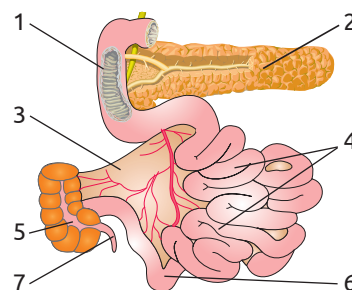


ПОВТОРЕНИЕ	Сегмент пищеварительного канала	Пищеварение		Всасывание	
		механическое	химическое		
	Ротовая полость	✓ смачивание пищи, ✓ измельчение пищи, ✓ образование комка	✓ расщепление крахмала	Некоторые лекарства	Глотание
	Глотка		✓ продолжается расщепление крахмала	Отсутствует	
	Пищевод		✓ продолжается расщепление крахмала	Отсутствует	
	Желудок	✓ разрушение комка, ✓ смешивание пищи и желудочного сока, ✓ образование химуса	✓ расщепление белков (около 20 %) ✓ расщепление эмульгированных жиров	Алкоголь (около 20 %), вода, глицерин, Na ⁺ , Cl ⁻	Химус проходит в двенадцатиперстную кишку
	Тонкий кишечник	✓ смешивание химуса и кишечных соков, ✓ образование кишечного химуса	✓ расщепление крахмала ✓ расщепление белков ✓ эмульгирование жиров ✓ расщепление жиров	Ионы Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , глюкоза, водорастворимые витамины, алкоголь (80%), K ⁺ , Na ⁺ , витамин B ₁₂ , жирорастворимые витамины, жирные кислоты, аминокислоты, вода, желчь	Продвижение химуса по тонкому кишечнику
	Толстый кишечник	✓ образование фекальных масс	✓ расщепление веществ бактериальными ферментами	Вода, ионы K ⁺ , Na ⁺ , некоторые медикаменты, кислоты, газы	Движение фекальных масс
	ЭКЗОКРИННАЯ ЖЕЛЕЗА	СЕКРЕЦИЯ	ФУНКЦИЯ		
	Слюнные железы	Слюна ✓ вода ✓ муцин ✓ мальтаза ✓ лизоцим ✓ минеральные соли	• смачивание продуктов; • муцин способствует образованию пищевого комка; • амилаза расщепляет крахмал до декстринов и мальтозы, активна в слабокислой среде; • мальтаза расщепляет мальтозу до глюкозы; • лизоцим подавляет рост микрофлоры.		
	Желудочные - одноклеточные - трубчатые	Желудочный сок ✓ вода ✓ соляная кислота ✓ муцин ✓ пепсин ✓ лабфермент ✓ желудочная липаза	• HCl препятствует развитию гнилостных бактерий и патогенов, обладает антианемическим действием • муцин защищает слизистую желудка от механического действия пищи и от действия пепсина и HCl; • лабфермент сворачивает молоко (типичен для грудничков); • пепсин расщепляет белки на пептоны; • желудочная липаза расщепляет жир (сливок, молока)		
	Печень	Желчь ✓ желчные кислоты ✓ желчные пигменты ✓ холестерин ✓ фосфолипиды ✓ муцин	Желчь: • эмульгирует жиры; • активизирует липазу; • обеспечивает всасывание жиров; • стимулирует перистальтику кишечника.		
	Поджелудочная железа	Поджелудочный сок ✓ вода ✓ трипсин ✓ хемотрипсиноген ✓ поджелудочная липаза ✓ поджелудочная амилаза ✓ бикарбонат натрия	• трипсин и хемотрипсин расщепляют белки; • амилаза расщепляет крахмал до мальтозы; • бикарбонат натрия нейтрализует кислотность желудочного химуса, способствуя действию ферментов; • липаза в присутствии желчных солей расщепляет твердые жиры на жирные кислоты и глицерин.		
	Железы тонкого кишечника - одноклеточные - трубчатые	Кишечный сок ✓ эрепсин ✓ энтерокиназа ✓ кишечная липаза ✓ сахаразы, мальтаза, лактаза	• протеолитические ферменты (эрепсин и энтерокиназа) расщепляют пептиды на аминокислоты; • кишечная липаза расщепляет жиры на жирные кислоты и глицерин; • гликолитические ферменты (сахараза, мальтаза, лактаза) расщепляют дисахариды на моносахариды.		

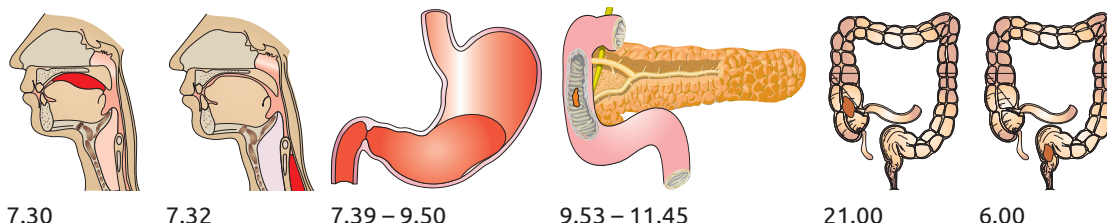
1. Изобрази в виде схемы три составные части пищеварительной системы: ротовая полость, пищеварительный канал, придаточные железы.
2. Представь в виде таблицы шесть групп продуктов, которые составляют пищевую пирамиду, и по три продукта для каждой группы, которые предпочитаешь ты и твоя семья.
3. Дай определение понятиям: механическое пищеварение, химическое пищеварение, всасывание.
4. Опиши химическое пищеварение крахмала и альбумина (белок яйца) в органах пищеварительного канала.
5. Образуй ассоциации между понятиями из колонки **А** с определениями из колонки **Б**.

А	Б
Печень	✓ Смесь воды, минеральных солей, ферментов и др.
Толстый кишечник	✓ Ассимиляция мономерных питательных веществ клетками слизистой оболочки кишечника.
Пищеварение	✓ Длинный канал, начинающийся ротовым отверстием и заканчивающийся анальным отверстием. Длина около 8-10 м.
Всасывание	✓ Совокупность органов, обеспечивающих расщепление веществ, всасывание продуктов расщепления и удаление непереваренных остатков.
Пищеварительный сок	✓ Экзокринная железа, в которой происходит запасание гликогена и секреция желчи.
Пищеварительный канал	✓ Участок толстого кишечника, всасывающий воду и минеральные вещества.
Пищеварительный аппарат	✓ Совокупность физических и химических процессов, превращающих сложные питательные вещества (полимеры) в простые (мономеры).

6. Составь легенду схемы и объясни роль структуры, обозначенной цифрой 3, в пространственной организации брюшной полости.

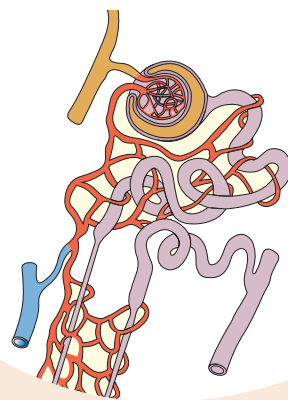


7. Проследи на схеме «путь» завтрака (булочка с джемом и стакан йогурта) по пищеварительному каналу.
 - а. Рассчитай время действия поджелудочного сока на пищу.
 - б. Отметь отдел пищеварительного канала, где расщепляются жиры молока.
 - в. Рассчитай время расщепления крахмала.
 - г. Рассчитай время образования фекальных масс.
 - д. Укажи участок кишечника, где будет происходить всасывание воды.



ВЫДЕЛЕНИЕ. ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ У ЧЕЛОВЕКА

- ● Выделительная система человека
- ● Гигиена, дисфункции и заболевания мочевыделительной системы
- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль



Совокупность процессов, обеспечивающих удаление метаболитических отходов из организма, называется *выделением*.

Отходы организма человека представляют собой вещества, которые образуются в результате жизнедеятельности (метаболитические отходы), или попадают из внешней среды с пищей (твердые отходы).

♦ **Метаболитические отходы образуются** при расщеплении органических веществ:

- ✓ H_2O и CO_2 – отходы клеточного дыхания;
- ✓ NH_3 (аммиак) образуется в результате реакции обмена белков;
- ✓ мочевина образуется в печени в результате реакции между аммиаком и водой;
- ✓ мочевая кислота образуется в результате реакции расщепления нуклеиновых кислот.

Метаболитические отходы удаляются из клетки в межклеточную среду, а затем, через тонкие стенки капилляров, попадают в кровь. Кровь переносит отходы к выделительным органам. Удаление отходов необходимо для поддержания нормального функционирования организма. Их накопление приводит к нарушению процессов жизнедеятельности и даже к смерти. Содержание метаболитических отходов в организме определяется с помощью биохимического анализа крови и мочи.

♦ **Твердые отходы** образуются из непереваренных остатков пищи и удаляются через прямую кишку.

Выделительная система включает мочевыделительную систему и органы с выделительными функциями: легкие, кожа и печень, которые, наряду со своими основными функциями, устраняют некоторые метаболитические отходы из организма.

♦ **Легкие** выводят во внешнюю среду CO_2 и H_2O (в виде пара). Выделение происходит через мембрану альвеол, по градиенту давления: из плазмы крови, где давление этих веществ выше, в альвеолярный воздух, где оно ниже. Воздух из альвеол выдыхается во внешнюю среду.

♦ **Печень** нейтрализует отходы, образованные в результате метаболитических реакций, и токсичные вещества, которые попадают в кровь из пищи, загрязненного воздуха (токсины, тяжелые металлы и др.) или в результате нанесения на кожу косметических продуктов. Из печени эти вещества с желчью попадают в кишечник, откуда эвакуируются.

Печень играет важную роль в преобразовании аммиака, образованного при расщеплении аминокислот в толстом кишечнике под действием бактерий. Она превращает аммиак в мочевину, которая затем выводится с мочой. Выведение аммиака очень важно, так как он влияет на кислотно-щелочной баланс и деятельность мозга.

♦ **Кожа**, наряду с другими функциями, выводит из организма ряд шлаков через секрецию сальных и потовых желез.

Потовые железы трубчатые и состоят из двух сегментов: прямого протока, который открывается на поверхности эпидермиса и клубочек в глубине дермы (рис. 8.1). Секреция пота происходит в клубочках, а по протоку выводится на поверхность эпидермиса.

Потовые железы выводят из организма лишнюю воду (около 98%), минеральные соли, мочевину (около 2%), вредные вещества и лекарственные препараты.

Потоотделение регулируется гипоталамическими и корковыми нервными центрами, являясь непрерывным процессом, который происходит как в состоянии бодрствования, так и во время сна. Доказательством участия коры является эмоциональное потение. Увеличение уровня CO_2 в крови возбуждает нервные центры гипоталамуса и усиливает асфиксическое потение.

Потоотделение усиливается при мышечной нагрузке, высоких температурах, почечной недостаточности.

Для нормального функционирования потовых желез необходимо постоянно ухаживать за кожей, соблюдая правила личной гигиены.

Сальные железы открываются в волосяные фолликулы и имеют форму гроздей. Отсут-

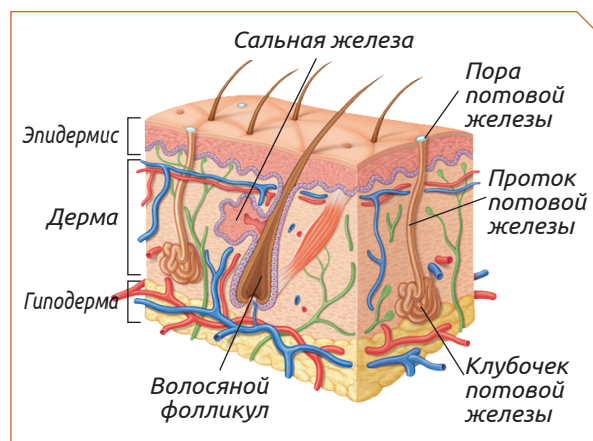


Рис. 8.1. Строение кожи

ствуют на ладонях и подошвах, преобладают на лице, спине и голове (рис. 8.1).

Продукт секреции сальных желез – кожное сало, полужидкий продукт, который твердеет при контакте с воздухом и играет защитную роль. Содержит триглицериды, холестерин, лецитины и другие фосфолипиды, образующие кислотную защитную пленку против бактерий, токсинов и грибов на поверхности кожи и волос. Этот слой удерживает воду или выделяет ее при необходимости, предотвращая обезвоживание кожи.

Мочевыделительная система состоит из двух почек, двух мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала (рис. 8.2).

◆ **Почки** – парные органы красно-коричневого цвета в форме фасолин. Расположены в брюшной полости, по обе стороны от позвоночника (на уровне 11–12 грудных и 1–3 поясничных позвонков). Длина почек – около 12 см, ширина – 6 см, толщина – 3 см, вес в среднем 150 г.

Почки не прикреплены к стенкам брюшной полости и обладают относительной подвижностью, что обеспечивает устойчивость к ударам и вибрации. Во время глубокого вдоха почки опускаются на 0,5 см.

Почка состоит из почечной паренхимы, которая отделяет полость – *почечный синус*. Почка покрыта *фиброзной капсулой*, сверху которой расположен слой жировой ткани.

Почечная паренхима в разрезе состоит из двух зон: корковой (внешней) и мозговой (внутренней), между которыми нет четкого разграничения.

Корковое вещество красно-коричневого цвета имеет гранулярную структуру из-за наличия клубочков Мальпиги. В мозговой зоне находятся 6–18 пирамид Мальпиги, с основанием у кортекса и вершиной, направленной в сторону

синуса (рис. 8.3). Вершины пирамид открываются в малые почечные чашечки. Пирамиды Мальпиги пересекают кровеносные сосуды и собирательные трубочки нефрона.

Почечный синус – это полость внутри почки, которая содержит кровеносные сосуды, нервы, жировую ткань и выводной тракт (чашечки и лоханка). Малые чашечки собирают мочу из собирательных трубочек, сливаются и образуют чашечки, которые, в свою очередь, дают начало лоханке. Лоханка переходит в мочеточник.

Ворота почки – отверстия на внутренней вогнутой стороне почки, через которые проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и мочеточники.

Через ворота каждой почки проходит артерия и вена. Внутри почки кровеносные сосуды образуют почечную сосудистую сеть. Объем крови, поступающей в почки за 1 мин. составляет 1/3 дебита большого круга кровообращения (1,2 л).

◆ **Мочеточники** – две трубочки длиной 25–30 см, которые соединяют почечные лоханки с мочевым пузырем. Стенки мочеточников состоят из трех оболочек (внутренней, средней и внешней). Внешняя фиброзная оболочка выполняет защитную функцию, средняя состоит из двух слоев гладких мышц (продольных и кольцевых), внутренняя состоит из слоя эпителиальных клеток.

◆ **Мочевой пузырь** – мышечно-эластичный резервуар, в котором накапливается моча, поступающая по мочеточникам из почек. Может вмещать от 250 до 500 мл жидкости.

◆ **Мочеиспускательный канал** – трубка длиной 14–16 см, через которую моча из мочевого пузыря выводится во внешнюю среду. У мужчин через него происходит также эякуляция спермы.

◆ **Нефрон** – структурно-функциональная единица почки, в которой происходит фильтра-

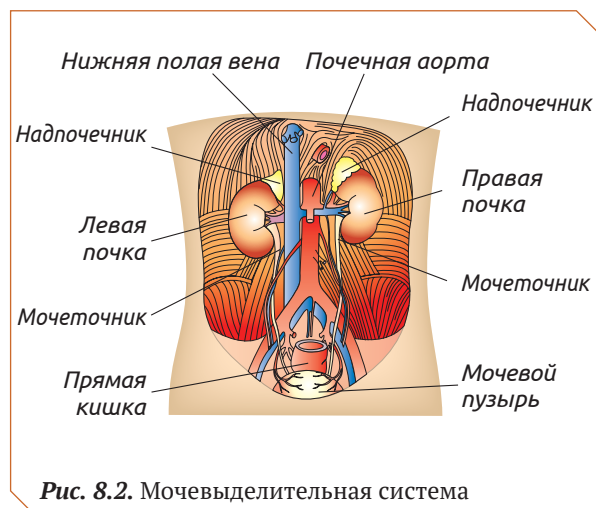


Рис. 8.2. Мочевыделительная система

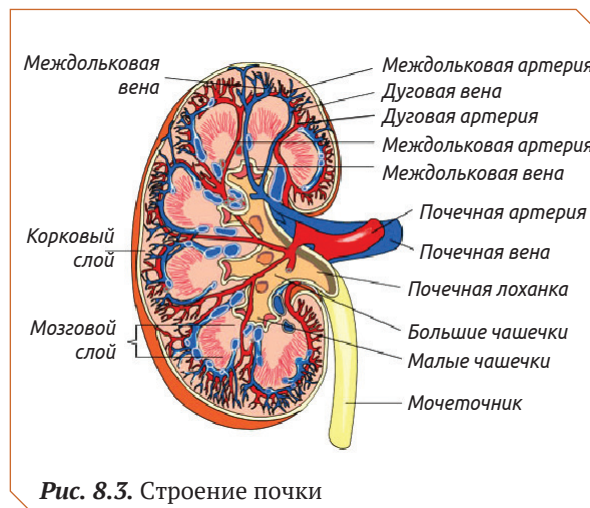


Рис. 8.3. Строение почки

ция крови и образование мочи. В среднем каждая почка содержит 1 300 000 нефронов, общая длина которых составляет 145 км. Нефрон состоит из тельца Мальпиги и почечного канала. В зависимости от расположения тельца Мальпиги в корковом веществе и длины канала нефроны бывают:

- ✓ корковыми, с тельцем Мальпиги в наружном корковом слое и коротким каналом;
- ✓ юкстамедуллярными, с тельцем Мальпиги в нижнем корковом слое и длинным каналом.

Нефроны не соединены между собой и являются независимыми единицами.

Тельце Мальпиги состоит из Боуеновой капсулы в виде кармана диаметром 0,2 мм в которой находится клубочек Мальпиги (сеть артериальных капилляров).

Клубочковые капилляры (около 50) берут начало от афферентной артериолы, стенки перфорированы, а давление крови в них высокое. Они обеспечивают диффузию 60–70% компонентов плазмы в полость Боуеновой капсулы. Клубочковые капилляры объединяются в эфферентную артериолу, которая выходит из тельца Мальпиги и переходит в перитубулярные капилляры (рис. 8.4). Диаметр афферентной артериолы в 2 раза больше диаметра эфферентной артериолы.

◆ **Почечный канал** состоит из проксимального извитого канальца, петли Генле и дистального извитого канальца и открывается в собирательную трубку (рис. 8.5).

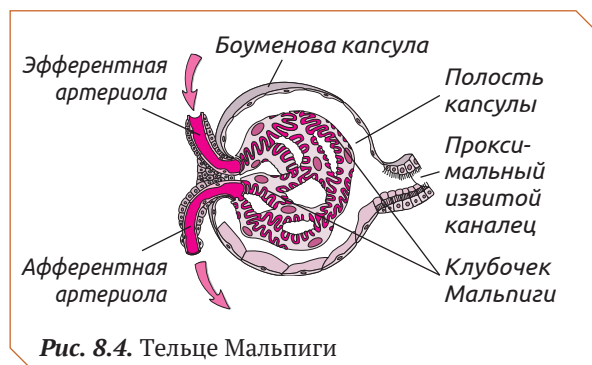


Рис. 8.4. Тельце Мальпиги

Проксимальный извитой каналец (ПИК) имеет в длину 12–14 мм и в диаметре 50–60 мкм. ПИК начинается в Боуеновой капсуле и состоит из извитого и прямого участка. Его стенки состоят из клеток с микроворсинками.

Петля Генле (ПГ) опускается до мозгового слоя (нисходящий отдел), а затем поднимается к корковому слою (восходящий отдел). Длина петель Генле корковых нейронов составляет 14 мм, а юкстамедуллярных – 26 мм. Восходящий отдел тоньше нисходящего.

Дистальный извитой каналец (ДИК) является продолжением восходящего отдела петли Генле, 5–8 мм в длину, 30–40 мкм в диаметре. Стенки состоят из одного слоя эпителиальных клеток без микроворсинок.

От эфферентной артериолы клубочка Мальпиги начинаются перитубулярные капилляры. Низкое давление в них обеспечивает обратное всасывание.

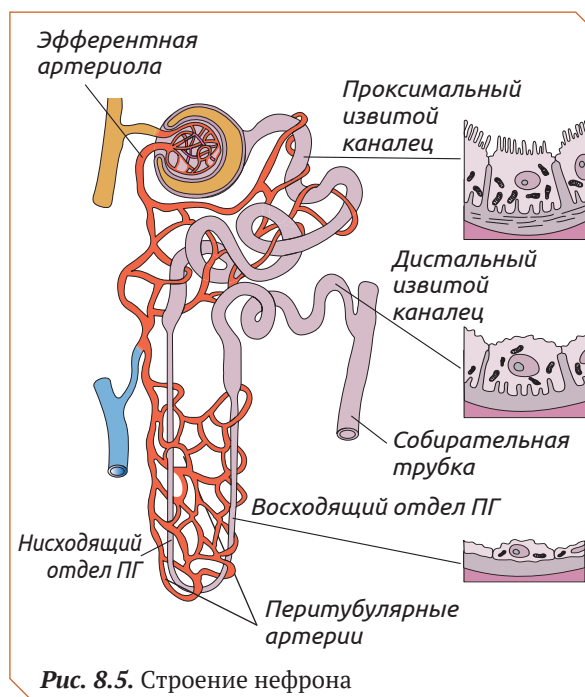


Рис. 8.5. Строение нефрона



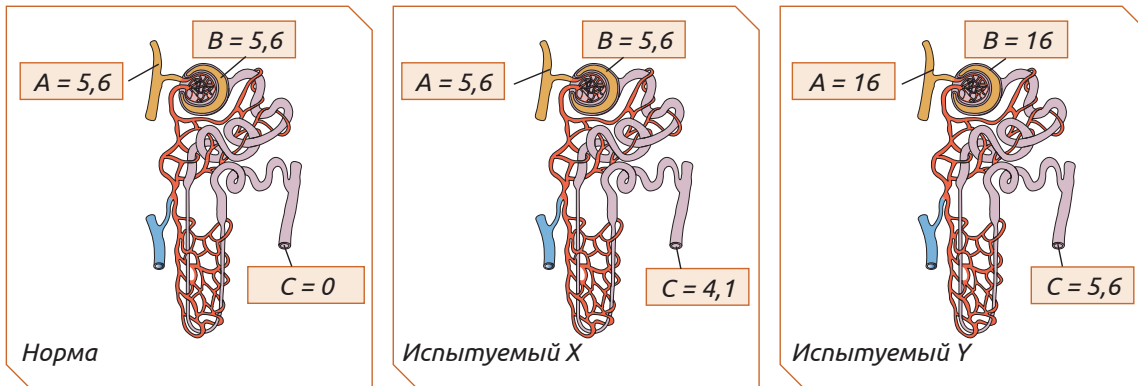
1. Дай определение метаболических отходов.
2. Представь в виде таблицы отходы человеческого организма и органы, которые их удаляют во внешнюю среду.
3. Объясни разницу между клубочком Мальпиги и тельцем Мальпиги.
4. Изобрази схему каналов, по которым протекает моча от ДИК в мочеиспускательный канал.

5. Опиши выделительную функцию:
 - ✓ легочных альвеол;
 - ✓ печени;
 - ✓ потовых желез;
 - ✓ толстого кишечника.
6. Назови органы, которые задействованы в процесс выделения:
 - ✓ во время физического усилия;
 - ✓ после приема белковой пищи.

7. Объясни, почему выделительная система людей, ведущих нездоровый образ жизни, перегружена.
8. Смоделируй почечный канал коркового и юкстамедуллярного нефрона в пропорции 10:1. Обрати внимание на морфологические отличия между ними.

ПУТЬ МОЛЕКУЛ ГЛЮКОЗЫ ЧЕРЕЗ НЕФРОН

Для того, чтобы изучить путь молекул глюкозы через нефрон, были отобраны пробы жидкостей из разных сегментов, и определено содержание глюкозы в них (ммоль/л). Результаты для разных участков представлены на схеме.



?

1. Назови сегменты А, В и С, из которых были взяты пробы.
2. Назови жидкости, которые были отобраны из разных сегментов.
3. Опиши два механизма, которые лежат в основе транзита молекул глюкозы через стенки нефрона в указанных местах (А, В, С).
4. Сравни значения уровня глюкозы в норме и в пробах, отобранных у испытуемых Х и Y. Опиши отличия и предполагаемые причины.

ВЫДЕЛЕНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Для физического усилия человеческому телу нужна энергия.

Эта потребность удовлетворяется только при активном участии дыхательной, кровеносной, пищеварительной, выделительной систем. Во время упражнений наблюдается изменение частоты дыхания, пульса, потоотделения и концентрации дыхательных газов в крови (смотри таблицу).

	Скелетные мышцы в покое		Скелетные мышцы в физическом усилии	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
Кровь из артериол, входящих в мышцы	20 мл	42 мл	15 мл	54 мл
Кровь из венул, выходящих из мышц	20 мл	42 мл	4 мл	62 мл

?

1. Объясни разницу между содержанием дыхательных газов в крови, которая выходит из скелетной мышцы в покое, и той, которая прилагает физическое усилие.
2. В какой крови – входящей или выходящей из мышцы – CO₂ является отходом? Аргументируй ответ.
3. Объясни, как меняется частота дыхания, частота сердечных сокращений и потоотделение у людей в состоянии покоя и при физических нагрузках, для того чтобы обеспечить вывод CO₂ из организма.

35 § ГИГИЕНА, ДИСФУНКЦИИ И ЗАБОЛЕВАНИЯ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Для поддержания здоровья организму необходимо поступление кислорода, питательных веществ и воды. Не менее важным является и процесс удаления метаболических и твердых отходов из организма. При нарушении работы выделительной системы происходит отравление организма.

Правила гигиены выделительной системы необходимо соблюдать в целях обеспечения гомеостаза организма человека (рис. 8.6).

Гидратация обеспечивает работу почек, способствуя выведению отходов, увлажнению кожи и нормальной работе потовых и сальных желез. Рекомендуется употреблять не менее двух литров воды в день.

Сбалансированное питание с низким потреблением мяса, жиров, сладостей, продуктов с консервантами, соленой и острой пищи, фаст-фуда, исключает перегрузку выделительной функции печени, толстой кишки и почек.

Алкоголь, табак, газированные напитки с красителями могут раздражать мочевой пузырь, влиять на печень и почки, легкие, повышать артериальное давление, количество метаболических отходов и токсинов в крови. Никотин – один из факторов, приводящих к заболеванию почек.

Лекарства, особенно обезболивающие и антибиотики, негативно действуют на почки, печень и т.д. Пациенту, принимающему назначенные врачом лекарства, следует пить как можно больше жидкости.

Инфекции органов мочевыделительной системы вызваны в основном бактериями. Причины этих заболеваний: ослабленная иммунная система, плохая гигиена половой зоны, ношение белья из синтетических материалов, несоблюдение гигиены в ваннных комнатах, злоупотребление антибиотиками, некоторые хронические заболевания, неправильное питание и др. Инфекции мочевыводящих путей не передаются половым путем, но могут возникнуть после незащищенного секса, контакта с зараженной водой или с веществами, используемыми в процессе очистки воды плавательных бассейнов.

Более 50% женщин хотя бы раз в жизни перенесли инфекцию мочевыводящих путей, а у около 25% из них был рецидив заболевания. У более 10% беременных наблюдаются инфекции мочевыводящих путей. Так, инфекции мочевыводящих путей – одно из самых распространенных заболеваний у женщин.

Неправильная гигиена половых органов, использование диафрагмы (метод контрацепции) и менопауза (когда уровень эстрогена падает) – основные факторы риска инфекций выделительной системы у женщин.

Инфекции могут поражать как почки, так и нижние отделы – мочеточник, мочевой пузырь, простату.

♦ **Пиелонефрит** – воспаление почечной лоханки, которое возникает в основном из-за хронического воспаления мочевого пузыря. Это заболевание распространено у детей, женщин и

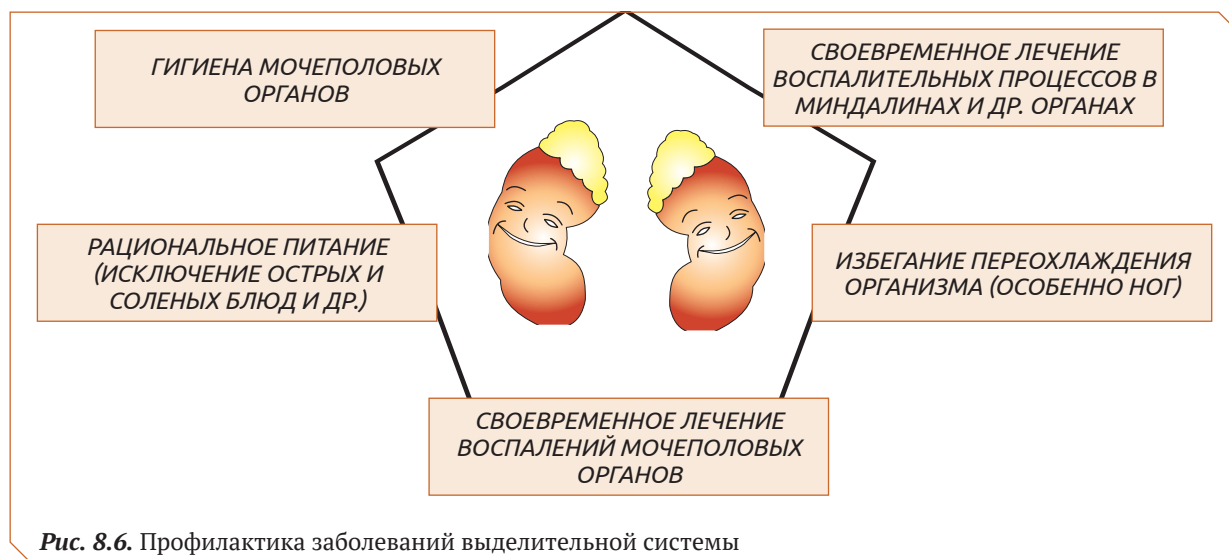


Рис. 8.6. Профилактика заболеваний выделительной системы

пожилых людей и проявляется ознобом, который сменяется лихорадкой, болью в поясничной области, мутной мочой.

Причины пиелонефрита – бактериальные инфекции, которые попадают в почечную лоханку из мочевого пузыря через мочевыводящие пути или (реже) с кровью.

Лечение проводится по назначению врача. Из рациона рекомендуется исключить острые специи и соленые продукты, предпочтение следует отдавать растительной пище.

♦ **Нефриты и гломерулонефрит** представляют собой заболевания почек, несвоевременное лечение которых может привести к почечной недостаточности. Причинами являются бактерии, которые проникают в почечные канальцы из почечной лоханки. Иногда развиваются как следствие инфекционных заболеваний, таких как ангина, скарлатина и др.

Заболевания проявляются болями в пояснице, которым предшествует озноб, отсутствие аппетита, гипертония, мутность мочи. В тяжелых случаях возникает боль в суставах. Могут быть полностью вылечены или перейти в хронические состояния с серьезными последствиями: склероз почек, почечная недостаточность и интоксикация.

Лечение острого и хронического воспаления почек проводится под наблюдением врача. Рекомендуется употреблять растительную пищу, избегать острых специй, соленой пищи, алкоголя и кофеина.

♦ **Цистит** представляет собой воспаление мочевого пузыря, вызванное патогенами (бактериями), и проявляется аномально частым мочеиспусканием, сопровождающимся болью при опорожнении, недержанием мочи, мутной мочой, головными болями, отсутствием аппетита, тошнотой и общей слабостью.

Лечение назначается врачом. Следует избегать алкоголя, кофе, черного чая, уксуса.

♦ **Уретрит** – воспаление уретры, которое возникает при проникновении бактерий из заднего прохода в уретру. Поскольку женская уретра находится близко к влагалищу, инфекции, передаваемые половым путем, такие как герпес, гонорея, хламидиоз и микоплазма, могут вызывать уретрит. Пациенты с диагнозом «острый уретрит» могут испытывать сильную боль при мочеиспускании.

♦ **Ночной энурез** (непроизвольное мочеиспускание во сне) особенно характерно для детей, страдающих эмоциональными расстройствами. У взрослых возникает при воспалении мочевого пузыря или простаты. Лечение ночного энуреза зависит от причины возникновения и назначается врачом. Рекомендуется уравновешенный образ жизни, сеансы психотерапии (иногда для всей семьи). Не рекомендуется наказывать или ругать детей, страдающих ночным энурезом.

ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЧЕК можно диагностировать на ранней стадии по характеристике мочи: изменение запаха, цвета, количества и прозрачности. Вследствие нарушения водно-солевого баланса возникают утомляемость, мышечный столбняк, диффузное зрение, лихорадка, воспаление лодыжек, глаз и т.д.

♦ **Почечнокаменная болезнь** это заболевание, характеризующееся образованием конкрементов (камней) в паренхиме, чашечке или лоханке почки, образованные отложениями мочевой кислоты и ее солей K^+ , NH_4^+ , Na^+ или оксалата, фосфата и карбоната кальция (рис. 8.7).

Образование конкрементов происходит из-за: нарушения водного и солевого обмена; нарушения функций эндокринных желез (гипофиза, щитовидной железы, надпочечников); воспалительных процессов в органах выделительной системы; переизбытка.

Эффекты, вызванные конкрементами, зависят от их размеров. Камни размером около 8 мм, препятствуют выведению мочи в мочеточник, вызывая боли в поясничной области, которые усиливаются в процессе физических нагрузок. Эти боли часто путают с проявлениями радикулита, из-за чего не проводится лечение. Конкременты могут увеличиваться в объеме, пока не займут всю лоханку, вызывая застой мочи и воспаление мочевыводящих путей.

♦ **Хроническая болезнь почек (ХБП)** или почечная недостаточность – это состояние, при котором почки частично или полностью теряют способность функционировать, в результате чего вода, метаболические отходы и токсичные вещества не выводятся, а накапливаются в крови. Заболевание развивается медленно – в течение нескольких месяцев или лет. Почечная недостаточность вызывает анемию, гипертонию, ацидоз, нарушения обмена холестерина и жирных кислот, патологии костей и др.

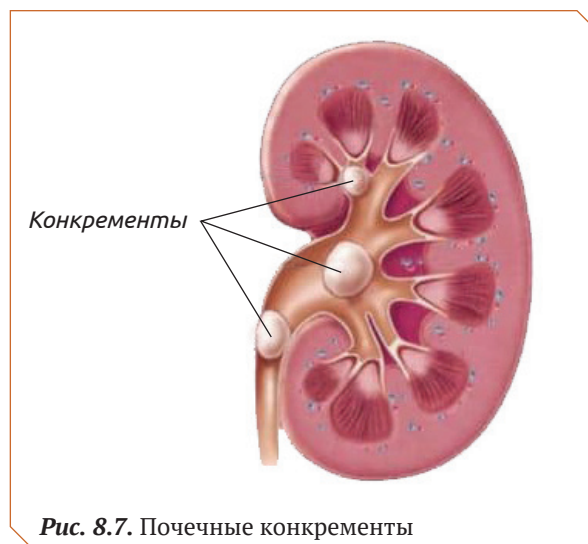


Рис. 8.7. Почечные конкременты

ПЕРЕСАДКА ПОЧЕК проводится больным с острой почечной недостаточностью, когда диализ становится неэффективным.

Техника пересадки почек была разработана в 1940 году и постоянно совершенствуется. Пересадка почек осуществляется довольно часто, так как кровоснабжение органа простое. Основная проблема состоит в несовместимости пересаженного органа с тканями организма – реципиента. Несовместимость выражается в стремлении иммунной системы больного разрушить пересаженный орган. Пересадка бывает удачной только в случае совместимости донорского органа с тканями больного.

В качестве трансплантата может быть использован орган умершего человека или близкого совместимого родственника, который соглашается быть донором. Операция изъятия почек у здорового человека относительно проста, и не представляет непосредственной

опасности для организма. Но в дальнейшем, при поражении единственной здоровой почки, у донора могут возникнуть проблемы со здоровьем (рис. 8.8).

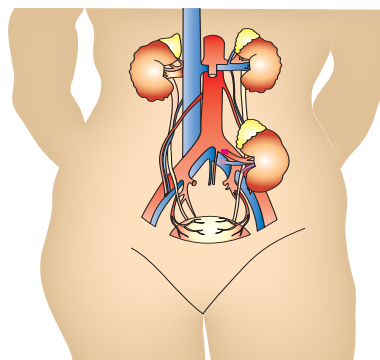


Рис. 8.8. Пересадка почки

УРЕМИЯ

Уремия – заболевание, вызванное высоким содержанием мочевины в крови. Мочевина – это отход расщепления белков пищи. Кожный симптом, наиболее часто встречающийся у пациентов с уремией, проявляется уремическими остатками, которые остаются на поверхности кожи после испарения воды. Кожа приобретает бархатистый вид, а в тяжелых случаях становится гиперпигментированной.

ИССЛЕДОВАНИЕ



1. Используя данные таблицы и знания о выделительной системе, объясни, как поддерживается оптимальная концентрация мочевины в крови.
2. Назови орган выделительной системы, который испытывает перегрузку у людей, которые потребляют много мяса.

Пациенты	Содержание мочевины (г/л)		
	кровь	моча	пот
Мясное меню	0,3–0,4	20–30	около 2%
Сбалансированное меню	0,12–0,3		
Вегетарианцы	0,05–0,07		

3. Уремия – это заболевание крови, кожи или почек?
4. Оцени, какие выделительные структуры поражены у пациентов с уремией.



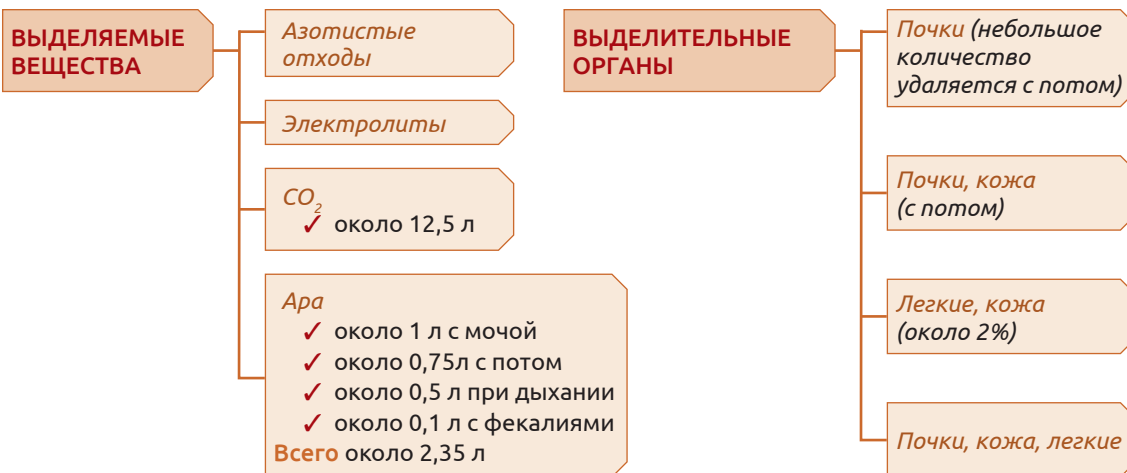
1. Объясни роль выделительной системы для поддержания гомеостаза организма.
2. Перечисли заболевания выделительной системы, вызванные патогенными микроорганизмами. Предложи методы профилактики этих заболеваний.
3. Может ли объем выделяемой мочи быть показателем здоровья почек?

4. Может ли неполное удаление мочи из лоханки и боли в поясничном отделе, которые усиливаются при физической нагрузке, быть признаками заболеваний почек? Назови эти заболевания и причины их возникновения.
5. Опиши осложнения, которые могут возникнуть у пациентов с пересаженной почкой, а также осложнения, которые могут возникнуть у донора.

6. Предложи для обсуждения тему: «Здоровый образ жизни – здоровые почки!» на основе информации, хранящейся в QR-коде 8.1.



ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



ЖИЗНЕННЫЕ ФУНКЦИИ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Функция взаимосвязи	Нервная система	Вегетативная нервная система (наряду с центральной нервной системой) регулирует активность почек, мочеиспускание.
	Скелетная система	Почки обеспечивают организм витамином D, необходимым для усвоения Ca ²⁺ ; влияет на рост костей, поддерживая оптимальный уровень Ca ²⁺ в крови.
	Мышечная система	Почки удаляют креатинин, отходы жизнедеятельности и обеспечивают оптимальный уровень воды и электролитов в крови, создавая, таким образом, условия для мышечной активности.
	Эндокринная система	Почки обеспечивают транспорт гормонов, поддерживая оптимальный уровень компонентов и параметров крови.
Функция питания	Кожа	Почки компенсируют потери воды, выделенной с потом; активируют провитамин D.
	Сердечно-сосудистая система	Почки поддерживают оптимальный уровень электролитов и выводят отходы жизнедеятельности из крови; поддерживают давление и pH крови; образуют ренин и эритропоэтин.
	Лимфатическая система	Почки регулируют нормальный уровень внутренней среды организма.
	Дыхательная система	Почки компенсируют потери воды в процессе дыхания; поддерживают оптимальный уровень pH крови.
	Пищеварительная система	Почки компенсируют потери воды, выделенной с фекалиями; активизируют витамин D.
Репродуктивная функция	Репродуктивные органы	У мужчин сперма удаляется через мочеточник. Почки выделяют отходы жизнедеятельности и обеспечивают оптимальный уровень электролитов, необходимых для нормального развития плода.

1. Дай определение *нефрону* и объясни его роль в деятельности почек.

2. Выбери правильный вариант ответа.

✓ Сеть артериальных кровеносных сосудов, через стенки которых фильтруется плазма крови, образует:

- а) клубочек Мальпиги;
- б) тельце Мальпиги;
- в) сеть капилляров канальцев;
- г) сеть капилляров петли Генле.

✓ Моча здорового человека не содержит:

- а) воду;
- б) мочевины;
- в) глюкозу;
- г) креатинин;
- д) мочевую кислоту.

✓ Вода и необходимые вещества для организма (аминокислоты, витамины, глюкоза, некоторые электролиты) из первичной мочи:

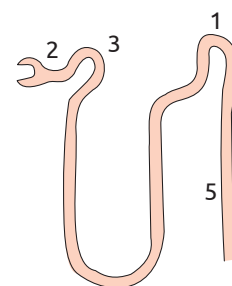
- а) всасываются в пищеварительный канал;
- б) возвращаются в кровь через стенки мочевого канала;
- в) запасаются в мочевом пузыре;
- г) выделяются во внешнюю среду.

3. Опиши этапы формирования мочи и пути её вывода из организма.

4. Приведи в соответствие цифры, которые показывают на схеме сегменты мочевого канала с определениями легенды:

Легенда:

- _____ Сегмент, в котором происходит фильтрация плазмы крови.
- _____ Сегмент, в котором происходит частичная реабсорбция из первичной мочи воды и необходимых для организма веществ.
- _____ Сегмент, содержащий самую концентрированную мочу.



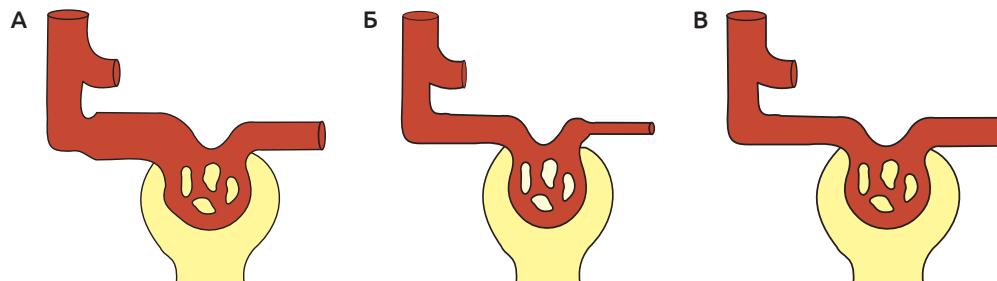
5. Предложи 2-3 меры профилактики болезней выделительной системы.

6. Опиши в нескольких предложениях симптомы пациентов с нефритом и гломерулонефритом. Назови причины этих заболеваний.

7. На схеме, диаметр артерий тельца обозначенного буквой А – в норме. Диаметр одной из артерий тельца Б меньше, а диаметр артерий тельца В – одинаковый.

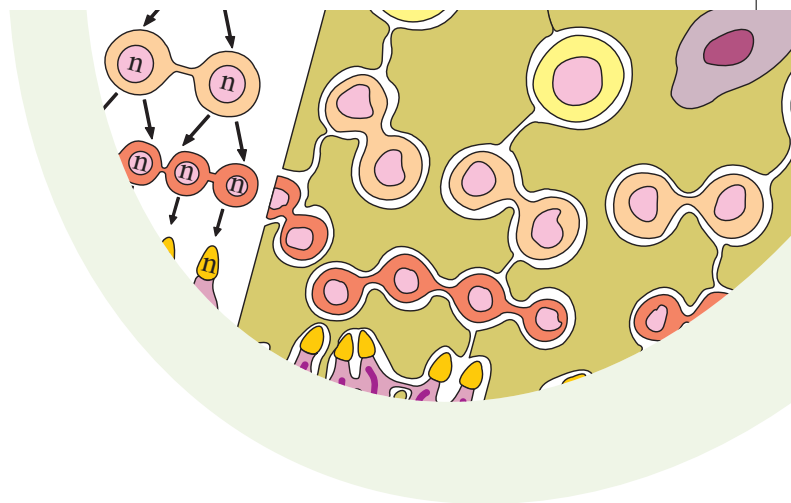
Используя эти данные оцени:

- а) изменение кровяного давления в тельцах В и С (увеличится или снизится). Объясни причину изменения;
- б) изменение объема клубочкового фильтрата (увеличится или снизится). Объясни причину изменения.



РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА И РАЗМНОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

- Мужская репродуктивная система
- Женская репродуктивная система
- Оплодотворение у человека
- Беременность и роды у человека
- Постнатальное развитие человека
- Гигиена и заболевания репродуктивной системы
- Реальный профиль
- Гуманитарный профиль



МУЖСКАЯ РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА

Рождение человека – чудо природы, но не случайное явление. Процесс родов в целом обеспечивается сложными биологическими механизмами и согласованной деятельностью органов человеческого тела: мужских и женских половых органов, желез внутренней секреции, нервной системы и др.

Мужские половые органы классифицируются в зависимости от:

✓ **локализации:** внешние (яички, их оболочка и пенис); внутренние (семенные протоки и придаточные железы);

✓ **выполняемых функций:** первичные, производящие сперматозоиды (яички); защитные (мошонка): семявыносящие протоки; придаточные железы, производящие компоненты спермы; совокупительный орган (пенис) (рис. 9.1).

Яички – мужские половые железы, выполняющие две основные функции: *формирование сперматозоидов* (сперматогенез) и *секрецию тестостерона* (эндокринная). Это органы овальной формы, уплощенные в поперечном направлении, подвешенные в мошонке. Продольный диаметр яичка 3–4 см, вес 15–25 г. Обычно левое яичко подвешено несколько ниже правого.

Яичко покрыто плотной фиброзной оболочкой – *белковая оболочка*, которая утолщается в задней части и образует неполную вертикальную перегородку – *средостение*, от которой отходят многочисленные тонкие фиброзные нити и неполные *перегородки*, разделяющие паренхиму яичка на 250–300 долек.

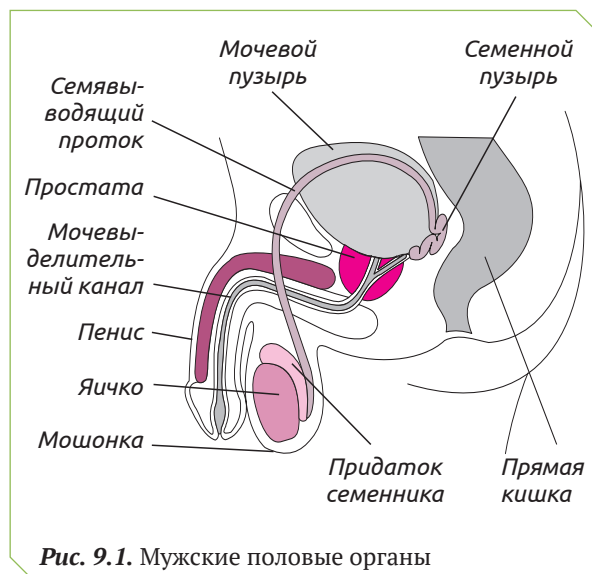


Рис. 9.1. Мужские половые органы

◆ **Сперматогенез** начинается в период полового созревания и продолжается в течение всей активной жизни мужчины. Эндокринная система через гипоталамо-гипофизарную ось координирует процесс.

Каждая долька яичка включает 1–4 извитых семенных канальца длиной 7–8 см, прикрепленных к сети соединительных волокон, и интерстициальные клетки Лейдига.

Эпителий семенных канальцев состоит из сперматогенных клеток и опорных клеток Сертоли. С возрастом сперматогенные клетки деградируют, а канальцы перестают производить сперму – становятся асперматогенами.

Сперматогенные клетки расположены слоями, каждый из которых содержит клетки на одном этапе образования сперматозоидов (стволовые клетки, сперматогонии, сперматоциты, сперматиды и сперматозоиды).

Опорные клетки Сертоли играют роль поддержки и питания для сперматогоний, выделяют жидкость, необходимую для подвижности и питания сперматозоидов, выделяют белок, концентрирующий тестостерон из семенного эпителия (под контролем ФСГ), обеспечивают выход сперматозоидов в просвет семенных канальцев.

Сперма производится мужскими репродуктивными органами и представляет собой смесь семенной плазмы и сперматозоидов.

Семенная плазма включает органические и неорганические соединения, секретируемые придаточными железами. Это среда, в которой сперматозоиды выживают, могут двигаться или «плавать». Среда влагалища кислая и содержит иммунные факторы, разрушающие сперму. Компоненты семенной плазмы нейтрализуют среду во влагалищном канале, таким образом защищая сперму от кислотной денатурации.

Сперматозоид (мужская гамета) – лишенная цитоплазмы клетка, в которой отличают:

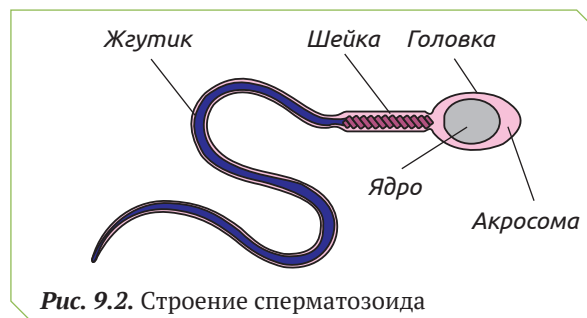


Рис. 9.2. Строение сперматозоида

✓ головку с гаплоидным ядром и акросомой, содержащую набор ферментов, необходимых для проникновения через мембрану яйца;

✓ шейку жгутика, богатую митохондриями, производящими энергию, необходимую для движения жгутика;

✓ жгутик осуществляющий движение сперматозоида со скоростью 1–2 мм/мин. (рис. 9.2).

Мужскую фертильность оценивают по подвижности, морфологии и количеству сперматозоидов на мл спермы. Нормальным является прямолинейное, упорядоченное движение сперматозоидов. Медленное, хаотичное движение сперматозоидов представляет дисфункцию – *астеноспермия*.

Патологическая морфология сперматозоидов (тератоспермия) включает: увеличенную головку, уплощенный или изогнутый кончик, акросома занимающая до 40% головки и др.

◆ Эндокринная функция яичек.

Клетки Лейдига секретируют с момента полового созревания, примерно 7 мг тестостерона – около 95% всего количества гормона (5% тестостерона секретируют клетки коркового слоя надпочечников).

Часть произведенного клетками Лейдига тестостерона циркулирует с током крови, обеспечивая развитие вторичных половых признаков, и определяя мужское поведение. Другая часть остается в эпителии семенных канальцев, и обеспечивает образование сперматозоидов. Для нормального сперматогенеза уровень тестостерона в клетках семенников должен быть в 200 раз выше, чем в крови.

◆ **Нейроэндокринная регуляция функций яичек.** Секреторные нейроны гипоталамуса выделяют гонадотропный гормон, который стимулирует секрецию гормонов ЛГ и ФСГ передней долей гипофиза. ЛГ стимулирует секрецию тестостерона клетками Лейдига, а ФСГ стимулирует секреторную активность клеток Сертоли.

Мошонка защищает яички от воздействия внешних факторов и обеспечивает температуру на 2–3 градуса ниже температуры тела. Поддержание этой разницы температур происходит благодаря удалению или приближению яичек к телу за счет сокращения мышц мошонки.

Пенис это копулятивный орган мужской репродуктивной системы и последний сегмент мочевыводящих путей. Достигает полного развития в подростковом возрасте. Пенис состоит из нескольких частей: головки (кончик полового члена), кавернозного тела (два столбика ткани по бокам полового члена), губчатого тела (столба губчатой ткани вдоль полового члена) и уретры.

Пенис выполняет две функции:

- ✓ половую, обеспечивается кавернозным телом, которое наполняется кровью во время эрекции, что позволяет совершать половой акт;
- ✓ мочеиспускательную.

Семявыносящие пути делятся на внутри- и внетестикулярные (рис. 9.3).

◆ Семенные внутритестикулярные пути:

✓ прямые семенные канальцы которые образуются путем соединения 1–4 извитых канальцев. Из стенки выложены только клетками Сертоли;

✓ сеть средостения, образованная соединением прямых семенных канальцев.

◆ **Семенные внетестикулярные пути:** эфферентные протоки и канал придатка, образующие придаток яичка, семявыносящий проток, семявыбрасывающий канал и уретру. Они генерируются из сети средостения.

✓ Эфферентные протоки (около 12–20 длиной 15–20 см). Они образуют головку придатка, соединяются и образуют проток придатка семенника;

✓ Проток придатка семенника длиной около 6–7 м, сложен и образует тело и хвост придатка яичка. По нему сперматозоиды передвигаются две недели, за это время они становятся фертильными. Канал открывается в семявыносящий проток.

✓ Семявыносящий проток длиной 50 см, тянется от хвостовой части придатка до дна мочевого пузыря.

✓ Семявыбрасывающий канал длиной 2 см образуется в результате слияния семявыносящего протока и выводного протока семенных пузырьков. Проникает в простату.

✓ Мужской мочеиспускательный канал длиной 14–16 см, берет начало в простате, обеспечивает вывод мочи и эякуляцию спермы.

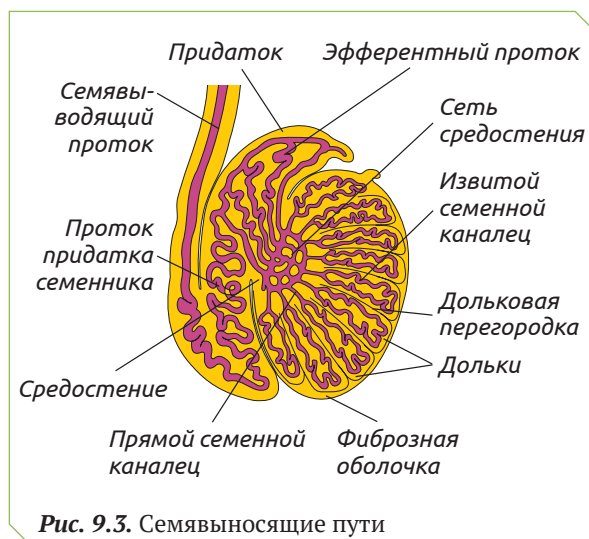


Рис. 9.3. Семявыносящие пути

Придаточные железы:

✓ семенные пузырьки, расположенные над простатой, открываются в семявыбрасывающий канал;

✓ простата, расположенная вокруг уретры, в которой открывается семявыбрасывающий канал;

✓ куперовские (бульбо-уретральные) железы, открывающиеся в уретру.

♦ **Семенной пузырек**, парный орган, выделяющий бесцветную семенную жидкость, содержащую аминокислоты, цитрат, ферменты, фруктозу (основной источник энергии сперматозоидов), белок, витамин С. Он составляет 65–75% от объема спермы.

♦ **Простата** это мышечно-железистый орган, который секретирует жидкость, входящую в состав спермы. Секрет простаты составляет 25–30% спермы, стимулирует сперматозоиды и содержит лимонную кислоту, фибриноли-

зин, простатспецифический антиген, протеолитические ферменты, цинк. Дефицит цинка может привести к снижению фертильности сперматозоидов. Мышцы простаты действуют как непроизвольный сфинктер уретры и предотвращают утечку мочи во время эякуляции. В результате моча не смешивается со спермой. У взрослых мужчин масса простаты составляет 20–25 г.

♦ **Куперовские железы** – две железы размером с горошину, соединенные с уретрой тонкими выводными протоками длиной 3–4 см. Расположены в толще глубокой поперечной мышцы промежности. Во время эякуляции сокращение этой мышцы вызывает выброс содержимого желез – вязкой бело-желтой жидкости, которая содержит галактозу, слизь, сиаловую кислоту. Слизь способствует подвижности сперматозоидов во влагалище. Железы регрессируют с возрастом.

ИССЛЕДОВАНИЕ**СПЕРМАТОГЕНЕЗ У МУЖЧИН РАЗНОГО ВОЗРАСТА**

Лабораторный анализ спермы двух здоровых мужчин 28 и, соответственно, 65 лет показал некоторые отличия в числе сперматозоидов в 1 мл спермы и их подвижности (смотри таблицу).

	Проба I	Проба II
Число сперматозоидов в 1 мл спермы	120 миллионов	57 миллионов
% подвижных сперматозоидов	30%	22%



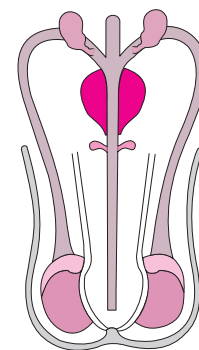
1. Определи где результаты мужчины 28 лет и мужчины 65 лет.
2. Назови причины этих отличий.

ВАЗЭКТОМИЯ

Вазэктомия является формой контроля над рождаемостью для пар, которые знают с уверенностью, что не хотят детей. Проводится путем рассечения семявыводящих протоков, через которые выделяются сперматозоиды. По словам врачей, после этой операции мужчина может вступать в сексуальные отношения, сохраняется эрекция, происходит эякуляция. Также вазэктомия не влияет на выработку тестостерона.



1. Найди на схеме мужской репродуктивной системы органы, которые рассекаются при вазэктомии.
2. Приведи аргументы, подтверждающие слова медиков.



1. Назови органы мужской репродуктивной системы и их функции.
2. Составь словарь терминов, обозначающих семявыносящие пути.

3. Составь схему внебестичулярных семявыносящих путей и рассчитай их длину.
4. Объясни в чем состоит защитная и терморегулирующая функция мошонки.

5. Подготовь презентацию РРТ на тему «Сколько живут сперматозоиды» на основе информации из QR-кода 9.1.



37 ЖЕНСКАЯ РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА

Женская репродуктивная система обеспечивает производство яйцеклеток, оплодотворение, имплантацию и развитие зародыша.

Деятельность женской репродуктивной системы происходит согласованно с другими системами органов, и управляется нейроэндокринной системой, в том числе органами самой системы: яичниками, маткой, плацентой, молочных желез, выполняющих эндокринные функции.

Женские половые органы (рис. 9.4) классифицируются в зависимости от:

✓ локализации: *внутренние*, расположенные в тазовой полости (яичники, маточные трубы, матка и влагалище); и *внешние* (большие и малые половые губы, клитор и девственная плева);

✓ функций: *половые железы* – яичники; *транспортные пути* – маточные трубы и матка; *совокупительные органы* – влагалище и внешние половые органы; *молочные железы* – которые после родов производят молоко для вскармливания младенца.

Яичники – это парные женские половые железы, розовые, яйцевидные, сплюснутые. Их размеры меняются в зависимости от физиологической активности, возраста, заболеваний. У девочек яичники весят 2–3 г, у зрелых женщин – 4–8 г. Во время овуляции объем яичников увеличивается в 2–3 раза. После менопаузы яичники весят 1–2 г и имеют тенденцию к атрофии.

Яичники выполняют две функции: овогенез и эндокринную функцию (эстроген и прогестерон определяют вторичные половые признаки).

◆ **Овогенез** – последовательность этапов формирования и развития яйцеклетки.

Этот процесс начинается во время внутриутробного развития женского организма и продолжается после физиологического перерыва,

который длится от рождения до полового созревания. Овогенез прекращается после 50 лет, когда начинается менопауза, знаменующая окончание репродуктивного периода у женщин.

Во время внутриутробного развития овогенез проходит через стадию размножения половых клеток – овогоний и стадию роста.

◆ **Яйцеклетка** (женская гамета) это сферическая клетка с гаплоидным ядром. Цитоплазма яйца содержит органы, типичные для эукариотической клетки, и питательные вещества. Яйцо окружено плотной пленкой из полисахаридов, которая называется лучистым венцом и слоем фолликулярных клеток (рис. 9.5). Сохраняет фертильность примерно 24 часа после овуляции.

Маточная труба (Фаллопиева труба) это канал длиной 10–12 см. Правая немного длиннее левой.

Стенка маточной трубы состоит из трех оболочек: *внутренней слизистой оболочки*, состоящей из мерцательного эпителия, *средней мышечной оболочки*, образованной гладкими круговыми мышцами, переходящими около матки в продольные мышцы, и *внешней серозной оболочки*. Такая структура обеспечивает «движение» яйцеклетки (или зиготы, если произошло оплодотворение) к матке, оплодотворение и начало процесса развития эмбриона.

Матка – мышечный полостной орган, расположенный в полости малого таза. Спереди матки находится мочевого пузыря, а сзади – прямая кишка. Матка обеспечивает имплантацию и питание эмбриона, а затем плода.

Стенка матки состоит из *эндометрия* (внутренней оболочки), *миометрия* (мышечной обо-

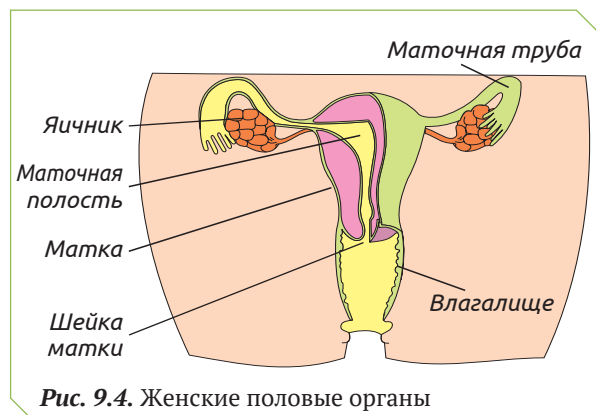


Рис. 9.4. Женские половые органы

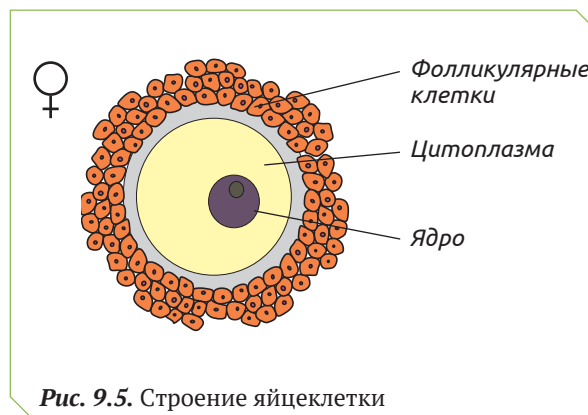


Рис. 9.5. Строение яйцеклетки

лочки), состоящего из гладких разветвленных мышечных волокон, соединенных концами и *периметрия* (внешней серозной оболочки).

Структура оболочек матки претерпевает функциональные изменения во время беременности и менструального цикла. Длина мышечных волокон миометрия в период беременности увеличивается с 50 до 500 мкм. Периодически, под действием гормонов яичников (прогестерона и эстрогена), эндометрий утолщается за счет кровеносных сосудов и желез, и готовится к приему эмбриона. Если оплодотворение не произошло, слизистая оболочка начинает отторгаться (наступает менструация).

Влагалище – расширяющаяся, фибромышечная трубка длиной около 8 см. Верхняя часть заканчивается шейкой матки, а нижняя открывается в половой щели.

Молочные железы (грудь) парные органы, которые содержат модифицированные сальные железы. Молочные железы входят в состав репродуктивной системы, потому что:

- ✓ обеспечивают вскармливание потомства;
- ✓ являются органами-мишенями действия эстрогена, прогестерона, андрогенных гормонов, глюкокортикоидов и минералокортикоидов, пролактина, инсулина, окситоцина.

Молочная железа (рис. 9.6) имеет сложную структуру и состоит из кожного покрова и тела железы.

На *кожном покрове* груди отличают ареолу, круглую область диаметром 2,5–3 см и сосок – выступ в центре ареолы молочной железы.

Тело молочной железы включает железистую паренхиму и строму (соединительно-жировую ткань), которая заполняет пространство между каналами и долями.

Железистая паренхима содержит 10–20 пирамидальных долей, ориентированных основанием к периферии и верхушкой в сторону соска,

и разветвленную систему галактофорных каналов. Каждая доля это одна смешанная железа, разделенная на дольки перегородками соединительной ткани стромы. В одной доле 10–100 ацинусов, выделяющих молоко. От основания каждой доли начинается канал, по которому молоко стекает к соску. У соска протоки галактофора образуют расширенную часть, называемую млечным синусом, где молоко накапливается в промежутках между сосаниями.

Строма тела молочной железы состоит из соединительно-жировой ткани, снабженной богатой капиллярной сетью.

Развитие и функциональная активность молочной железы запускаются эстрогенами, прогестероном и пролактином.

Эстрогены отвечают за рост груди, пигментацию сосков, развитие молочных протоков и остановку выработки молока при прекращении грудного вскармливания.

Прогестерон способствует развитию молочных желез и их подготовке к секреции молока. Может воздействовать на эстрогены, ингибируя их связывание с эпителием железы, что приводит к ограниченному образованию протоков. Таким образом, прогестерон защищает организм от возможного эстрогенного рака матки или груди.

Секреция молока обычно начинается после родов. Этот процесс вызван снижением концентрации эстрогена, плацентарных гормонов и сосательным воздействием на сосок, которое вызывает секрецию пролактина через 1–30 минут после воздействия.

Пролактин стимулирует секрецию молока после родов. Уровень пролактина в крови снижается быстрее у не кормящих женщин, а у кормящих – пролактин остается высоким в течение 18 месяцев. Пролактин участвует в восстановлении нормальной функции яичников и действует как естественный контрацептив (большинство женщин не беременеют во время кормления грудью).

Секреция и выделение молока регулируются нейроэндокринными процессами. Воздействие на сосок передается в гипоталамус, который вызывает секрецию окситоцина задней доли гипофиза.

Окситоцин оказывает успокаивающее действие, снижает артериальное давление, уровень кортизола, тревожность, стимулирует привязанность к ребенку. Боль, алкоголь, использование синтетического окситоцина во время родов подавляют секрецию окситоцина.

Для обеспечения лактации необходимо адекватное питание, избегание стресса, который может помешать нормальному контролю пролактина и секреции окситоцина. После прекращения грудного вскармливания железа

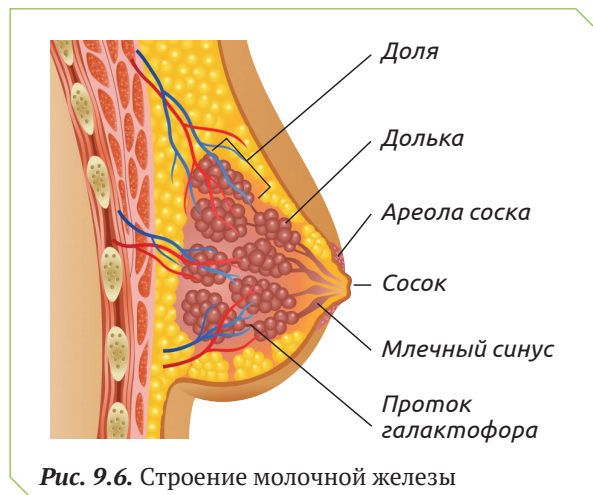


Рис. 9.6. Строение молочной железы

возвращается в неактивное состояние, а выброс пролактина и окситоцина уменьшается.

Изменения формы и размера молочной железы происходят из-за гормональных колебаний.

Во время беременности наблюдается заметное увеличение секреции и выделения эстрогена и прогестерона яичниками и плацентой, что вызывает серьезные изменения в форме и структуре молочной железы.

Ареолярная область кожи темнеет, протоки и дольки пролиферируют, а железа увеличивается в объеме. При удалении плаценты наблюдается уменьшение количества эстрогена и прогестерона, что повышает активность пролактина.

Во время менструального цикла (в лютеиновой фазе) прогестерон стимулирует рост желез и временное расширение долек, что приводит к увеличению груди во второй половине цикла.

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

Мужская и женская репродуктивная система различаются между собой (смотри таблицу), но только вместе могут обеспечить сохранение человеческого вида путем рождения потомства.

ИССЛЕДОВАНИЕ

	Мужская репродуктивная система	Женская репродуктивная система
Начинает функционировать	Во время полового созревания	Во время полового созревания
Первые проявления	Первая эякуляция	Первая менструация
Прекращает функционировать	В момент смерти	В менопаузе



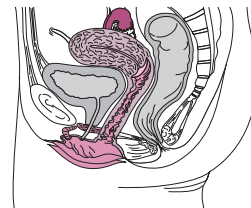
1. Когда человек становится способным к воспроизведению?
2. Объясни, почему мужчины могут способствовать зачатию потомства от полового созревания до конца жизни, а у женщин более короткий репродуктивный период.

ВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ТАЗОВЫХ ОРГАНОВ (ВЗТО)

Женское бесплодие, в большинстве случаев, связано с воспалительным заболеванием тазовых органов, в том числе инфекциями или воспалением маточных труб, поверхностных слоев матки, яичников. ВЗТО может быть вызвано инфекциями, передающимися половым путем, которые поражают шейку матки (гонорея или хламидиоз). Еще одной причиной ВЗТО является бактериальный вагиноз – бактериальная инфекция, которая не передается половым путем.



1. Определи на схеме женские репродуктивные органы, которые:
 - ✓ поражены в случае ВЗТО;
 - ✓ могут быть заражены гонореей и хламидиозом во время незащищенного полового акта;
 - ✓ поражаются бактериями, не передающимися половым путем.
2. Объясни, как бактерии проникают от места попадания инфекции в яичники, маточные трубы, матку.
3. Предложи меры профилактики ВЗТО.



1. Назови органы женской репродуктивной системы и их функции.
2. Составь словарь терминов, относящихся к женской репродуктивной системе.
3. Опиши структуры маточных труб, которые обеспечивают:
 - ✓ продвижение яйцеклетки;
 - ✓ оплодотворение.

4. Подготовь постер на тему «Здоровое питание для репродуктивной системы» на основе информации из QR-кода 9.2.



5. У здоровой женщины репродуктивного возраста при ультразвуковом обследовании выяснилось, что правый яичник примерно в 2,5 раза больше левого.
 - ✓ объясни, почему врач определил ситуацию как нормальную;
 - ✓ опиши изменения веса яичников в разном возрасте и разных физиологических состояниях.

38 ОПЛОДОТВОРЕНИЕ У ЧЕЛОВЕКА

§

Репродукция человека основана на слиянии двух гаплоидных гамет (яйцеклетки и сперматозоида), ядра которых содержат по 23 хромосомы. Это слияние сопровождается образованием диплоидной клетки (зиготы) с 46 хромосомами. Оплодотворение – это слияние женской и мужской гамет и образование зиготы (оплодотворенной яйцеклетки). После слияния гамет и их ядер образуется новый организм, который сочетает в себе родительские признаки.

У человека естественное оплодотворение внутреннее. Современный уровень развития медицины позволяет проводить экстракорпоральное оплодотворение.

ГАМЕТЫ – клетки, хранящие и передающие наследственную информацию от поколения к поколению, обеспечивая сохранение вида. Мужская гамета (сперматозоид) отличается от женской гаметы (яйцеклетки), а также от других типов клеток следующими признаками:

- ✓ они гаплоидны;
- ✓ другим соотношением размера ядра и цитоплазмы;
- ✓ медленным обменом веществ.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ (рис. 9.7) обеспечивается половым актом, во время которого сперма попадает во влагалище.

Среда влагалища кислая и содержит иммунные факторы, разрушительно воздействующие на сперму. Компоненты семенной плазмы нейтрализуют кислотную среду и защищают сперму от кислотной денатурации.

Один эякулят содержит около пятисот миллионов сперматозоидов, но в полость матки попадает только 1% из них (подвижные и без аномалий) которые прошли отбор в зоне шейки матки. До яйцеклетки одновременно добираются примерно 100 сперматозоидов, которые проникают через слой фолликулярных клеток, и только один из них осуществляет оплодотворение.

Сперматозоиды добираются от влагалища до маточных труб за 5 мин. за счет жгутиков, мышечных сокращений стенки матки и маточных труб, а также веществам, выделяемых яйцеклеткой (хемотаксис). Они сохраняют свою жизнеспособность в течении 24–72 часов.

Во время движения по женским половым органам мембрана сперматозоидов претерпевает специфические изменения, что делает их способными к оплодотворению.

♦ **Оплодотворение** происходит в одной из маточных труб и состоит из следующих этапов.

Слияние сперматозоида с яйцеклеткой. Сперматозоид прикрепляется к поверхности яйцеклетки, из акросомы высвобождаются энзимы, разрушающие ее оболочку (*акросомная реакция*), и формирующие канал, по которому сперматозоид проникает в яйцеклетку. Головка сперматозоида отделяется от жгутика и образует мужское ядро. Яйцеклетка становится непроницаемой для других сперматозоидов.

Слияние ядер сперматозоида и яйцеклетки (кариогамия) и образование диплоидного ядра, которое содержит 46 хромосом (23 материнских и 23 отцовских). Таким образом, яйцеклетка превращается в зиготу – первую клетку будущего организма.

Начало сегментации зиготы. Материнские и отцовские хромосомы ядра зиготы приближаются и фиксируются к нитям веретена деления – начинается первый цикл митоза.

При оплодотворении определяется пол будущего организма. Если ядро сперматозоида содержит половую хромосому X – родится девочка, а если он содержит Y-хромосому – родится мальчик.

ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Дисфункции мужской и женской половой системы снижают эффективность естественного оплодотворения. Современная медицина располагает методами, которые могут обеспечить искусственное или экстракорпоральное

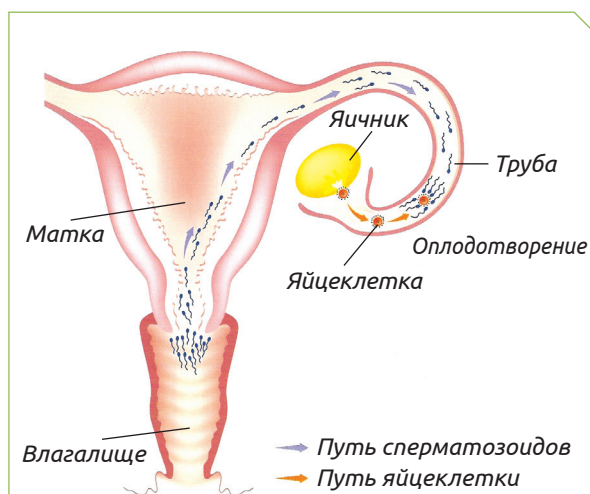


Рис. 9.7. Естественное оплодотворение

оплодотворение (ЭКО) (табл. 9.1; рис. 9.8) – медицинский способ формирования зародыша.

♦ Этапы ЭКО.

Получение яйцеклеток. В норме во время менструального цикла один яичник производит одну яйцеклетку. В случае ЭКО, для увеличения шансов оплодотворения, проводят стимуляцию яичников при помощи лекарств, которые способствуют одновременному созреванию нескольких яйцеклеток.

Изъятие зрелых яйцеклеток проводится через 34–36 часов после введения стимулятора путем пункции фолликулов яичников.

Получение сперматозоидов проводится путем мастурбации или хирургически за 24 часа до пункции фолликулов.

Инкубация яйцеклеток и сперматозоидов. Яйцеклетки и сперматозоиды помещаются в специальный питательный раствор на 48–72 часа. В среднем оплодотворяется около 50% отобранных яйцеклеток.

Оплодотворение можно произвести искусственно путем микроинъекции сперматозоида внутрь яйцеклетки.

Перенос зародыша в матку происходит при помощи катетера. Для увеличения шансов бе-

ременности, переносятся 2–3 зародыша, на стадии 2–4 или 8 бластомеров. Оставшиеся эмбрионы могут быть использованы в случае неудачного переноса, или могут быть заморожены и использованы для другой беременности.

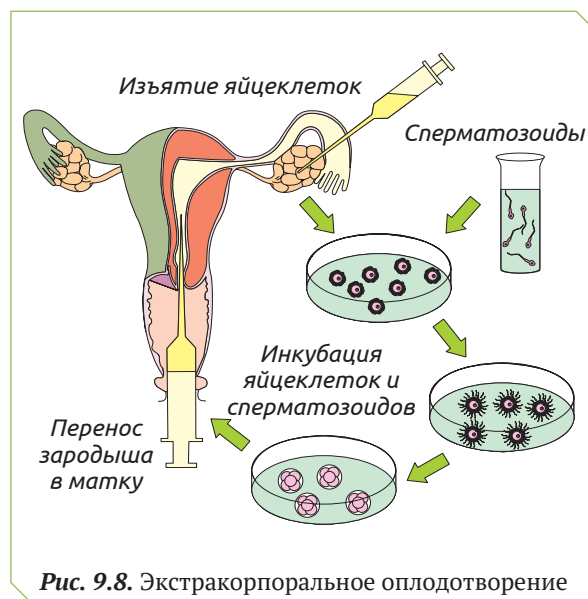


Рис. 9.8. Экстракорпоральное оплодотворение

Таблица 9.1

Методы искусственной репродукции человека

Пара		Метод искусственной репродукции	Беременность	Генотип ребенка
Мужчина	Женщина			
Стерильный	Здоровая (фертильная)	Искусственное оплодотворение донорской спермой	Материнская	Гены донора Материнские гены
Здоровый (фертильный)	Стерильная (заблокированы маточные трубы)	Экстракорпоральное оплодотворение спермой мужчины	Материнская, перенос зародыша в матку	Отцовские гены Материнские гены
Здоровый	Стерильная (не происходит овуляция)	Экстракорпоральное оплодотворение донорской яйцеклетки спермой мужчины	Материнская, перенос зародыша в матку	Гены донора Отцовские гены
Здоровый	Стерильная (аномалия матки)	Экстракорпоральное оплодотворение яйцеклетки женщины спермой мужчины	Суррогатная	Отцовские гены Материнские гены
Умерший	Здоровая (фертильная)	Искусственное оплодотворение замороженной спермой умершего мужчины	Материнская	Отцовские гены Материнские гены

	1. Опиши этапы образования спермы.	3. Объясни механизм, исключающий участие нескольких сперматозоидов в оплодотворении.	5. По какой причине оплодотворяется только 50% изъятых яйцеклеток. Аргументируй ответ.
	2. Составь схему пути сперматозоида из влагалища до яйцеклетки в маточной трубе.	4. Опиши этапы естественного оплодотворения.	

СПЕРМОГРАММА

Спермограмма является специальным тестом для определения количества и качества спермы мужчины в целях оценки мужской фертильности. В таблице представлены нормальные показатели и результаты спермограммы двух мужчин. Партнерши этих двух мужчин здоровые, фертильные женщины.

Параметры	Нормальные значения	Пациент А	Пациент В
Объем (мл)	2–6	5	1,5
Число сперматозоидов в 1 мл	$> 20 \times 10^6$	24×10^6	2×10^6
Подвижность через 1 час	$> 45\%$	52%	15%
% нормальных форм	$> 30\%$	65%	17%
% нетипичных форм	$< 70\%$	35%	83%



Укажи:

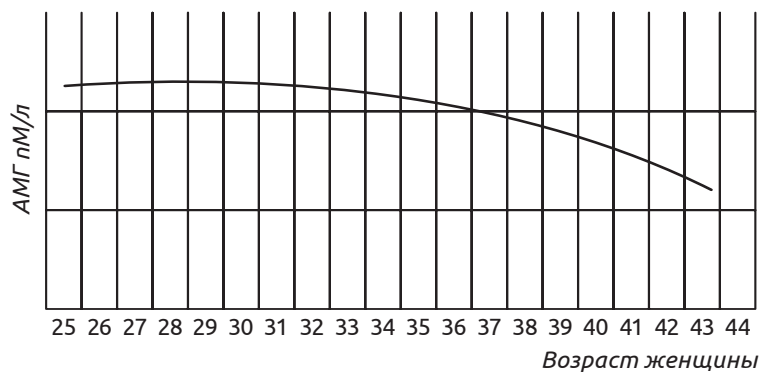
- ✓ Пациента с нормальной спермограммой. Аргументируй.
- ✓ Пациента с дисфункцией фертильности. Аргументируй.

Какая пара сможет зачать ребенка путем естественного оплодотворения? Аргументируй. Сможет ли пара, в которой у мужчины есть отклонения в спермограмме, иметь детей?

При помощи таблицы 9.1 предложи технику искусственного воспроизведения для пары с проблемами фертильности.

РЕЗЕРВ ЯИЧНИКОВ – ПРИЧИНА ЖЕНСКОГО БЕСПЛОДИЯ

Термин «резерв яичников» означает потенциальное число яйцеклеток женщины от рождения до менопаузы. С возрастом резерв яичников, а также качество яйцеклеток, падает. Исследования, проведенные учеными из Университета Сент Эндрюс и Университета Эдинбурга, впервые подтвердили гипотезу о снижении резерва яичников.



Ученые доказали, что женщина при рождении обладает, в среднем, 300 000 незрелыми яйцеклетками, хранящимися в яичниках. В возрасте 30 лет из этого резерва яичников остается, в среднем, около 12%, а в возрасте 40 лет – только 3%. Многие женщины ошибочно полагают, что, если их организм вырабатывает яйцеклетки, то фертильность остается на том же уровне.

Это явление объясняется тем, что организм выбирает и высвобождает самую здоровую яйцеклетку, поэтому со временем снижается вероятность рождения здорового ребенка и увеличивается риск рождения ребенка с отклонениями.

Резерв яичников женщин разных возрастов может быть определен уровнем антимюллеровского гормона (АМГ) в венозной крови. Он производится клетками зернистого слоя развивающихся фолликулов незрелых яйцеклеток, которые ожидают гормональный импульс, чтобы начать процесс созревания.



1. Дай определение понятия «резерв яичников».
2. Определи на диаграмме возрастной период, когда резерв яичников женщин: максимальный, сниженный.
3. Оцени (по 10-ти бальной шкале) шансы зачать здорового ребенка для женщин в 27 лет, 37 лет, 43 года.
4. Сформулируй вывод об изменении во времени резерва яичников и уровня АМГ в крови.

39 БЕРЕМЕННОСТЬ И РОДЫ У ЧЕЛОВЕКА

§

Онтогенез – индивидуальное развитие организма человека, начиная со стадии зиготы и до момента смерти. Онтогенетическое развитие человека делится на два периода:

- ✓ пренатальный (дородовой);
- ✓ постнатальный (послеродовой).

БЕРЕМЕННОСТЬ длится обычно 9 месяцев (40 недель), в течение которых человек развивается очень быстро, проходя через три последовательных этапа: *дозародышевый этап*, *зародышевый этап* и *плодный этап*.

◆ **Дозародышевый этап** (рис. 9.9) начинается при образовании зиготы и завершается в конце четвертой недели формированием зародыша. Состоит из *сегментации зиготы*, *имплантации*, *образовании гаструлы*.

Сегментация. Во время движения зиготы к матке она делится митозом на 2, 4, 8 и т.д. клетки, с одинаковой генетической информацией – *бластомеры*. После каждого деления клетки уменьшаются в размерах. В течение первых трех дней каждый из бластомеров может дать начало отдельному эмбриону. На данном этапе спонтанное разделение группы бластомеров приводит к появлению эмбрионов близнецов.

В этот период эмбрионального развития энергия и питательные вещества, необходимые для развития, зародышевые клетки получают из цитоплазмы яйцеклетки.

На 4-й день после оплодотворения, 64 бластомера образуют *морулу*, которая поступает в матку, где превращается в *бластулу*.

Периферические клетки бластулы образуют *трофобласт*, из которого развивается плацента. Центральные клетки образуют полость, заполненную жидкостью – *бластоцель*. Остальные клетки образуют *эмбриобласт*.

Размеры бластулы не превышают размеры зиготы из-за укорочения или отсутствия в клеточном цикле этапа роста клеток. В результате, дочерние клетки с каждым делением становятся все меньше. Все клетки бластулы имеют двойной набор хромосом (диплоидный) и идентичны по структуре.

Имплантация. В конце первой недели после оплодотворения на трофобласте образуются ворсинки, при помощи которых бластула крепится к стенке матки и которые выделяют гормоны, вызывающие первые симптомы беременности: затвердение сосков, тошноту, головокружение, отсутствие менструации.

Гаструла характеризуется:

- ✓ активным клеточным делением;
- ✓ появлением зародышевых листков: *эктодермы*, *энтодермы* и *мезодермы*, из которых развиваются ткани и органы.

Из эктодермы развивается нервная система и кожа; из мезодермы – скелетная, мышечная и сердечно-сосудистая система; энтодерма генерирует пищеварительный тракт, легкие и печень.

◆ **Зародышевый этап** начинается на второй неделе беременности, с образования клеток крови и дифференциации клеток сердца. Он длится около семи недель.

Первые органы появляются на пятой неделе: рудиментарные головной и спинной мозг; конечности выглядят как маленькие бутоны, а сердце и кровеносные сосуды четко очерчены. Хотя лицо еще не сформировано, на нем видны впадины, где будут глаза и уши.

На шестой неделе активно формируется внутреннее ухо и глаза, начинает появляться носовая полость. Головной и спинной мозг практически сформированы. Развивается пищеварительная и мочевыделительная система, но печень и почки еще не функционируют. Плечи, локти, колени, таз и легкие формируются на седьмой неделе.

В конце этого этапа (восьмая неделя) у зародыша есть руки, ноги, нос, глаза, рот, веки.

Зародышевый этап является наиболее уязвимым периодом развития человека, так как в

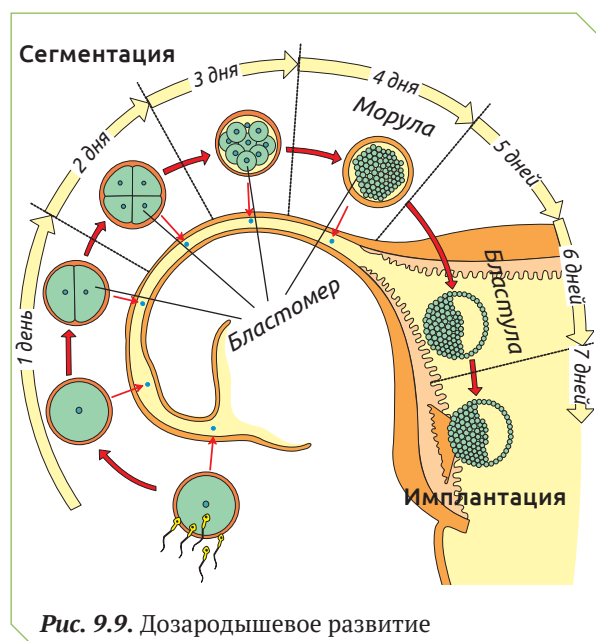


Рис. 9.9. Дозародышевое развитие

это время формируются все органы. Действие неблагоприятных факторов (наркотики, инфекции, алкоголь и т.д.) может привести к серьезным необратимым последствиям.

♦ **Плодный этап** начинается на восьмой неделе, и характеризуется развитием органов и систем органов, ростом в длину, прибавлением веса.

На четырнадцатой неделе плод начинает двигаться, появляются мышечные рефлексы век, ладоней и ног. В этот период появляется рефлекс глотания, ребенок икает, переворачивается, сжимает ручку в кулачек, спит и даже реагирует на внешние шумы. В пять месяцев начинает сосать большой палец, а через месяц появляется хватательный рефлекс.

Начиная с третьего месяца при помощи стетоскопа можно услышать сердцебиение плода. В возрасте 24 недель плод может выжить вне организма матери, если будет находиться в отделении интенсивной терапии.

Факторами риска, которые могут привести к различным нарушениям развития плода, являются вирусные и бактериальные инфекции (краснуха, грипп), венерические заболевания, курение, употребление алкоголя, наркотиков и др.

♦ **Плацента** дифференцируется на втором месяце беременности. Ее диаметр составляет 18–23 см, а толщина 3–6 см. Вес плаценты колеблется в зависимости от генотипа, размера и пола плода. Как правило, вес плаценты составляет 1/6 веса плода, а вес менее 300 г считается признаком различных нарушений развития. Ворсинки плаценты образуют площадь 10–14 м², и содержат до 50 км капилляров. За одну минуту через плаценту проходит 500 мл материнской крови. Ворсинки плаценты обеспечивают обмен веществ между кровью матери и плода.

Материнская кровь и кровь плода не смешиваются, но они контактируют через мембраны ворсинок плаценты, через которые происходит обмен веществ (CO₂, O₂, глюкозы и др.).

Пупочная артерия проводит материнскую кровь к плоду до плаценты, а пупочная вена несет кровь от плода к плаценте.

Роды это процесс появления одного или нескольких детей. Рождение – явление гуманитарное и социальное. Процесс рождения и все его аспекты варьируются в зависимости от исторических, географических, социальных и культурных особенностей. Эти контексты влияют на условия, в которых происходит рождение детей: присутствия в окружении роженицы медицинского персонала или других людей (акушеры, врачи, отец, близкие родственники и т.д.); места, где происходят роды (домашние условия, больница, родильный дом). Роды могут быть естественными или хирургическими (кесарево сечение).

♦ **Естественные роды** это физиологический, естественный процесс, который проходит в четыре стадии: ранний этап, переходный этап, извлечение плода, извлечение плаценты.

Ранний этап развивается в 2 фазы:

✓ Пассивная (латентная) фаза длится несколько часов. Шейка матки укорачивается и раскрывается до 3–4 см, плод опускается, желатиновая пробка удаляется, схватки становятся регулярными.

✓ Активная фаза длится 2–3 часа. Шейка раскрывается до 7–8 см, схватки становятся частыми, регулярными, интенсивными, плод приспосабливается к размерам таза, принимает положение, подходящее для рождения.

Переходный этап длится всего 30–90 минут. Шейка матки полностью открыта, череп плода спускается из шейки во влагалище и становится видимым на уровне промежности.

Извлечение плода начинается при полном раскрытии шейки матки и появлению выталкивающих потуг. Под действием выталкивающего усилия плод опускается в таз через родовые пути и ориентируется вправо или влево. Выходит череп, затем плечи, остальная часть тела и ноги.

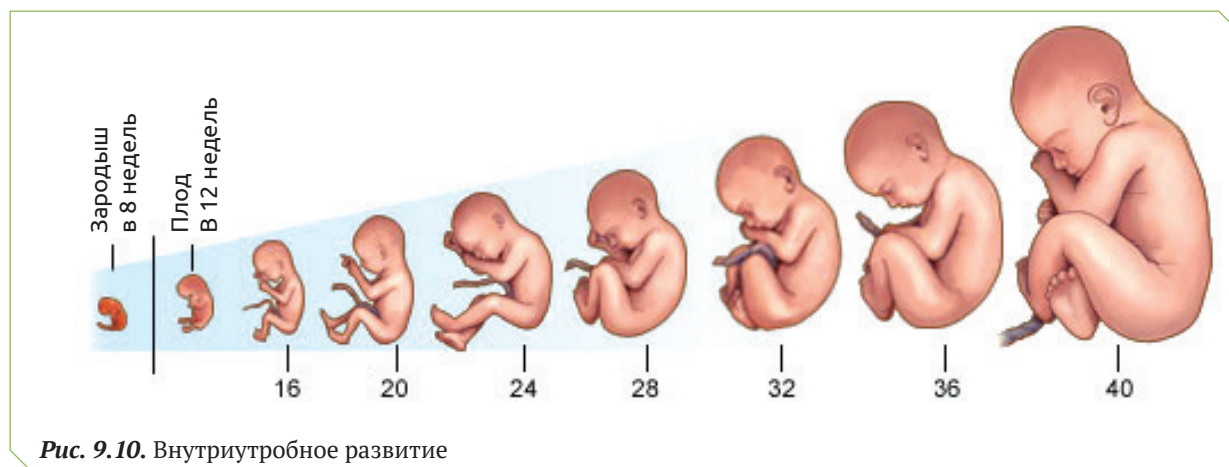


Рис. 9.10. Внутриутробное развитие

Извлечение плаценты длится 15–30 минут. Матка сокращается и выталкивает плаценту во влагалище. После нескольких сокращений при поддержке пуповины происходит извлечение плаценты вместе с мембраной, в которой был плод.

♦ **Кесарево сечение** – хирургическая процедура рождения ребенка через разрезы в стенке брюшной полости и матке. Кесарево сечение может быть выполнено в *экстренных случаях*,

когда необходимо быстро завершить течение беременности по состоянию здоровья матери или плода.

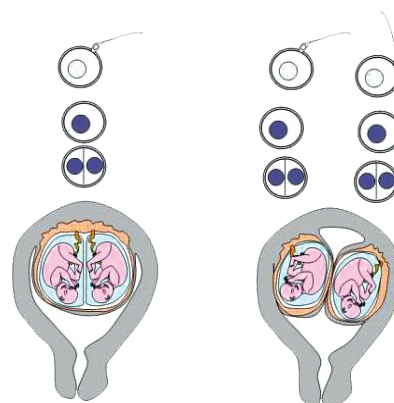
Кесарево сечение также может быть *способом родов, выбранным* будущими родителями. Этот вид родов (внезапный и принужденный) не влияет на респираторную адаптацию к воздушной среде у нормально развитых детей, но затрудняет ее у недоношенных детей и детей с задержкой роста.

БЛИЗНЕЦЫ

Двуяйцевые близнецы появляются в результате одновременного оплодотворения сразу двух яйцеклеток двумя сперматозоидами во время одного полового акта. В результате образуются две разные зиготы, которые имплантируются рядом в матке. Дети могут быть похожи, но не больше, чем похожи между собой братья и сестры. Двуяйцевые близнецы составляют две трети всех случаев двуплодной беременности. Однояйцевые близнецы появляются в результате одного оплодотворения. Образованная зигота, по еще не выясненным причинам, путем деления формирует два blastomeres, каждый из которых развивается самостоятельно. В результате появляются абсолютно одинаковые дети.



Объясни абсолютное сходство однояйцевых близнецов и небольшое сходство двуяйцевых близнецов.

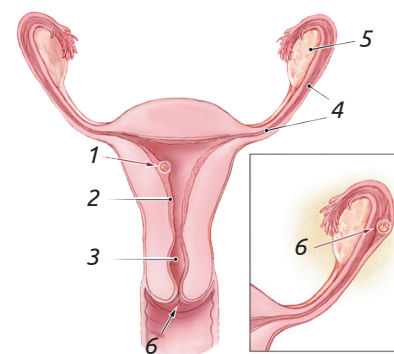


ВНЕМАТОЧНАЯ БЕРЕМЕННОСТЬ

В нормальных условиях после оплодотворения яйцеклетка движется в сторону матки. Иногда имплантируется в стенку маточной трубы – возникает внематочная беременность. Если подобную беременность не обнаружить и не прервать вовремя, она приводит к разрыву маточной трубы и возникновению обширного кровотечения, и может поставить под угрозу жизнь женщины.



1. Составь легенду схемы.
2. Определи на рисунке изображение нормальной и внематочной беременности.



1. Дай определение понятиям:

- ✓ естественное оплодотворение;
- ✓ экстракорпоральное оплодотворение.

2. Опиши этапы пренатального развития человека, используя в качестве ориентиров:

- ✓ период времени после оплодотворения;
- ✓ отличительные черты будущего организма;
- ✓ факторы риска и их эффекты.

3. Приведи сравнительное описание эмбрионального и плодового этапа развития человека.

4. Опиши роль плаценты во время пренатального развития человека.

5. Рассчитай, сколько времени цитоплазма яйцеклетки является единственным источником питательных веществ и энергии для будущего плода.

6. Подготовь постер, который бы доказывал, что алкоголь, наркотики, радиация являются факторами риска во время фазы гаструлы.

7. Объясни, почему эмбриональный период является самым уязвимым периодом развития человека.

Развитие человека происходит на протяжении всей жизни, и включает в себя физические, поведенческие, когнитивные и эмоциональные изменения. Эти изменения лежат в основе перехода человека от младенчества к этапу детства, затем к подростковому периоду и зрелости. На этом пути, каждый человек вырабатывает определенные навыки и ценности.

Сексуальность – это свойство, которое развивается на протяжении всей жизни: в каждом возрасте развиваются определенные половые признаки и половое поведение. Продолжительность различных периодов развития строго индивидуально, но все же в случае отклонений от общепринятых норм, особенно у детей и подростков, рекомендуется проконсультироваться с врачом.

В литературе встречаются различные схемы периодизации постнатального развития. Одна из них представлена ниже:

- ✓ детство (0–14 лет);
- ✓ подростковый возраст (14–19/21 лет);
- ✓ молодость (21–35 лет);
- ✓ зрелость (35–56 лет);
- ✓ старость (56–70 лет);
- ✓ долголетие (от 70 лет).

Детский период характеризуется быстрым ростом и развитием организма. С первых дней младенцы адаптируются к новым условиям, все системы органов начинают функционировать самостоятельно. Легкие, которые еще содержат амниотическую жидкость, наполняются воздухом, кровеносная система начинает работать автономно, пищеварительная система обеспечивает переваривание молока и т.д. Все эти изменения происходят под действием гормонов, вырабатываемых эндокринными железами новорожденного.

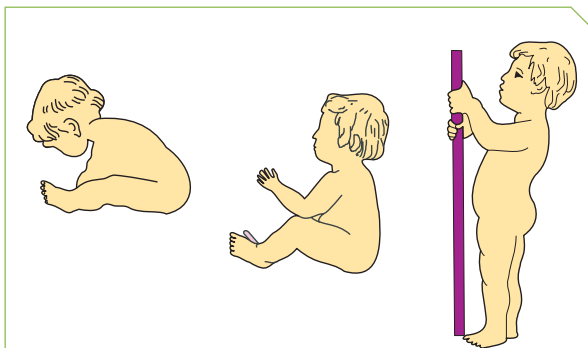


Рис. 9.11. Формирование изгибов позвоночника

В результате формирования навыков держать голову, сидеть, стоять и ходить, у ребенка формируются изгибы позвоночника (рис. 9.11). У новорожденных эти изгибы малозаметны, позвоночник практически прямой.

Первый изгиб – шейный – образуется, когда ребенок начинает держать голову. Голова имеет тенденцию сгибаться вниз. Чтобы держать ее в вертикальном положении, позвоночник образует выпуклый назад изгиб.

Когда ребенок учится сидеть, образуется вогнутый грудной изгиб.

Когда ребенок начинает стоять и ходить, развивается выпуклый вперед поясничный изгиб и параллельно с ним – крестцово-копчиковый изгиб.

В первые месяцы жизни закрывается задний шов черепа, а в 18 месяцев – передний. В двухлетнем возрасте ребенок становится относительно самостоятельным (ходит, разговаривает, ест и т.д.). Впоследствии ребенок растет равномерно и медленнее. В этот период фактором роста выступает гормон соматотропин. Окончательное формирование зубного аппарата происходит в возрасте шести лет.

От двух до двенадцати лет происходит быстрое развитие психических и физических способностей: координация, двигательные навыки, развивается речь, письмо, ответственность за свои поступки и т.д.

Таблица 9.2

Изменения во время полового созревания

Девушки

Увеличение объема яичников и матки.
Появление менструального цикла.
Формирование и развитие груди.
Развитие бедер и таза.
Появление волосяного покрова женского типа.

Юноши

Удлинение пениса, рост мошонки и яичек.
Появление первой эякуляции.
Изменение тембра голоса.
Увеличение роста и мышечной массы, расширение плеч.
Появление волосяного покрова мужского типа.

Подростковый возраст (период полового созревания) характеризуется физическими, психическими и физиологическими изменениями, которые определяются уровнем половых гормонов и половым созреванием. В течение этого периода происходит развитие половых органов, вторичных половых признаков, формирование личности (табл. 9.2).

Подростковый возраст является периодом, когда возникает классический «конфликт поколений». Подросток категорически выражает одобрение или неодобрение, не считаясь с мнением родителей. Подросткам присуще чувство неуверенности в себе в плане привлекательности.

Период зрелости характеризуется завершением процесса роста, приоритетом становится карьера, профессия, самоутверждение, душев-

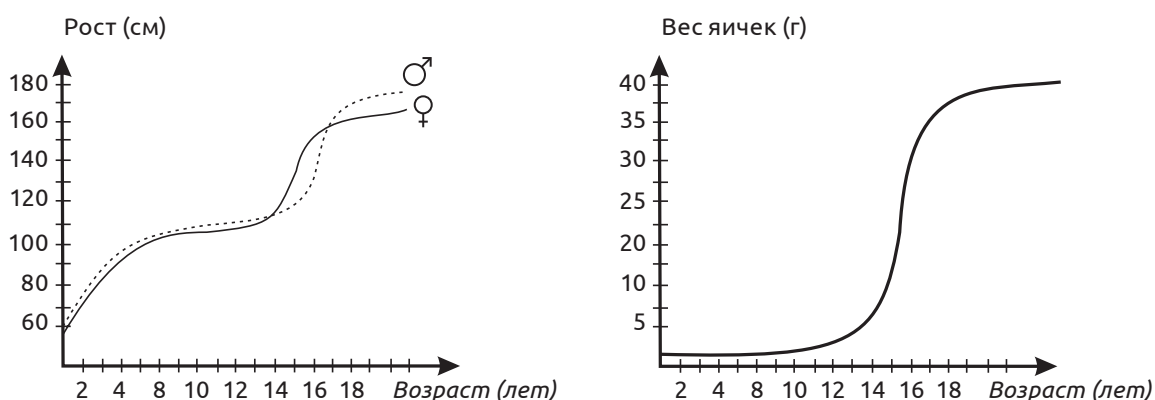
ное спокойствие и т.д. В это время важную роль играет здоровый образ жизни. У женщин в 45–55 лет появляются изменения, связанные с менопаузой (снижение уровня половых гормонов, остеопороз и т.д.).

Период старости начинается с постепенных физиологических и психологических изменений. Кожа теряет эластичность, мышцы утрачивают тонус, кости становятся хрупкими, уменьшается острота чувств (зрения, слуха, обоняния и т.д.).

Долголетие зависит от генотипа человека и от его образа жизни. В это время существенно снижается выделительная способность печени и почек, дыхательная способность легких, работоспособность сердца, снижается скорость распространения нервных импульсов.

ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ

В период полового созревания организм человека претерпевает физиологические и поведенческие изменения, которые указывают на достижение половозрелости. Данные изменения происходят под воздействием гормонов ФСГ и ЛГ, синтезируемых передней долей гипофиза. У мужчин эти гормоны стимулируют развитие яичек, запускают их эндокринную функцию, сперматогенез и др.



1. Основываясь на информации из текста и графиков, определи предполагаемый возраст начала половой зрелости у девушек и юношей.
2. Назови основной гормон яичек; гормон гипофиза, которые стимулирует секрецию гормона яичек.
3. Опиши роль гормона яичек в процессе полового созревания у юношей и в проявлении репродуктивной функции яичек.



1. Сформулируй определения для следующих понятий: детство, подростковый период, взрослый период, старость, долголетие.
2. Опиши кратко различия между 17–18-летним и 27–28-летним молодым человеком (внешний вид, социальное поведение и др.)
3. Составь анкету, на основе которой вы получите информацию от родителей, бабушек и дедушек об особенностях собственного онтогенетического развития. Представь результаты в виде эссе, фильма, фотоколлажа или РРТ.
4. Подготовь постер, показывающий влияние алкоголя, наркотиков, курения в подростковом возрасте на развитие организма человека.
5. Подготовь круглый стол на тему: «Диалог между поколениями».

ГИГИЕНА И ЗАБОЛЕВАНИЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Правила гигиены репродуктивной системы включают:

✓ Начало половой жизни в возрасте, когда организм к ней подготовлен физически и морально.

✓ Практикование защищенного секса. Профилактика заболеваний, передающихся половым путем (ЗППП), проще и дешевле, чем лечение самой инфекции. Некоторые ЗППП имеют длительный инкубационный период, в течение которого у человека не проявляются симптомы, даже если инфекция существует (ВИЧ может оставаться незамеченным в течение как минимум 6 месяцев). Перед половым контактом хорошо знать, есть ли у вашего партнера факторы риска, связанные с репродуктивной системой.

✓ Избегание половых контактов, если у партнеров есть симптомы ЗППП или они проходят курс лечения от такого заболевания;

✓ Сбалансированное питание обеспечивает работу половых желез и формирование здоровых гамет.

✓ Регулярная физическая активность поддерживает репродуктивное здоровье.

✓ Использование презерватива. Презерватив теряет свою роль защиты от ЗППП в моногамных отношениях.

✓ Соблюдение правил гигиены репродуктивных органов.

✓ Избегание стрессовых ситуаций, влияющих на нервную и эндокринную системы, руководящие деятельностью репродуктивной системы.

✓ Избегание злоупотребления алкоголем, курения и употребления наркотиков.

ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕРЕДАЮЩИЕСЯ ПОЛОВЫМ ПУТЕМ: сифилис, гонорея, трихомоноз, генитальный герпес и др., вызванные вирусами (вирус папилломы человека, герпеса, гепатита В, вирус иммунодефицита человека ВИЧ), бактериями (хламидии, влагалищные трихомонады, спирохеты), грибами (*Candida albicans*) или лобковыми вшами, которые передаются во время полового акта. Называются также венерическими, от имени богини любви – Венеры.

Симптомы ЗППП:

✓ обильные выделения из влагалища (у женщин) или уретры (у мужчин);

✓ сыпь в области влагалища, ануса или пениса;

✓ боль или жжение при мочеиспускании;

✓ боль во время полового акта.

При наличии одного из перечисленных симптомов необходимо проконсультироваться с врачом в целях своевременного лечения.

Венерические заболевания можно предотвратить, если соблюдать следующие правила:

✓ использование презервативов, которые обеспечивают контрацепцию и защиту от половых инфекций;

✓ сокращение числа половых партнеров;

✓ соблюдение личной гигиены, особенно генитальной гигиены, до и после полового акта.

ЗАБОЛЕВАНИЯ МУЖСКОЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ могут быть инфекционными, травматическими и нетравматическими.

Инфекционные заболевания. Вирусы, бактерии, грибы, чесоточные клещи могут вызвать различные заболевания мужских репродуктивных органов: яичек (орхит); придатка семенника (эпидидимит); мочеиспускательного канала (уретрит); мочевого пузыря (цистит); волосяных фолликулов (абсцессы); всей генитальной зоны (гангрена Фурнье).

♦ **Орхит** это воспаление одного или обоих яичек, вызванное кишечной палочкой, стафилококками, стрептококками, бактериями, передающимися половым путем, вирусом паротита (возбудитель эпидемического паротита) и т.д. Орхит может возникнуть в результате проникновения инфекции с током крови.

♦ **Эпидидимит** это воспаление придатка яичка, которое возникает в результате инфекции. У детей вызван инфекциями мочевыводящих путей. У сексуально активных мужчин возникает в результате заражения инфекциями, передаваемыми половым путем, а у пожилых – в результате увеличения простаты. Есть также небактериальный эпидидимит.

Нетравматические заболевания.

♦ **Рак яичка** поражает мужчин в возрасте 15–35 лет и возникает в 4 раза чаще у представителей белой расы. Признаками являются тяжесть и дискомфорт в области мошонки или в нижней области живота, а также боль, которая усиливается при пальпации.

♦ **Эректильные дисфункции** вызваны нарушениями деятельности кровеносных сосудов, снабжающих половой член кровью.

Эти проблемы выражаются в отсутствии эрекции из-за недостаточного притока крови в пенис. Приапизм – дисфункция, при которой пенис остается в состоянии эрекции. Подобное состояние очень болезненно и требует медицинского вмешательства.

♦ **Перекрут яичка** происходит в результате поворота яичка и семенного канатика, которое приводит к нарушению кровоснабжения яичка. Восстановление функции и сохранение яичка возможно только в течение 4–6 часов.

♦ **Дисфункции в области мошонки** возникают в результате накопления жидкости вокруг яичка (гидроцель) или увеличения диаметра вен, с последующим их скручиванием в мошонке (варикоцель). Как правило, эти дисфункции устраняются хирургически.

Травматические заболевания. Травмы возникают во время занятий спортом (футбол, езда на велосипеде) и в результате воздействия химических веществ.

Самостоятельный осмотр яичек должен выполняться раз в месяц, после купания, когда кожа мошонки расслаблена. Осмотр позволяет вовремя выявить любые изменения, которые происходят в яичках.

Подростки, молодые люди, у которых наблюдалось неопущение яичка, или случаи рака яичка в семье, должны особенно серьезно относиться к самостоятельному осмотру.

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЖЕНСКОЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

♦ **Кандидоз влагалища** является грибковой инфекцией, которой страдают в течение жизни примерно 75% взрослых женщин. Возбудителями являются дрожжи рода *Candida*, которые входят в состав нормальной микрофлоры, а в определенных условиях могут стать патогенными.

Вагинальный кандидоз может возникнуть в результате лечения антибиотиками, нарушения эндокринных функций, снижения иммунитета организма, сахарного диабета, беременности, дефицита железа, фолиевой кислоты, витамина B₁₂ или цинка и т.д.

В целях профилактики кандидоза необходимо соблюдение сбалансированной диеты, без сахара и быстрых углеводов; включающей йогурты с живыми культурами бактерий. Необходимо избегать тесной одежды, перегрева и повышенной влажности. Вагинальный канди-

доз лечится медикаментозно, по рекомендации врача.

♦ **Метрит** это воспаление шейки или тела матки, вызванное: бактериальной (хламидиоз, гонорея, стрептококки, палочка Коха и т.д.) или вирусной инфекцией (цитомегаловирус, герпес); эндокринными нарушениями; травмами.

Метрит шейки матки весьма распространен и проявляется обильными выделениями, болью в нижней части живота, бесплодием и т.д.

Лечение метрита зависит от причины воспаления. Пациенты должны соблюдать сексуальную гигиену, и проходить регулярное обследование.

♦ **Аднексит** – воспаление яичников и маточных труб, вызванное бактериями, которые проявляются обильными выделениями, болью во время полового акта, нарушением менструального цикла и т.д. Аднексит может вызывать бесплодие. Лечение включает прием антибиотиков и противовоспалительных препаратов по рекомендации врача.

Бесплодие определяется как невозможность забеременеть после одного года регулярных половых контактов без использования противозачаточных средств. Половина из этих пар, начинают естественным образом на втором году. Шансы на зачатие выше у молодых пар.

Фертильность женщины максимальна в 27 лет и снижается после 30 лет, когда количество яйцеклеток снижается и увеличивается риск выкидышей. Мужская фертильность не сильно зависит от возраста, хотя количество сперматозоидов уменьшается.

Бесплодие может быть вызвано образом жизни, и его можно предотвратить, избегая: курения и употребления наркотиков, которые снижают количество сперматозоидов; воздействия токсичных химикатов; злоупотребления алкоголем, влияющее на гаметогенез; заболеваний, передающихся половым путем, влияющих на репродуктивную систему; гормональные нарушения.

Успех в лечении бесплодия состоит в наступлении нормальной беременности, завершившейся рождением здорового ребенка.

Лечение бесплодия зависит от ее причины: гормональная терапия, хирургическое лечение или методы вспомогательной репродукции. Женское бесплодие лечить легче, чем мужское. В некоторых случаях бесплодие можно успешно вылечить, а иногда лечение не гарантирует наступление беременности.

СИФИЛИС – САМОЕ РАСПРОСТРАНЕННОЕ ЗППП В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Сифилис является одним из наиболее часто встречаемых заболеваний передаваемых половым путем, которое вызвано спиралевидной бактерией (*Treponema pallidum*). Это серьезное заболевание, особенно с точки зрения последствий, которые проявляются со временем во всем организме, в том числе в сердечно-сосудистой и нервной системе. Заражение сифилисом происходит половым путем, путем контакта с ранами больного, через поцелуи, через контакт с зараженными предметами (стакан, бритва, плохо стерилизованные медицинские инструменты).

Заболеваемость сифилисом в Республике Молдова на 100 000 жителей в 2011 году

Кишинэу	77,5	Чимишлия	67,0	Хынчешть	53,0	Шолдэнешть	39,1
Бэлць	80,8	Криулень	51,0	Яловень	99,2	Штефан Водэ	81,8
Анений Ной	66,2	Дондушень	13,0	Леова	43,0	Тараклия	40,6
Басарабьяска	13,7	Дрокия	38,0	Ниспорень	67,0	Теленешть	57,8
Бричень	15,9	Дубэсарь	16,0	Окница	11,0	Унгень	81,8
Кахул	65,0	Единец	54,0	Орхей	77,0	АТО Гагаузия	30,5
Кэлэрашь	36,0	Фэлешть	20,0	Резина	49,3		
Кэушень	76,0	Флорешть	31,0	Рышкань	51,2		
Кантемир	79,4	Глодень	32,0	Сынджерей	38,5		



1. Изучи данные таблицы и определи районы с самым высоким и самым низким распространением заболевания.
2. Объясни причины высокой заболеваемости сифилисом.
3. Предложи меры по предотвращению заражения сифилисом.

РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА – ЛИДЕР ПО БЕСПЛОДИЮ

Согласно исследованию, проведенному Институтом развития и социальных инициатив (IDIS) «Viitorul», в Республике Молдова число бесплодных пар увеличилось вдвое за последние 10 лет. Это актуальная проблема, как на национальном, так и на глобальном уровне, и факторы, способствующие бесплодию, разнообразны. Основная причина в том, что женщины откладывают зачатие ребенка, но с возрастом, возникают проблемы с фертильностью. Бесплодие также вызвано социально-экономическим положением страны, отношением общества к женщине, ее ролью в обществе, но особенно проблемами со здоровьем: патологиями щитовидной железы, йодной недостаточностью и радиацией, психологическими травмами, вирусными инфекциями, курением, алкоголем, стрессом и др.

Ziarul de Gardă – <http://www.zdg.md/social/campioni-la-infertilitate>



1. Перечисли причины женского и мужского бесплодия.
2. Опиши влияние откладывания периода зачатия на женскую фертильность.
3. Может ли официальный мониторинг бесплодия в Республике Молдова уменьшить число бесплодных пар?



1. Назови факторы риска для нормальной работы репродуктивной системы.
2. Опиши кратко правила гигиены мужской и женской репродуктивной системы.
3. Назови причины мужского и женского бесплодия.
4. Предложи меры профилактики, способные снизить количество бесплодных пар.

5. Представь в виде таблицы заболевания мужской и женской репродуктивной системы, причины, симптомы и методы профилактики.
6. Подготовь постер о заболеваниях передающихся половым путем, факторах риска и мер профилактики. Представь его одноклассникам.

7. Организуй дебаты на тему «Планирование семьи» используя информацию из QR-кода 9.3.



РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА

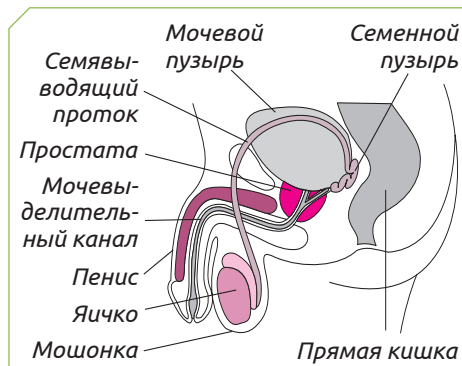
Обеспечивает сохранение человеческого вида и развитие половых характеристик посредством:

- ✓ производства гамет;
- ✓ процесса оплодотворения и внутриутробного развития человека;
- ✓ выработки половых гормонов.



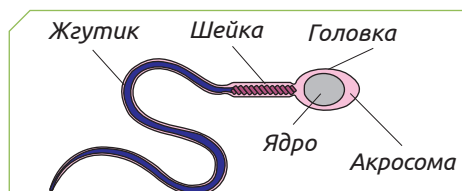
МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

- ✓ **Яички** – производят сперматозоиды и тестостерон.
- ✓ **Мошонка** – защищает яички.
- ✓ **Семявыносящие пути** – эвакуация спермы.
- ✓ **Придаточные железы** – секретируют вещества спермы.
- ✓ **Пенис** – совокупительный орган.



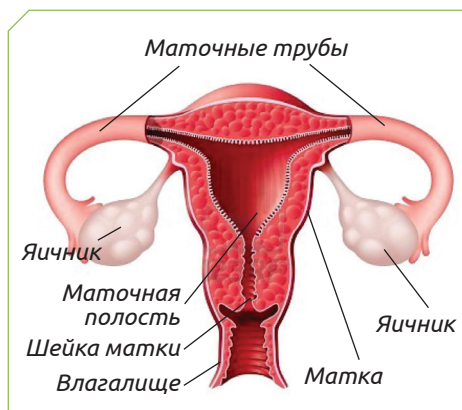
СПЕРМАТОЗОИДЫ, МУЖСКИЕ ГАМЕТЫ

- ✓ **Головка** с гаплоидным ядром и акросомой, содержащей набор ферментов, необходимых для проникновения через мембрану яйцеклетки.
- ✓ **Шейка жгутика** – содержит митохондрии, которые производят энергию, необходимую для движения жгутиков.
- ✓ **Жгутик** обеспечивает движение спермы со скоростью 1–2 мм/мин.



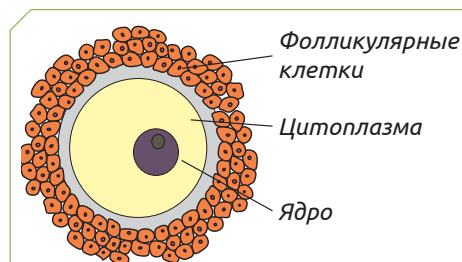
ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

- ✓ **Яичники** – производят яйцеклетки и женские половые гормоны (эстрогены и прогестерон).
- ✓ **Маточные трубы** обеспечивают «движение» яйцеклетки (или зиготы, если произошло оплодотворение) к матке, оплодотворение и запуск процесса развития эмбриона.
- ✓ **Матка** – орган где развивается зародыш, а затем плод.
- ✓ **Влагалище** и внешние половые органы – совокупительные органы.
- ✓ **Молочные железы** – вторичные половые признаки, после родов производят молоко.



ЯЙЦЕКЛЕТКА, ЖЕНСКАЯ ГАМЕТА

- ✓ **Ядро** гаплоидное.
- ✓ **Цитоплазма** содержит обычные для эукариотической клетки органеллы.
- ✓ **Лучистый венец** – плотная пленка из полисахаридов.
- ✓ **Фолликулярные клетки**.



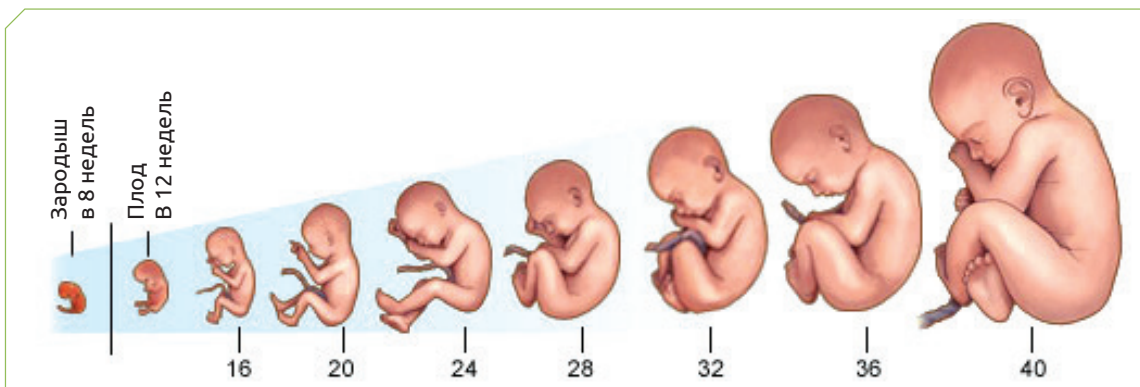
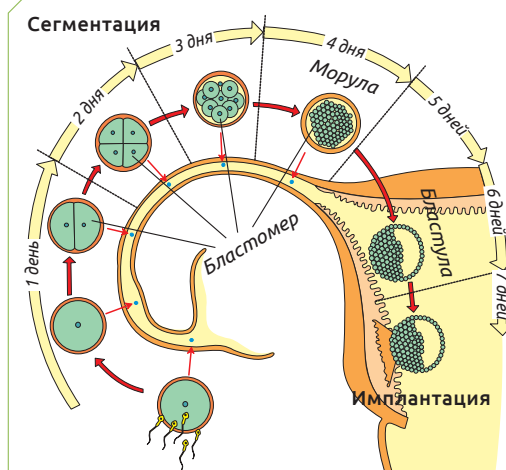
ОНТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Онтогенетическое развитие человека состоит из двух периодов:

- ✓ дородового (пренатального);
- ✓ послеродового (постнатального).

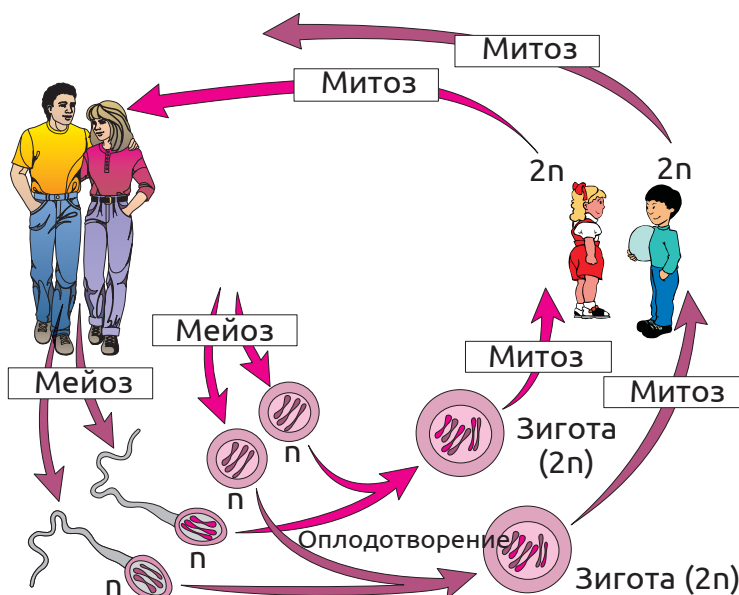
ДОРОДОВЫЙ ПЕРИОД

- ✓ **Дозародышевый этап** (7 дней) – сегментация зиготы, имплантация, образование гастрюлы.
- ✓ **Зародышевый этап** (2–8 недели) – формируются все органы.
- ✓ **Этап плода** (2–9 месяцев) – развиваются органы и системы органов, происходит рост, накапливается вес.



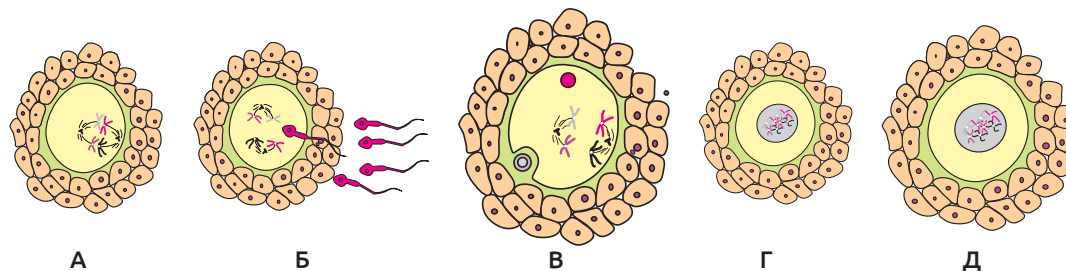
ПОСЛЕРОДОВЫЙ ПЕРИОД

- ✓ **Детство** (0–14 лет);
- ✓ **Подростковый возраст** (14–19/21 лет);
- ✓ **Молодость** (21–35 лет);
- ✓ **Зрелость** (35–56 лет);
- ✓ **Старость** (56–70 лет);
- ✓ **Долголетие** (от 70 лет).



1. Дай определение понятия контрацепция.

2. Назови этапы оплодотворения, представленные на схеме, и расставь буквы в соответствии с последовательностью их прохождения.



3. Опиши овогенез и сперматогенез.

4. Ядро половых клеток человека содержат 23 хромосомы. Рассчитай:

- ✓ число хромосом в ядрах эпителиальных клеток;
- ✓ число хромосом в ядрах клеток на этапе роста сперматогенеза;
- ✓ число хромосом в четырех клетках, полученных на этапе роста овогенеза.

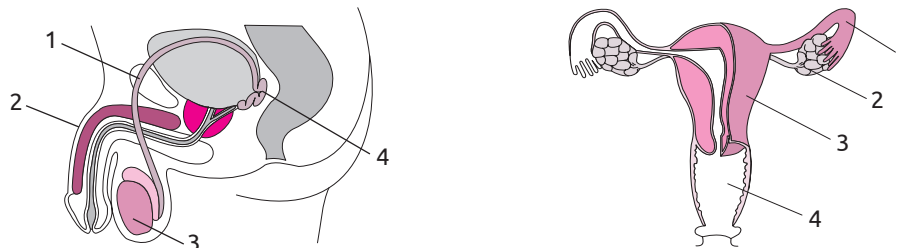
5. Выбери правильный вариант, описывающий путь сперматозоидов от места образования до матки.

1. Яички – семенные пузыри – семявыносящий проток – простата – мочеиспускательный канал.
2. Яички – семявыносящий проток – семенные пузыри – простата – мочеиспускательный канал.
3. Яички – семявыносящий проток – простата – семенные пузыри – мочеиспускательный канал.
4. Яички – семенные пузыри – семявыносящий проток – мочеиспускательный канал – простата.

6. Расставь цифры в порядке, описывающем последовательность прохождения яйцеклетки от места образования до матки.

1. Матка.
2. Яичник.
3. Маточные трубы.
4. Брюшная полость.

7. Составь легенду схем репродуктивной мужской и женской системы.



8. Объясни, как можно оценить состояние половых желез (функционально активные или пассивные) у детей в возрасте от 10 до 15 лет только по их внешнему виду.

9. Прочти внимательно предложение:

«В городе Муш, в Турции, есть обычай, давать на руки невесте, которая переступает первый раз порог дома жениха, мальчика, в надежде, что первым в семье родится мальчик».

Можно ли верить в эту примету?

Составь эссе, которое бы содержало научное объяснение процесса формирования пола будущего ребенка.