

ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

Учебное пособие

Минск БГМУ 2024

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БИОЛОГИИ

ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для иностранных слушателей
подготовительных отделений учреждений высшего образования
по медицинским специальностям

4-е издание



Минск БГМУ 2024

УДК 57(075.8)
ББК 28.70я73
О-75

А в т о р ы: канд. биол. наук, доц. Е. В. Чаплинская; канд. мед. наук, доц. В. Э. Бутвиловский; канд. мед. наук, доц. Л. М. Сычик; канд. биол. наук, доц. Е. И. Карасева; канд. биол. наук, доц. Н. И. Мезен

Р е ц е н з е н т ы: каф. медицинской биологии и общей генетики Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета; канд. биол. наук, доц. каф. биологии с курсами нормальной и патологической физиологии Гомельского государственного медицинского университета В. А. Мельник

Основы биологии : учебное пособие / Е. В. Чаплинская [и др.]. – 4-е изд. – О-75 Минск : БГМУ, 2024. – 156 с.

ISBN 978-985-21-1559-9.

Представлен теоретический учебный материал, иллюстрации и контрольные вопросы к 46 темам практических занятий по разделам «Цитология», «Многообразие органического мира», «Человек и его здоровье», «Генетика». Первое издание вышло в 2020 году.

Предназначено для иностранных слушателей подготовительного отделения.

**УДК 57(075.8)
ББК 28.70я73**

ISBN 978-985-21-1559-9

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2024

ВВЕДЕНИЕ

Биология — учебная дисциплина, содержащая систематизированные научные знания о различиях между живой и неживой природой, строении, развитии и функциях органов, систем органов и целых организмов, взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой.

Академик И. В. Давыдовский назвал биологию «теоретической основой медицины». Следовательно, от уровня подготовки иностранного слушателя по биологии зависит успешность его дальнейшего обучения в медицинском университете.

На подготовительном отделении по биологии иностранные слушатели изучают: химический состав, обмен веществ и энергии, структуру и функции клеток (цитология); строение и жизнедеятельность бактерий, протистов и животных (многообразие органического мира); строение и процессы жизнедеятельности человека (человек и его здоровье); наследственность и изменчивость (генетика). Таким образом, главные усилия иностранных слушателей при овладении дисциплиной «Биология» должны быть направлены на изучение основ цитологии, генетики, анатомии, физиологии человека и условий сохранения его здоровья. Данный учебный материал в дальнейшем необходим студентам для успешного освоения большинства учебных дисциплин медицинского профиля. Так, в курсе «Медицинская биология и общая генетика» медицинских университетов более детально изучают цитологию, генетику, паразитологию, сравнительную анатомию, экологию и прочие разделы.

Основы полученных знаний на доуниверситетском уровне являются фундаментом для изучения анатомии и физиологии человека, гистологии, общей гигиены, микробиологии и других дисциплин, без которых невозможно познание жизнедеятельности здорового и больного человека (профилактические и клинические дисциплины медицинского университета).

Предлагаемое учебное пособие призвано помочь иностранным слушателям освоить основы биологии, успешно пройти вступительные испытания по дисциплине и стать студентами высшего учебного заведения медицинского профиля.

Авторы

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

A — аденин

АТФ — аденозинтрифосфорная кислота

Г — гуанин

ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота

РНК — рибонуклеиновая кислота

иРНК — информационная рибонуклеиновая кислота

рРНК — рибосомная рибонуклеиновая кислота

тРНК — транспортная рибонуклеиновая кислота

Т — тимин

У — урацил

Ц — цитозин

ЭПС — эндоплазматическая сеть

2n — диплоидный набор хромосом

1n — гаплоидный набор хромосом

chr — хроматиды

РАЗДЕЛ I. ЦИТОЛОГИЯ

Тема 1. БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВОГО

Биология — это наука о живых организмах (*bios* — жизнь; *logos* — наука). **Объекты** изучения биологии различны. Это бактерии (микробы), грибы, растения, животные и человек.

Вся природа состоит из неживых объектов (вода, камень) и живых организмов. Живые организмы отличаются от неживых объектов своими свойствами.

Основные свойства живого:

- обмен веществ и энергии;
- наследственность и изменчивость;
- размножение (репродукция);
- рост и развитие;
- онтогенез и филогенез;
- раздражимость;
- гомеостаз.

Обмен веществ и энергии между организмом и окружающей средой является главным условием жизни. Организм получает из окружающей среды пищу, воду, кислород. В окружающую среду организм выделяет ненужные ему вещества (например, CO_2).

Наследственность и изменчивость связаны с размножением. *Наследственность* — это сходство детей и родителей. *Изменчивость* — это отличие детей от родителей.

Размножение (репродукция) — это способность живых организмов воспроизводить себе подобных. Организмы стареют и умирают. Вместо них остаются новые, молодые организмы.

Рост — увеличение массы и размеров организма или органа.

Развитие — процесс формирования организма или отдельных органов.

Онтогенез (индивидуальное развитие) — развитие организма от образования зиготы и до смерти.

Филогенез — историческое развитие вида.

Раздражимость — это ответная реакция организма, органа, клетки на действие факторов внешней среды. Ответная реакция одноклеточных организмов называется *таксисом*. Ответная реакция на факторы внешней среды организмов, которые имеют нервную систему, называется *рефлексом*. Например, реакция глаза человека на яркий свет.

Гомеостаз — это свойство организма поддерживать постоянство внутренней среды.

Все живые организмы состоят из клеток. Строение, функции клеток, их размножение и развитие изучает наука **цитология** (лат. cytos — клетка, logos — наука).

Контрольные вопросы:

1. Что изучает биология?
2. Назовите объекты изучения биологии.
3. Из чего состоит вся природа?
4. Назовите основные свойства живого.
5. Что является главным условием жизни?
6. Что организм получает из окружающей среды?
7. Что организм выделяет в окружающую среду?
8. Что такое наследственность?
9. Что такое изменчивость?
10. Что такое размножение?
11. Что такое рост?
12. Что такое развитие?
13. Что такое онтогенез?
14. Что такое филогенез?
15. Что такое раздражимость?
16. Что такое гомеостаз?
17. Какое строение имеют все живые организмы?
18. Что изучает цитология?

Тема 2. КЛЕТКА — СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА ЖИВОГО. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

Цитология — наука, которая изучает строение, функции клеток, их размножение и развитие.

В 1665 г. английский ученый Роберт Гук открыл клетку. В 1839 г. немецкий зоолог Теодор Шванн сформулировал **клеточную теорию**.

Основные положения современной клеточной теории:

1. Все живые организмы состоят из клеток.
2. Клетки растений и животных похожи по строению и химическому составу.
3. Размножение клеток обеспечивает рост и развитие организма.
4. Новая клетка образуется от материнской клетки в результате ее деления.

Клетка — структурная, функциональная и генетическая единица живого.

Клетка имеет все основные свойства живого.

Есть организмы, которые состоят из одной клетки, например, протисты (амеба, инфузория). Их клетка выполняет функцию целого организма.

Растения, животные и человек — это многоклеточные организмы. Они состоят из большого количества клеток.

Форма клеток зависит от функции. Например, нервная клетка имеет длинный отросток (аксон), который передает нервный импульс. Мышечная клетка имеет вытянутую форму, потому что при работе она изменяет длину.

Размеры клеток разные: от нескольких микрометров до 100 микрометров. Есть большие клетки, например, яйца птиц.

Есть две группы живых организмов: *прокариоты* и *эукариоты*. Клетки прокариот не имеют ядра. К прокариотам относятся бактерии и сине-зеленые водоросли. Клетки эукариот имеют ядро. К эукариотам относятся протисты, грибы, растения и животные.

Клетки организмов содержат разные *химические элементы*. Они входят в состав **неорганических и органических соединений**.

Элементы, которые содержатся в клетках в большом количестве, называются *макроэлементами*. Это кислород, углерод, водород, азот, фосфор, сера, кальций, магний, калий, натрий, хлор. Элементы, которые содержатся в клетках в малом количестве, называются *микроэлементами*. Это медь, йод, цинк, кобальт, фтор и др.

Неорганические вещества — это *вода и минеральные соли*.

Количество **воды** в клетках составляет 60–95 % и зависит от вида тканей: в костной ткани — 20 %; в нервной ткани — 70 %; в клетках эмбриона — 90 %.

Роль воды: 1) все биохимические реакции в клетке проходят в водной среде; 2) растворитель для веществ; 3) образует оболочку вокруг макромолекул; 4) обеспечивает движение веществ в клетке; 5) участвует в химических реакциях (гидролиз).

Клетки содержат **минеральные соли** в разных концентрациях в виде катионов (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) и анионов (Cl^- , $H_2PO_4^{2-}$, HCO_3^- , SO_4^{2-}). Например, костная ткань содержит много солей фосфора и кальция, мышечная ткань содержит много солей калия. Минеральные соли участвуют в биохимических процессах и определяют pH цитоплазмы клетки.

Органические вещества клетки — это белки, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), гормоны, витамины и другие.

Белки (протеины) имеют сложное строение и большой молекулярный вес. Белки являются полимерами и состоят из мономеров. Аминокислоты — мономеры белков. Белковые молекулы имеют разную структуру:

– первичную — аминокислоты соединяются пептидными связями в цепочку;

– вторичную — водородные связи закручивают цепочку в спираль;

– третичную — дисульфидные (S-S) связи соединяют белковую спираль в трехмерную (3D) глобулу;

– четвертичную — разные химические связи соединяют вместе несколько белковых глобул (рис. 1).

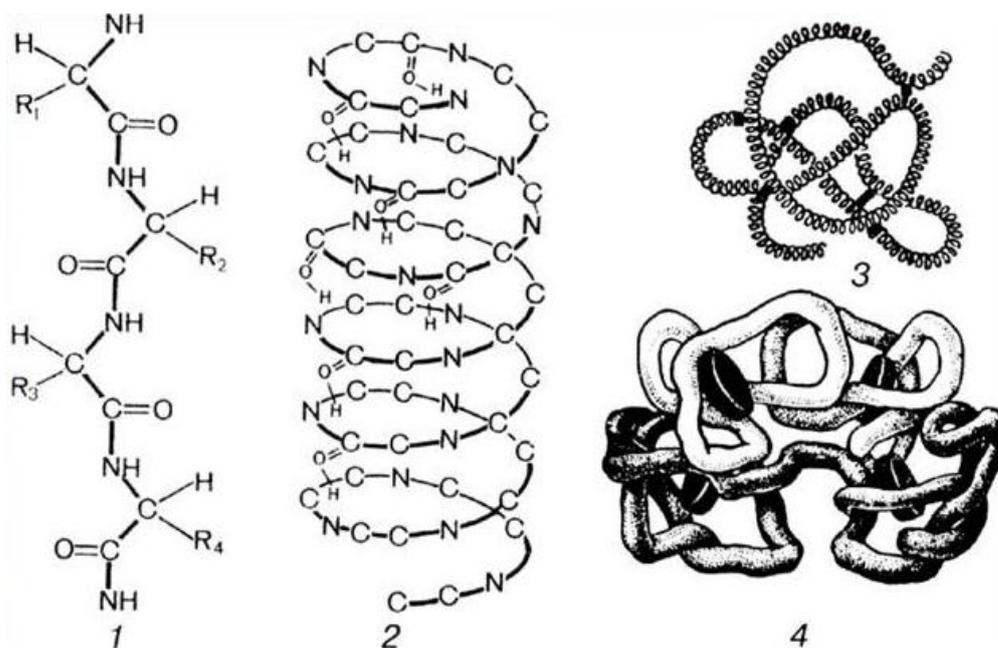


Рис. 1. Уровни организации белка:

1 — первичная структура белка; 2 — вторичная структура белка;
3 — третичная структура белка; 4 — четвертичная структура белка

Функции белков:

1. Структурная — белки входят в состав мембран и органелл клетки. Например, из кератина и коллагена состоят хрящи, сухожилия, волосы, ногти.

2. Транспортная — белки переносят разные вещества. Например, гемоглобин эритроцитов переносит кислород и углекислый газ.

3. Двигательная (сократительная). Например, миозин участвует в сокращении мышц.

4. Регуляторная — белки регулируют обмен веществ. Например, гормон инсулин регулирует уровень сахара в крови.

5. Каталитическая — все ферменты являются белками, они ускоряют биохимические реакции.

6. Энергетическая — белки являются источником энергии.

Углеводы $C_n(H_2O)_m$ — это вещества, которые содержат углерод, водород, кислород. Углеводы делятся на моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

Моносахариды (простые сахара) содержат в молекуле 5 атомов углерода (пентозы); 6 атомов углерода (гексозы). Пентозы (рибоза и дезоксирибоза) входят в состав нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) и АТФ. Гексозы (глюкоза, галактоза, фруктоза) входят в состав олигосахаридов и полисахаридов. Самыми важными олигосахаридами являются дисахариды.

Дисахариды: мальтоза (глюкоза + глюкоза), лактоза (глюкоза + галактоза), сахароза (глюкоза + фруктоза). Моносахариды и дисахариды хорошо растворяются в воде и имеют сладкий вкус.

Полисахариды (целлюлоза, крахмал, гликоген) являются полимерами и состоят из мономеров. Глюкоза — мономер полисахаридов. Полисахариды не растворяются в воде и не имеют сладкого вкуса.

Функции углеводов:

1. Энергетическая — источник энергии в клетках (например, глюкоза).
2. Структурная — входят в состав клеточных оболочек (например, целлюлоза).
3. Запасная — являются запасными веществами в клетках (например, крахмал, гликоген).

Липиды (жиры) — органические вещества, которые не растворяются в воде. *Жиры* состоят из глицерола и жирных кислот. *Ненасыщенные* жирные кислоты содержат в молекулах двойные связи (C=C). *Насыщенные* жирные кислоты не содержат в молекулах двойных связей (C-C). Растительные жиры (например, оливковое масло) состоят из ненасыщенных жирных кислот, поэтому они жидкие. Животные жиры (например, сливочное масло) состоят из насыщенных жирных кислот, поэтому они твердые.

Липиды образуют сложные комплексы с белками (липопротеины), углеводами (гликолипиды), остатками фосфорной кислоты (фосфолипиды).

Функции липидов:

1. Структурная — входят в состав биологических мембран.
2. Энергетическая — источник энергии в клетке.
3. Терморегуляторная — сохраняют тепло и поддерживают постоянную температуру тела.
4. Запасная — являются запасными питательными веществами.

Контрольные вопросы:

1. Что изучает цитология?
2. Кто и когда открыл клетку?
3. Кто и когда сформулировал клеточную теорию?
4. Назовите основные положения клеточной теории.
5. Назовите организмы, у которых клетка выполняет функции целого организма.
6. Какие организмы называются многоклеточными?
7. От чего зависит форма клеток?
8. Приведите примеры клеток разной формы.
9. Какие размеры имеют клетки?
10. Приведите примеры самых больших клеток.
11. Кто такие прокариоты и эукариоты?
12. Какие элементы называются макроэлементами? Приведите примеры.
13. Какие элементы называются микроэлементами? Приведите примеры.

14. Назовите неорганические соединения клетки?
15. Какое количество воды содержат клетки?
16. Какова роль воды в жизни клетки?
17. В какой форме содержатся в клетке минеральные соли?
18. Назовите органические вещества клетки.
19. Почему молекулу белка называют полимером?
20. Что является мономером белка?
21. Какую структуру могут иметь белковые молекулы?
22. Назовите функции белков.
23. Какие химические элементы входят в состав углеводов?
24. Что такое моносахариды? Приведите примеры.
25. Что такое дисахариды? Приведите примеры.
26. Что такое полисахариды? Приведите примеры.
27. Назовите функции углеводов.
28. Что такое липиды?
29. Приведите примеры растительных и животных жиров.
30. Назовите функции липидов.

Тема 3. КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА. ПОСТУПЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКУ

Клетка имеет оболочку, цитоплазму и ядро.

Цитоплазма — это раствор белков и других химических соединений, в котором находятся органеллы (рис. 2).

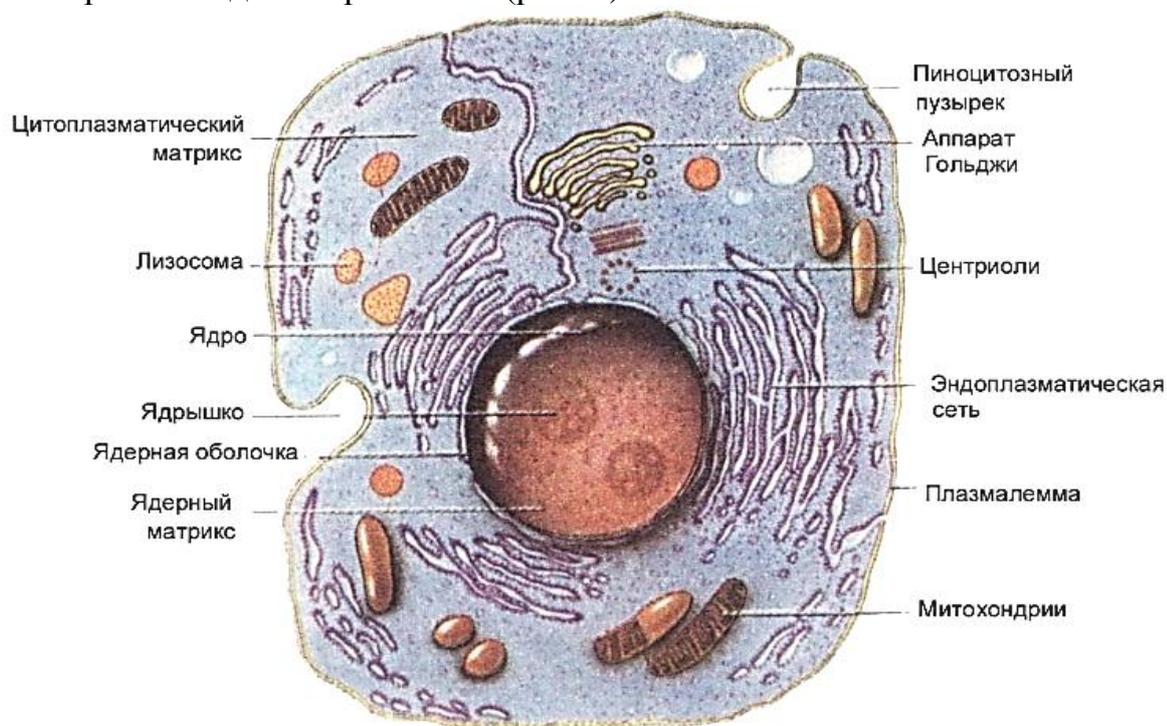


Рис. 2. Схема строения клетки

Оболочка покрывает клетку. В состав оболочки входит биологическая мембрана (плазмолемма). Первую модель мембраны предложили в 1943 г. Н. Даусон и Р. Даниэлли. Это была модель «сэндвича» — **бутербродная модель**. Между двумя слоями белковых молекул расположены два слоя молекул липидов (билипидный слой). Каждая молекула липида имеет *гидрофильную* (водорастворимую) *головку* и *гидрофобные* (водонерастворимые) *хвосты*. Хвосты молекул липидов направлены друг к другу внутрь, а головки — наружу мембраны.

Более совершенная модель — **жидкостно-мозаичная**, предложена С. Сингером и Г. Николсоном в 1972 г. Два слоя молекул липидов (билипидный слой) образуют «липидное море». Часть белковых молекул лежит на поверхности билипидного слоя. Это *периферические* белки. Часть белковых молекул находится только в одном липидном слое. Это *полуинтегральные* белки. Часть белковых молекул располагается в двух липидных слоях. Это *интегральные* белки (рис. 3).

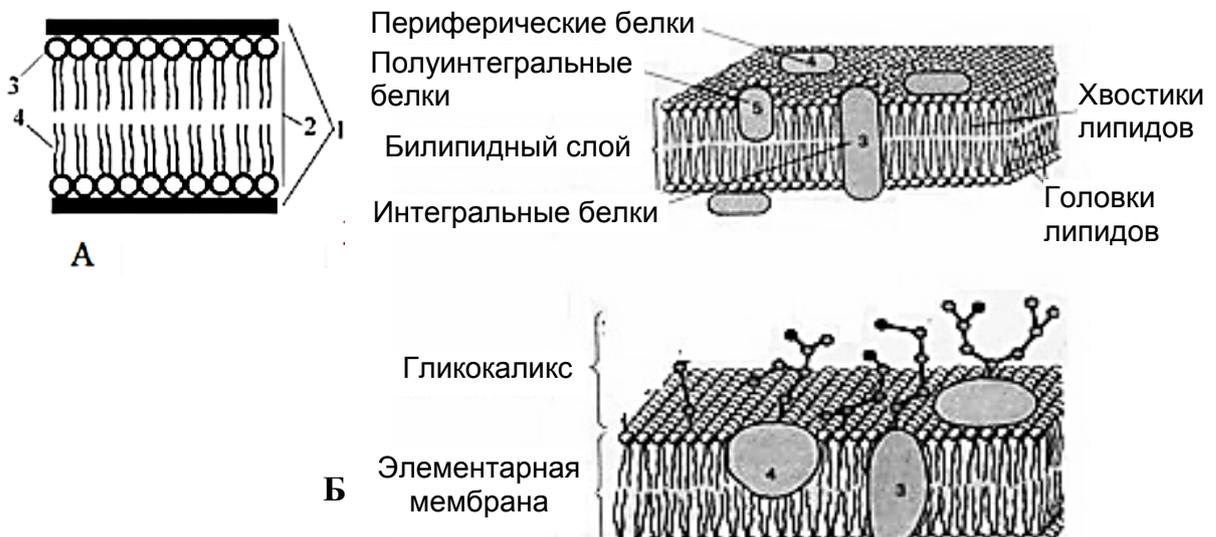


Рис. 3. Схемы моделей биологической (элементарной) мембраны:
 А — сэндвича (бутербродная): 1 — сплошные слои белка; 2 — билипидный слой;
 3 — гидрофильные головки липидов; 4 — гидрофобные хвосты липидов;
 Б — жидкостно-мозаичная

В состав мембраны животных клеток также входят углеводы — полисахариды, которые образуют *гликокаликс*. Гликокаликс представляет собой рецепторы. Эти рецепторы узнают определенные химические вещества.

Снаружи мембраны растительных клеток находится *клеточная стенка*, которая состоит из полисахарида целлюлозы.

Основное свойство мембраны — *избирательная проницаемость*. Это значит, что через мембрану могут проходить только определенные вещества.

Функции биологической мембраны:

1. Структурная — мембрана входит в состав органелл, оболочки ядра.
2. Защитная — защищает клетку от факторов внешней среды.

3. Транспортная — через мембрану поступают нужные клетке вещества.

4. Рецепторная — узнает определенные вещества и обеспечивает взаимодействие между клетками.

5. Ферментативная (каталитическая) — некоторые белки мембран являются ферментами и участвуют в биохимических реакциях.

Мембрана регулирует поступление веществ в клетку и выведение веществ из клетки.

Существует **2 вида транспорта веществ: пассивный и активный.**

Для *пассивного транспорта* не нужна энергия АТФ. Вещества поступают в клетку *по градиенту концентрации* — из области с высокой концентрацией вещества в область с низкой концентрацией. Способы пассивного транспорта — осмос и диффузия. *Осмос* — это движение молекул воды через мембрану. *Диффузия* — движение молекул растворенного вещества через мембрану.

Для *активного транспорта* нужна энергия АТФ. Вещества поступают в клетку *против градиента концентрации* — из области с низкой концентрацией вещества в область с высокой концентрацией. Ионы калия всегда поступают в клетку, хотя концентрация калия в клетке высокая. А ионы натрия выводятся из клетки, хотя концентрация натрия в клетке низкая. Так работает *калий-натриевый насос*. Существует еще один способ активного транспорта — *цитоз*. Виды цитоза: эндоцитоз и экзоцитоз.

Эндоцитоз — это поступление твердых веществ (фагоцитоз) или жидких веществ (пиноцитоз) в клетку. Например, лейкоциты поглощают бактерии (фагоцитоз), амеба поглощает воду (пиноцитоз).

Экзоцитоз — выведение веществ из клетки. Например, выведение непереваренных остатков пищи у амебы.

Контрольные вопросы:

1. Что имеет клетка?
2. Что такое цитоплазма?
3. Что покрывает клетку?
4. Из каких молекул состоит мембрана?
5. Как расположены липидные молекулы в мембране?
6. Как расположены белковые молекулы в мембране?
7. Из чего состоит гликокаликс?
8. Какую функцию выполняет гликокаликс?
9. Назовите основное свойство мембраны и объясните его.
10. Назовите функции мембраны.
11. Назовите виды транспорта веществ в клетке.
12. Что такое пассивный транспорт?
13. Назовите способы пассивного транспорта.
14. Что такое активный транспорт?
15. Назовите способы активного транспорта.

16. Расскажите о работе калий-натриевого насоса.
17. Что такое эндоцитоз?
18. Что такое фагоцитоз?
19. Что такое пиноцитоз?
20. Что такое экзоцитоз?

Тема 4. ОРГАНЕЛЛЫ КЛЕТКИ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКЕ

Органеллы — это постоянные структуры цитоплазмы, которые имеют определенное строение и выполняют определенные функции. Они делятся на 2 группы: *мембранные (одномембранные и двухмембранные)* и *немембранные*. Эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы — это одномембранные органеллы. Митохондрии, пластиды — двухмембранные органеллы. Рибосомы и клеточный центр — это немембранные органеллы.

Эндоплазматическая сеть состоит из каналов и полостей. Их стенки образуют биологические мембраны. Эндоплазматическая сеть бывает *гранулярной (шероховатой)* и *агранулярной (гладкой)*. На мембранах гранулярной сети находятся рибосомы. Рибосомы участвуют в синтезе белка. Каналы сети связаны с комплексом Гольджи и оболочкой ядра (рис. 4).

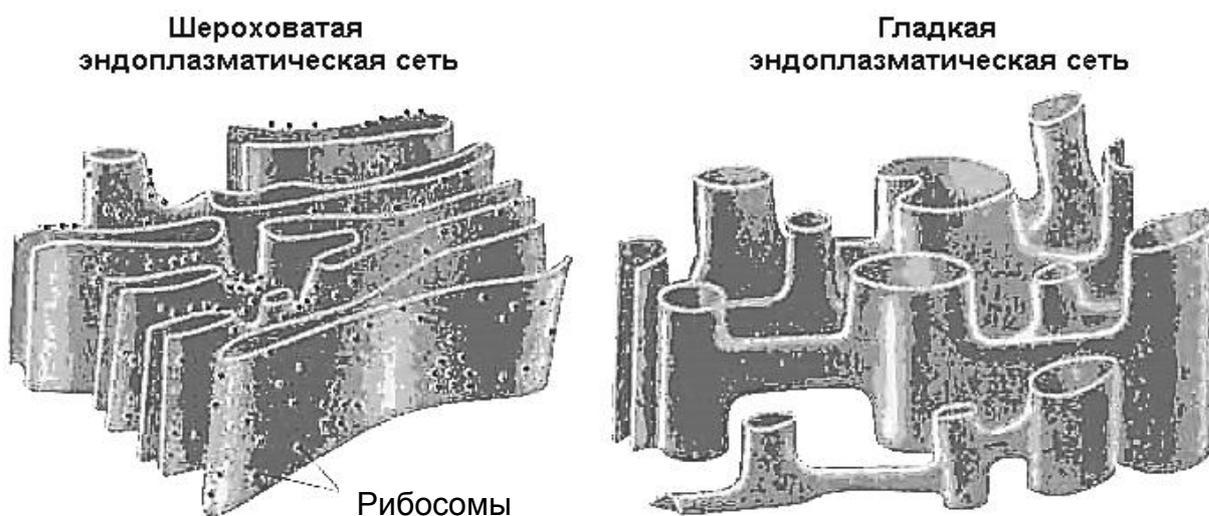


Рис. 4. Схема строения эндоплазматической сети

Функции эндоплазматической сети:

1. Синтезирует органические вещества (белки, жиры и углеводы).
2. Транспортирует вещества.
3. Связывает все органеллы с ядром и цитоплазмой.

Комплекс Гольджи состоит из биологических мембран. Мембраны лежат параллельно друг другу и образуют каналы. Концы каналов расширяются и образуются цистерны. От каналов отделяются пузырьки. Комплекс Гольджи связан с эндоплазматической сетью (рис. 5).

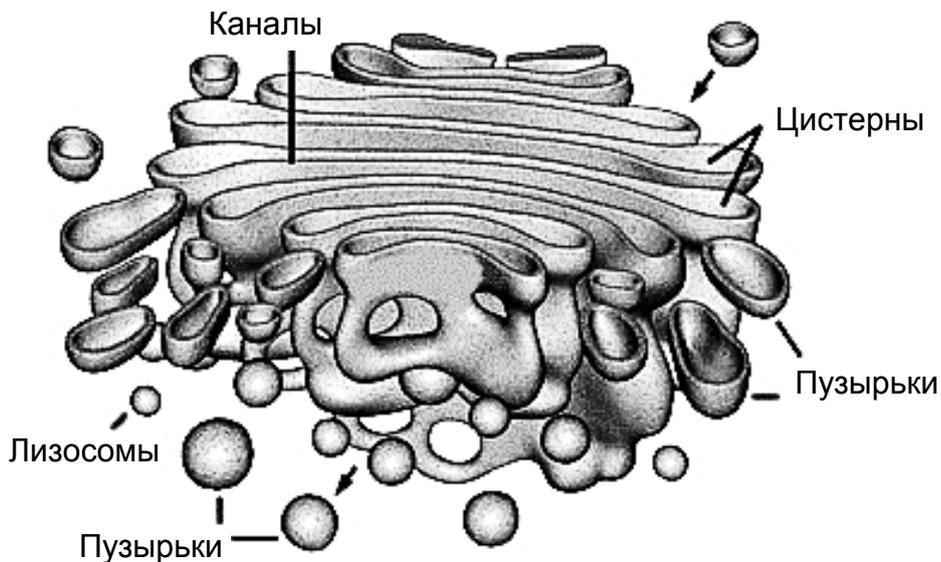


Рис. 5. Схема строения комплекса Гольджи

Функции комплекса Гольджи:

1. Синтезирует сложные органические вещества.
2. Накапливает и транспортирует вещества.
3. Образует лизосомы.

Лизосомы содержатся только в клетках животных. Это небольшие пузырьки. Они покрыты мембраной и содержат 30–40 гидролитических ферментов.

Функции лизосом: расщепляют вещества, которые поступили в клетку.

Митохондрии имеют разную форму. Стенка митохондрий состоит из 2 мембран — наружной и внутренней, между ними находится межмембранное пространство. Наружная мембрана гладкая. Внутренняя мембрана образует выросты, которые называются кристами. Между кристами находится матрикс. Матрикс содержит нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), ферменты, рибосомы. Ферменты находятся и на кристах митохондрий (рис. 6).

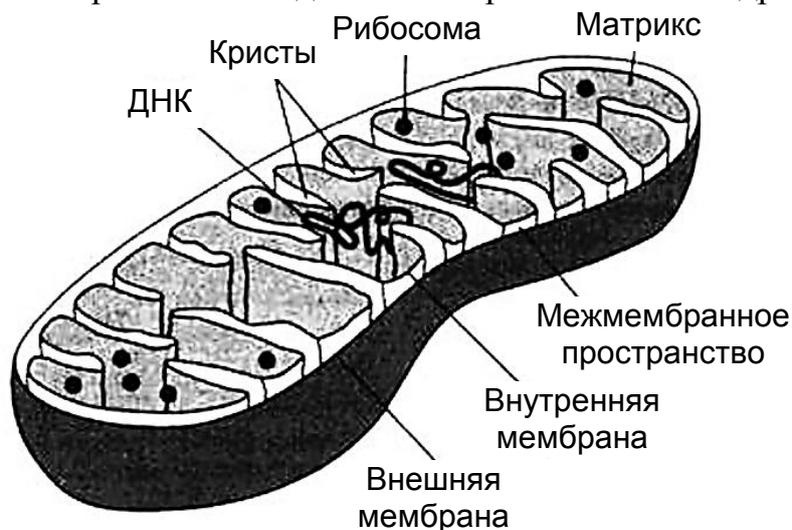


Рис. 6. Схема строения митохондрии

Функция митохондрий: синтезируют АТФ — химическое вещество с большим запасом энергии.

Пластиды содержатся в клетках растений. Они бывают разных видов (хлоропласты, хромопласты и другие).

Важное значение имеют хлоропласты, которые содержат зеленый пигмент хлорофилл. В хлоропластах происходит фотосинтез. Фотосинтез — это образование на свету моносахаридов (например, глюкозы) из диоксида углерода и воды:



Функции хлоропластов:

1. Синтезируют органические вещества.
2. Выделяют свободный кислород.

Рибосомы свободно лежат в цитоплазме, находятся на гранулярной эндоплазматической сети, в митохондриях и пластидах, на наружной ядерной мембране. Рибосомы состоят из двух частей — *малая субъединица* и *большая субъединица*. Нуклеиновая кислота (рРНК) и белок входят в состав субъединиц (рис. 7).

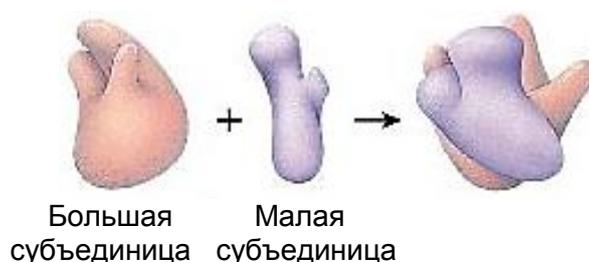


Рис. 7. Строение рибосомы

Функция рибосом: синтезируют белок.

Клеточный центр (центросома) состоит из двух центриолей. Центриоли состоят из микротрубочек, которые построены из белка тубулина. Перед делением клетки центриоли удваиваются и расходятся к ее полюсам.

Функция клеточного центра: участвует в делении клетки.

Отличия клеток растений и животных даны в табл. 1.

Таблица 1

Отличия клеток растений и животных

Признак	Клетка растений	Клетка животных
Клеточная стенка	Есть (целлюлозная)	Нет
Клеточный центр	Нет (у большинства)	Есть
Пластиды	Есть	Нет
Синтез АТФ	В пластидах и митохондриях	В митохондриях
Вакуоль центральная	Есть	Нет
Основной запасной углевод	Крахмал	Гликоген
Тип питания	Автотрофный (из неорганических веществ синтезируют органические вещества)	Гетеротрофный (используют готовые органические вещества)

Обмен веществ (метаболизм) с окружающей средой является главным свойством живого. Обмен веществ состоит из ассимиляции и диссимиляции.

Ассимиляция (анаболизм, пластический обмен) — это реакции синтеза сложных органических веществ из простых веществ. Например: фотосинтез, синтез белков, жиров. Для реакций ассимиляции нужна энергия АТФ. Эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, рибосомы осуществляют процессы синтеза и являются *органеллами анаболической системы*.

Диссимиляция (катаболизм, энергетический обмен) — это реакции расщепления сложных органических веществ. При расщеплении сложных органических веществ выделяется энергия. Лизосомы и митохондрии осуществляют процессы расщепления и являются *органеллами катаболической системы*.

Контрольные вопросы:

1. Что называется органеллами?
2. Назовите мембранные органеллы.
3. Назовите немембранные органеллы.
4. Расскажите о строении эндоплазматической сети.
5. Назовите функции эндоплазматической сети.
6. Расскажите о строении комплекса Гольджи.
7. Назовите функции комплекса Гольджи.
8. Какие органеллы содержатся только в животных клетках?
9. Что содержат лизосомы? Какую функцию они выполняют?
10. Расскажите о строении митохондрий.
11. Назовите функции митохондрий.
12. Какие органеллы содержатся только в растительных клетках?
13. Какой пигмент содержат хлоропласты?
14. Что такое фотосинтез?
15. Какие функции выполняют хлоропласты?
16. Где в клетке располагаются рибосомы?
17. Расскажите о строении и функции рибосом.
18. Расскажите о строении и функции клеточного центра.
19. Что называется метаболизмом?
20. Что называется ассимиляцией? Приведите примеры.
21. Что называется диссимиляцией?
22. Назовите органеллы анаболической системы.
23. Назовите органеллы катаболической системы.
24. Назовите отличия клеток растений и животных.

Тема 5. СТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНОГО ЯДРА И ХРОМОСОМ

Ядро — главная структура клеток эукариот. Форма ядра может быть круглая или овальная. Клетка может иметь одно или несколько ядер. У человека могут быть и безъядерные клетки (например, эритроциты человека).

Ядро состоит из ядерной оболочки, кариоплазмы, ядрышка (одного или нескольких) и хроматина (рис. 8).

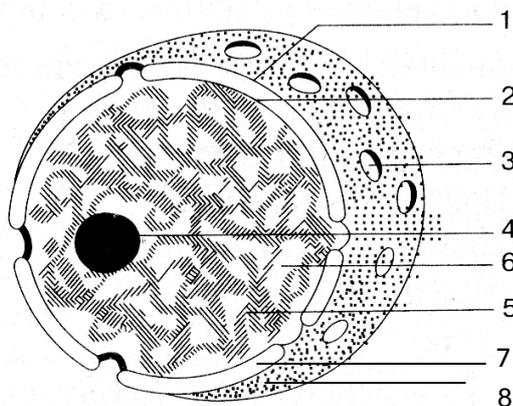


Рис. 8. Схема строения клеточного ядра:

- 1, 2 — наружная и внутренняя мембраны ядерной оболочки; 3 — ядерная пора;
4 — ядрышко; 5 — хроматин; 6 — ядерный матрикс;
7 — перинуклеарное пространство; 8 — рибосомы

Ядерная оболочка (кариолема) состоит из двух мембран — наружной и внутренней. Между ними находится перинуклеарное пространство. Наружная мембрана переходит в каналы эндоплазматической сети. На наружной мембране находятся рибосомы. Ядерная оболочка имеет много отверстий — пор. Через поры идет обмен веществ между ядром и цитоплазмой.

Кариоплазма (ядерный матрикс) находится под ядерной оболочкой. В ядерном матриксе располагаются хроматин и ядрышки.

Ядрышки имеют форму шара, не имеют мембраны. Ядрышки состоят из белка и РНК. Функция ядрышек: синтез субъединиц рибосом.

Хроматин — наследственный (генетический) материал, он находится в кариоплазме в виде тонких нитей. Хроматин состоит из дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и белков. Такое соединение называется дезоксирибонуклеопротеином (ДНП).

В процессе деления клетки из хроматина образуются **хромосомы** (рис. 9). Каждая хромосома состоит из *двух сестринских хроматид*. В состав каждой хроматиды входит одна молекула ДНП. Две хроматиды соединяются друг с другом *первичной перетяжкой* — *центромерой*. Центромера делит хроматиду на два плеча (на две части): короткое (p) и длинное (q).

Концевые участки плеч хромосом имеют *теломеры*, которые препятствуют склеиванию разных хромосом. Некоторые хромосомы могут иметь

вторичную перетяжку. Вторичная перетяжка отделяет участок хромосомы, который называется *спутником*.

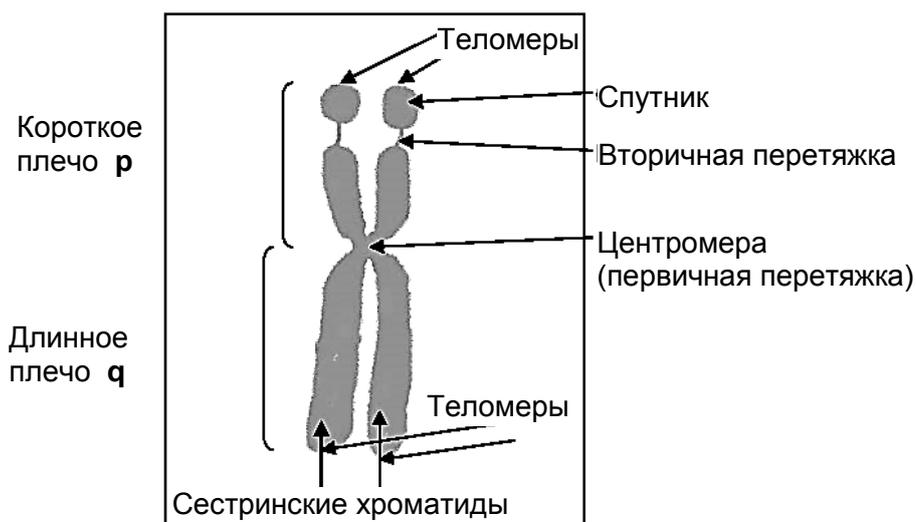


Рис. 9. Схема строения хромосомы

Существует **четыре типа хромосом** (рис. 10):

- *метацентрическая* хромосома имеет плечи одинаковой длины;
- *субметацентрическая* хромосома имеет плечи разной длины;
- *acroцентрическая* хромосома имеет одно плечо длинное, второе — очень короткое;
- *телоцентрическая* хромосома имеет только одно плечо.



Рис. 10. Типы хромосом

Правила хромосом:

1. *Постоянство числа хромосом* — все клетки организма каждого вида имеют постоянное число хромосом. Например, у дрозофилы 8 хромосом, у человека — 46.

2. *Парность хромосом* — каждая хромосома имеет гомологичную (парную) хромосому. Гомологичные хромосомы имеют одинаковый размер, одинаковую форму, одинаковое расположение центромеры.

3. *Индивидуальность хромосом* — хромосомы разных пар отличаются по размеру, форме и расположению центромеры.

4. *Непрерывность хромосом* — новая (дочерняя) хромосома образуется из старой (материнской) хромосомы.

Диплоидный набор ($2n$) хромосом соматической клетки организма называется *кариотипом*. Кариотип каждого вида имеет постоянное число хромосом. Например, кариотип человека содержит 46 хромосом.

Функции ядра:

1. Хранение и передача наследственного материала.
2. Участие в делении клетки.
3. Регуляция процессов обмена веществ в клетке.

Контрольные вопросы:

1. Какую форму могут иметь ядра?
2. Какие клетки человека не содержат ядра?
3. Из чего состоит ядро?
4. Из чего состоит оболочка ядра?
5. Что находится между мембранами ядерной оболочки?
6. С чем связана наружная мембрана ядра?
7. Что находится на наружной мембране ядра?
8. Что располагается в ядерном матриксе?
9. Из чего состоит и какую форму имеет ядрышко?
10. Назовите функцию ядрышка.
11. Что такое хроматин?
12. Из чего состоит хроматин?
13. Из чего образуется хромосома?
14. Какое строение имеет хромосома?
15. Что такое центромера?
16. Назовите типы хромосом.
17. Что отделяет вторичная перетяжка?
18. Что такое теломеры?
19. Какую функцию выполняют теломеры?
20. Назовите правила хромосом.
21. Что называется кариотипом?
22. Назовите функции ядра.

Тема 6. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

Все живые организмы способны сохранять наследственную информацию и передавать ее потомкам при размножении. Эти функции выполняют нуклеиновые кислоты. Существует два вида нуклеиновых кислот: *ДНК* (*дезоксирибонуклеиновая кислота*) и *РНК* (*рибонуклеиновая кислота*).

Нуклеиновые кислоты являются полимерами и состоят из мономеров — *нуклеотидов*. Каждый нуклеотид состоит из сахара (пентозы), остатка фосфорной кислоты и азотистого основания.

Строение ДНК. ДНК находится в ядре клетки, в митохондриях и в пластидах.

Каждый *нуклеотид ДНК* состоит из пентозы (дезоксирибозы), остатка фосфорной кислоты и азотистого основания (рис. 11). В состав нуклеотидов ДНК входит четыре азотистых основания: *аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц), тимин (Т)*.

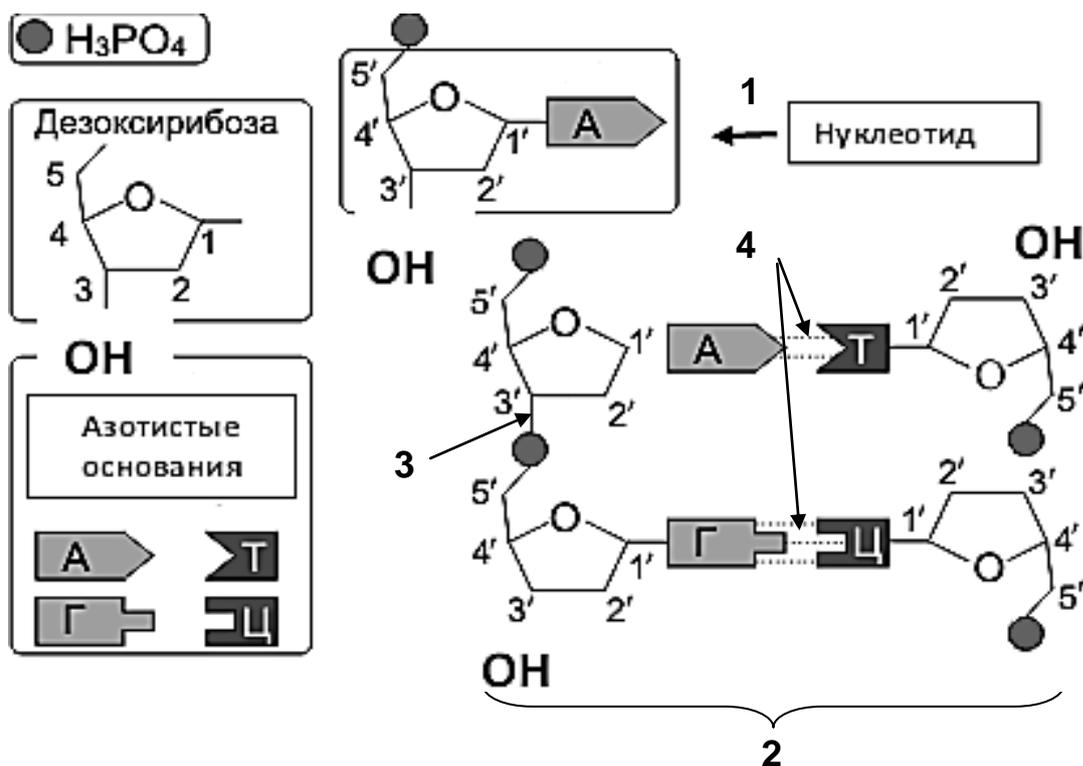


Рис. 11. Строение молекулы ДНК:

1 — строение нуклеотида; 2 — две цепи ДНК; 3 — фосфодиэфирная связь;
4 — водородные связи

Гидроксильная группа (3'-ОН) дезоксирибозы одного нуклеотида и фосфатная группа (5'-PO₃) другого нуклеотида образуют ковалентную *фосфодиэфирную связь*. Такие связи соединяют нуклеотиды в одну *цепь*. ДНК состоит из двух цепей, которые образуют спираль. Цепи в молекуле ДНК расположены антипараллельно, то есть напротив 3'-конца одной цепи находится 5'-конец другой цепи.

Две *цепи ДНК* соединяются между собой *водородными связями*. Азотистые основания разных цепей образуют водородные связи по *принципу комплементарности* (дополнения): аденин всегда соединяется с тимином (две водородные связи), гуанин соединяется с цитозином (три водородные связи).

Поэтому **в молекуле ДНК** количество аденина равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина: А = Т и Г = Ц.

Сумма аденина и гуанина равна сумме тимина и цитозина: $A + G = T + C$. Эти закономерности получили название **правила Чаргаффа**.

Важным свойством ДНК является *репликация (самоудвоение)* (рис. 12).

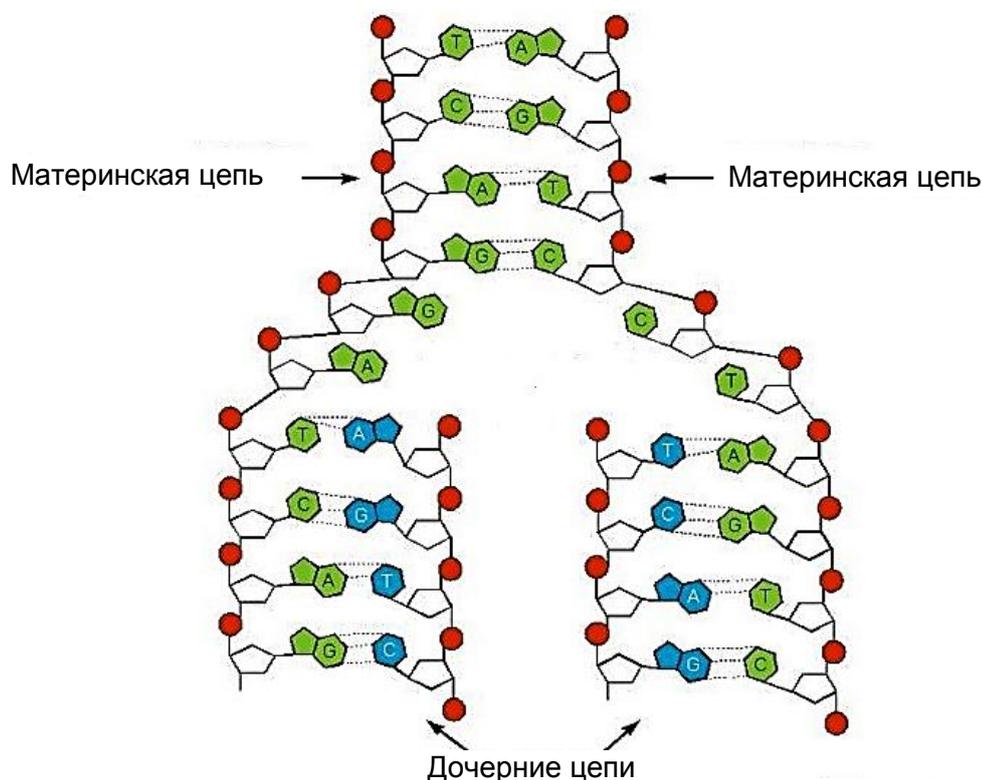


Рис. 12. Схема репликации

Сначала происходит разрыв водородных связей между азотистыми основаниями двух цепей. Цепи ДНК расходятся. Затем, на каждой цепи фермент *ДНК-полимераза* собирает из свободных нуклеотидов новую цепь молекулы ДНК *по принципу комплементарности*. Новая (дочерняя) цепь молекулы ДНК повторяет порядок нуклеотидов материнской цепи. В итоге образуется две новые молекулы ДНК. После репликации каждая молекула ДНК содержит одну материнскую цепочку и одну дочернюю. Такой *принцип* репликации называется *полуконсервативным*.

Функции ДНК в клетке:

1. Хранит и передает генетическую информацию.
2. Участвует в синтезе белка в клетке.

Строение РНК. РНК находится в ядре и в цитоплазме клетки (в митохондриях, пластидах, рибосомах). Молекула РНК состоит из одной цепи нуклеотидов.

Каждый нуклеотид РНК состоит из пентозы (рибозы), остатка фосфорной кислоты и азотистого основания. В состав нуклеотидов РНК входят четыре азотистых основания: *аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц), урацил (У)*.

Клетка содержит 3 вида РНК: 1) иРНК (информационная), 2) тРНК (транспортная), 3) рРНК (рибосомальная).

Функции РНК:

1. иРНК синтезируется с ДНК, копирует участок ДНК (ген), переносит информацию о белке к рибосоме.
2. тРНК приносит (транспортирует) аминокислоты в рибосому.
3. рРНК входит в состав рибосом.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды нуклеиновых кислот.
2. Где находится ДНК?
3. Что является мономером ДНК?
4. Что содержит нуклеотид ДНК?
5. Назовите азотистые основания ДНК.
6. Какие связи соединяют нуклеотиды в одну цепь ДНК?
7. Какими связями соединяются две цепи ДНК?
8. Объясните принцип комплементарности.
9. Сформулируйте правила Чаргаффа.
10. Что такое репликация?
11. Назовите основной фермент репликации.
12. Расскажите, как происходит репликация.
13. Назовите основные принципы репликации.
14. Назовите функции ДНК в клетке.
15. Где находится РНК?
16. Чем отличается строение молекулы РНК от молекулы ДНК?
17. Назовите виды и функции РНК в клетке.

Тема 7. СИНТЕЗ БЕЛКА В КЛЕТКЕ

Синтез белка является важным процессом, который происходит в клетках живых организмов. Молекулы ДНК содержат информацию о первичной структуре (последовательности аминокислот) всех белков организма.

Ген — участок молекулы ДНК, который содержит информацию о первичной структуре одного белка.

Генетический код — запись информации в виде последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК и иРНК о первичной структуре белка. Генетический код *триплетный*. Это значит, что одну аминокислоту в молекуле белка определяет *триплет* (*три рядом расположенных нуклеотида*). Триплет нуклеотидов называется *кодон* (табл. 2).

Генетический код *избыточный*, так как число возможных комбинаций из 4 нуклеотидов по 3 равно $4^3 = 64$, а аминокислот 20, то некоторые из них будут кодироваться 2, 3, 4 или 6 триплетами. Генетический код *универсальный* — у всех организмов одинаковые триплеты кодируют одинаковые аминокислоты. В генетическом коде есть *нонсенс (стоп)-кодона* — триплеты, которые не кодируют аминокислоты. Когда рибосома при

трансляции доходит до таких кодонов, то синтез белка прекращается. В молекуле иРНК это *УАА*, *УГА*, *УАГ*.

Таблица 2

Соответствие кодонов иРНК аминокислотам

		Второе азотистое основание				
		У	Ц	А	Г	
Первое азотистое основание	У	фен	сер	тир	цис	У
		фен	сер	тир	цис	Ц
		лей	сер	non	non	А
		лей	сер	non	три	Г
	Ц	лей	про	гис	арг	У
		лей	про	гис	арг	Ц
		лей	про	гли	арг	А
		лей	про	гли	арг	Г
	А	иле	тре	асн	сер	У
		иле	тре	асн	сер	Ц
		иле	тре	лиз	арг	А
		мет	тре	лиз	арг	Г
	Г	вал	ала	асп	гли	У
		вал	ала	асп	гли	Ц
		вал	ала	глу	гли	А
		вал	ала	глу	гли	Г

Синтез белка происходит на рибосомах. В этом процессе участвуют ДНК, РНК, ферменты. Для синтеза белка нужна энергия АТФ.

Стадии синтеза белка:

1. **Транскрипция** — образование молекулы иРНК при копировании информации с ДНК, которое происходит в ядре (рис. 13). На определенном участке молекулы ДНК фермент *РНК-полимераза* разрывает водородные связи между двумя цепями. На одной из цепей по принципу комплементарности строится иРНК. Она повторяет порядок расположения нуклеотидов в молекуле ДНК. иРНК выходит через поры ядра в цитоплазму клетки и к ней присоединяются рибосомы.

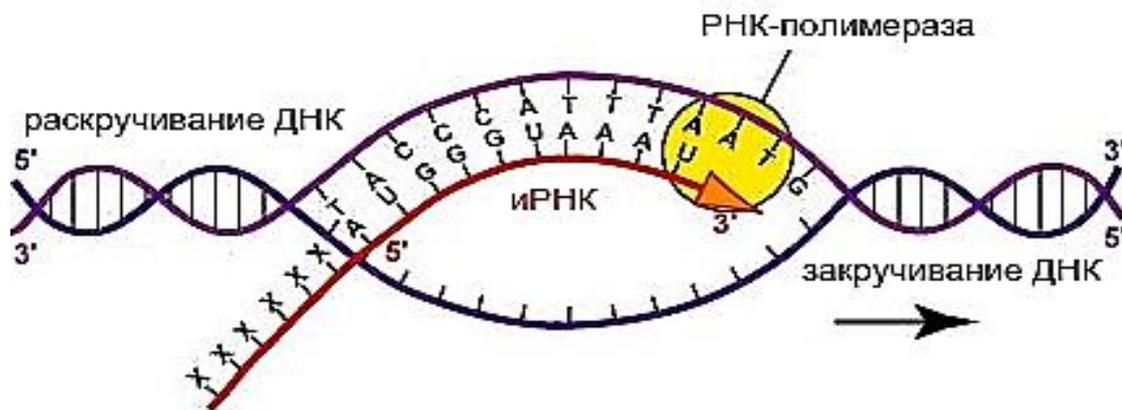


Рис. 13. Схема транскрипции

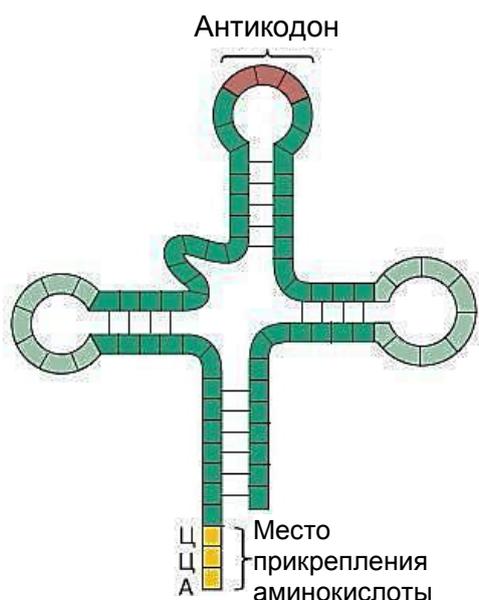


Рис. 14. Схема строения тРНК

Рекогниция — это процесс узнавания тРНК своей аминокислоты. Аминокислоты в рибосому приносят тРНК (рис. 14).

У каждой аминокислоты есть своя тРНК. Молекула тРНК имеет особую форму. Один конец молекулы тРНК содержит триплет нуклеотидов, который называется *антикодоном*. Антикодон отвечает за прикрепление тРНК к кодону иРНК по принципу комплементарности. Другой конец тРНК называется *акцепторным*. К нему прикрепляется аминокислота.

2. Трансляция — перевод информации с иРНК в молекулу белка. Порядок кодонов иРНК определяет порядок аминокислот в белке.

Процесс трансляции идет так: рибосома соединяется с иРНК и первая тРНК со своей аминокислотой входит в рибосому. Если кодон иРНК и антикодон тРНК комплементарны друг другу, то тРНК связывается с иРНК. К следующему кодону иРНК прикрепляется вторая тРНК со своей аминокислотой. Между аминокислотами образуется *пептидная связь*. Первая тРНК оставляет свою аминокислоту в рибосоме, и свободная уходит в цитоплазму. иРНК передвигается в рибосоме на один кодон. В рибосому приходит третья тРНК с аминокислотой. Так продолжается до того момента, пока вся иРНК не пройдет через рибосому, или пока не появится стоп-кодон (рис. 15). После завершения синтеза белок отделяется от рибосомы.

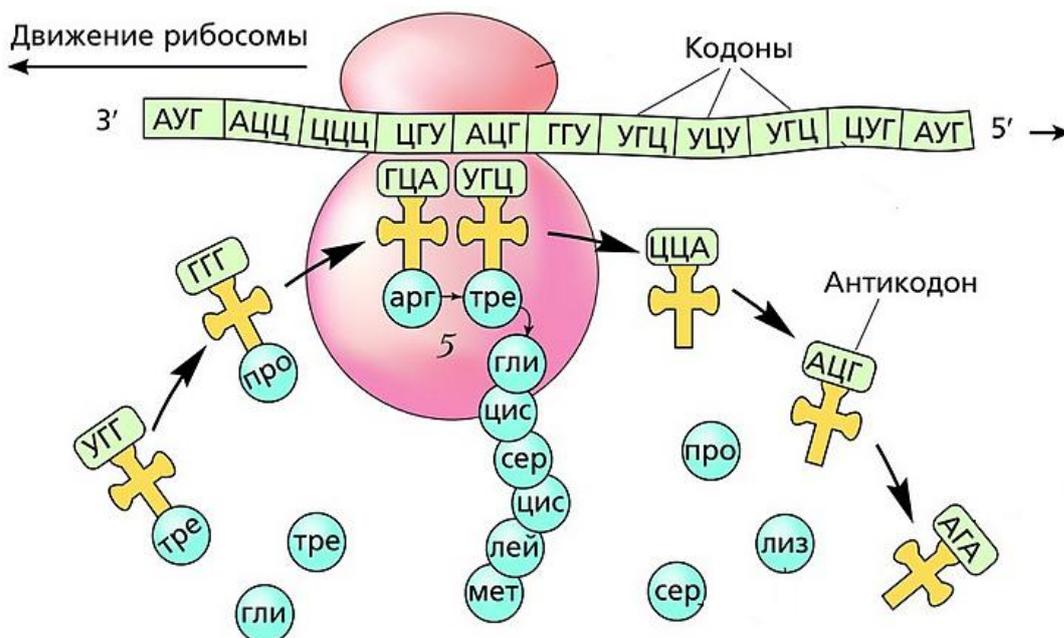


Рис. 15. Трансляция

Молекула иРНК может соединяться одновременно с несколькими рибосомами. Такой комплекс из одной иРНК и нескольких рибосом называется *полисомой*.

Контрольные вопросы:

1. Что такое ген?
2. Что называется генетическим кодом?
3. Что такое кодон?
4. Перечислите свойства генетического кода.
5. Назовите стадии синтеза белка в клетке.
6. Где и как происходит транскрипция?
7. Какое строение имеет тРНК?
8. Что такое антикодон и акцепторный конец?
9. Что такое трансляция?
10. Расскажите, как происходит процесс трансляции.

Тема 8. РАЗМНОЖЕНИЕ КЛЕТОК. МИТОЗ

Размножение (репродукция) — это способность живых организмов воспроизводить себе подобных. Клетки размножаются делением.

Все клетки организма, кроме половых, называются *соматическими*. Соматические клетки имеют двойной набор хромосом (*диплоидный, 2n*). Деление соматических клеток происходит *митозом*.

Период (время) между двумя митозами называется **интерфазой**.

Интерфаза делится на три периода: 1) пресинтетический, 2) синтетический, 3) постсинтетический (рис. 16).

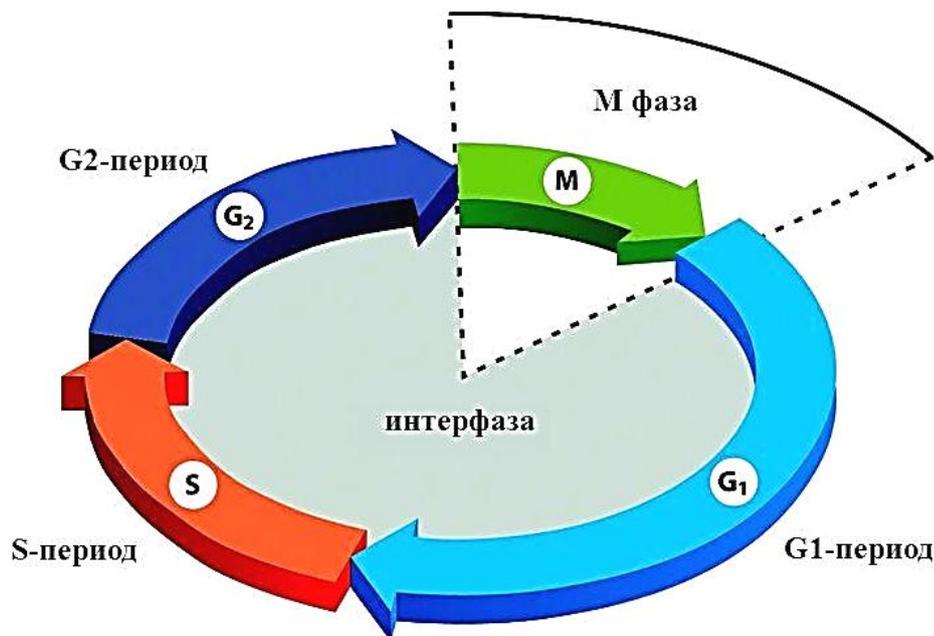


Рис. 16. Схема клеточного цикла

В *пресинтетический* (G_1) период клетка вступает сразу после деления. В этот период клетка растет, выполняет свои функции. В клетке синтезируются белки-ферменты, АТФ, нуклеотиды и другие органические вещества. Содержание генетического материала обозначают $2n1chr$ ($2n$ — диплоидный набор хромосом, $1chr$ — каждая хромосома содержит 1 хроматиду).

В *синтетический* (S) период в клетке происходит *репликация* (удвоение) ДНК, а значит и удвоение хроматид. Содержание генетического материала обозначают $2n2chr$ ($2n$ — диплоидный набор хромосом, $2chr$ — каждая хромосома содержит 2 хроматиды).

В *постсинтетический* (G_2) период в клетке синтезируются белки — тубулины, которые в процессе митоза образуют веретено деления. Клетка прекращает выполнять свои основные функции. Содержание генетического материала в клетке не изменяется ($2n2chr$). Наступает митоз.

Митоз (М фаза) — непрямое деление соматических клеток. Это непрерывный процесс. В нем выделяют 4 фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (рис. 17).

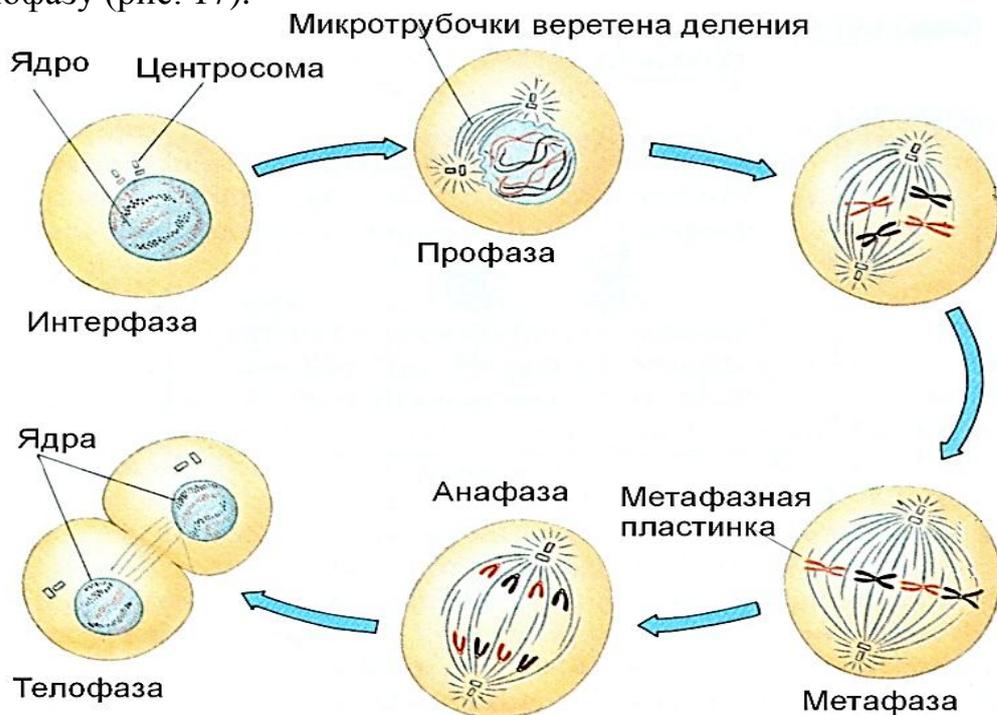


Рис. 17. Схема митоза

Профаза. Хроматиновые нити спирализуются, становятся короткими и образуют хромосомы. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Ядерная оболочка и ядрышки растворяются и хромосомы попадают в цитоплазму. Содержание генетического материала в клетке не изменяется ($2n2chr$).

Метафаза. Хромосомы максимально спирализуются и располагаются на экваторе клетки (метафазная пластинка). Нити веретена деления присо-

единяются к центромерам хромосом. Содержание генетического материала в клетке не изменяется ($2n2chr$).

Анафаза. Нити веретена деления сокращаются. Каждая хромосома в области центромеры разделяется на две хроматиды. *Хроматиды* идут к полюсам клетки. На полюсах клетки эти хроматиды называются дочерними хромосомами. Число хромосом на каждом полюсе клетки диплоидное ($2n$), но каждая хромосома имеет одну хроматиду. Содержание генетического материала в клетке изменяется ($2n1chr$ у полюсов).

Телофаза. Дочерние хромосомы деспирализуются, преобразуются в хроматин. Разрушается веретено деления. Образуются ядрышки и ядерная оболочка. Происходит деление цитоплазмы материнской клетки на две дочерние.

В результате митоза из одной диплоидной ($2n$) материнской клетки образуется две диплоидные ($2n$) дочерние. Содержание генетического материала в каждой клетке $2n1chr$.

Биологическое значение митоза:

1. Сохраняет диплоидный набор хромосом.
2. Равномерно распределяет генетический материал между дочерними клетками.
3. Обеспечивает процессы роста, развития, регенерации.

Контрольные вопросы:

1. Что называется размножением?
2. Какие клетки называются соматическими?
3. Какой набор хромосом имеют соматические клетки и как его обозначают?
4. Как называется деление соматических клеток?
5. Что называется интерфазой?
6. Назовите периоды интерфазы.
7. Что происходит в пресинтетический период интерфазы?
8. Что происходит в синтетический период интерфазы?
9. Что происходит в постсинтетический период интерфазы?
10. Назовите фазы митоза.
11. Что происходит в клетке в профазе?
12. Что происходит в клетке в метафазе?
13. Что происходит в клетке в анафазе?
14. Что происходит в клетке в телофазе?
15. Как изменяется содержание генетического материала при митозе?
16. Назовите результат митоза.
17. Какое биологическое значение имеет митоз?

Тема 9. МЕЙОЗ

Мейоз — это деление клеток половых желез, в результате которого образуются половые клетки — *гаметы*. Половые клетки содержат *гаплоидный набор хромосом* ($1n$).

Мейоз состоит из двух делений: первого (мейоз I) и второго (мейоз II). В результате мейоза I число хромосом уменьшается в два раза. Поэтому мейоз I называется *редукционным* делением. В мейозе II набор хромосом, хроматид и ДНК становится одинаковым, поэтому это деление называется *эквационным*.

Четыре фазы первого и четыре фазы второго деления мейоза называют: *профаза I* и *профаза II*, *метафаза I* и *метафаза II*, *анафаза I* и *анафаза II*, *телофаза I* и *телофаза II*.

В *профазу мейоза I* происходят процессы *конъюгация* и *кроссинговер* (рис. 18).

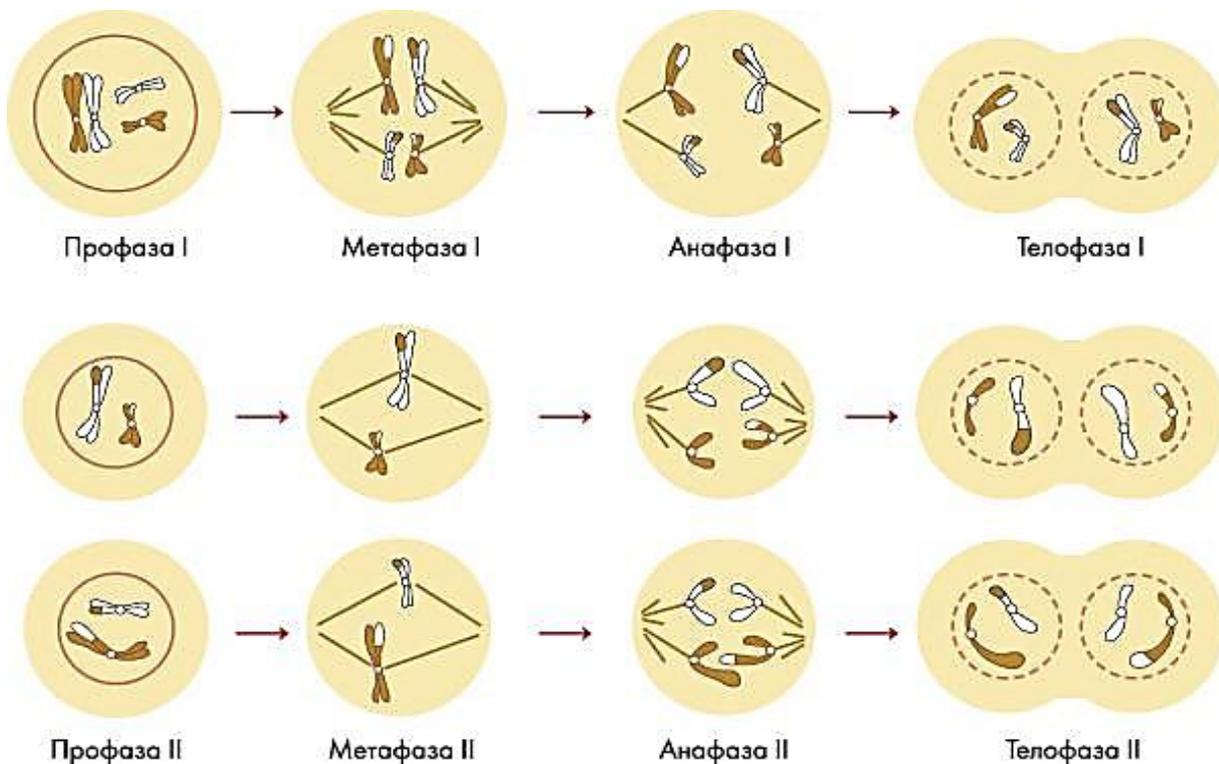


Рис. 18. Мейоз

Конъюгация — это соединение гомологичных хромосом по всей длине. В результате образуются их пары — *биваленты*.

Кроссинговер — это обмен одинаковыми участками гомологичных хромосом, за счет которого происходит рекомбинация генов. Содержание генетического материала — $1n(biv)4chr$: ($1n(biv)$ — гаплоидный набор бивалентов, $4chr$ — каждый бивалент содержит четыре хроматиды).

В *метафазу мейоза I* биваленты располагаются на экваторе клетки. Содержание генетического материала в клетке не изменяется $1n(biv)4chr$.

В *анафазу мейоза I* гомологичные хромосомы из каждого бивалента расходятся к полюсам. Набор хромосом на каждом полюсе становится *гаплоидным* ($1n$). Содержание генетического материала уменьшается в два раза и становится $1n2chr$ ($1n$ — гаплоидный набор хромосом, $2chr$ — каждая хромосома содержит две хроматиды).

В *телофазу мейоза I* не происходит деспирализация хромосом. Материнская клетка делится на две дочерние клетки. Содержание генетического материала в клетках не изменяется $1n2chr$.

Период между мейозом I и мейозом II называется **интеркинезом**. В этот период *не происходит репликация ДНК*.

Второе деление мейоза проходит по типу митоза.

В *профазу мейоза II* центриоли расходятся к полюсам клетки, и образуется веретено деления. Ядерная оболочка и ядрышки растворяются. Содержание генетического материала в клетке не изменяется $1n2chr$.

В *метафазу мейоза II* на экваторе клетки располагается гаплоидный набор хромосом. Содержание генетического материала в клетке не изменяется $1n2chr$.

В *анафазу мейоза II* к полюсам клетки расходятся хроматиды. Содержание генетического материала в клетке изменяется и становится $1n1chr$ ($1n$ — гаплоидный набор хромосом, $1chr$ — каждая хромосома содержит 1 хроматиду).

В *телофазу мейоза II* образуются четыре гаплоидные клетки. Содержание генетического материала в каждой клетке — $1n1chr$.

В результате мейоза из одной диплоидной ($2n$) материнской клетки образуется четыре гаплоидные ($1n$) дочерние.

Отличия мейоза и митоза даны в табл. 3.

Биологическое значение мейоза:

1. Является механизмом образования гамет.
2. Сохраняет постоянство кариотипа вида при половом размножении.
3. Обеспечивает комбинативную изменчивость.

Контрольные вопросы:

1. Как называется деление клеток половых желез?
2. Какой набор хромосом содержат половые клетки?
3. Из каких делений состоит мейоз?
4. Какое деление называется редукционным?
5. Какое деление называется эквационным?
6. Назовите фазы мейоза I и мейоза II.
7. Какие процессы происходят в профазе мейоза I?
8. Что такое конъюгация?
9. Что такое кроссинговер?

10. Что является результатом конъюгации и кроссинговера?
11. Где располагаются хромосомы в метафазу мейоза I?
12. Что происходит с хромосомами в анафазу мейоза I?
13. Что такое интеркинез?
14. Что происходит с хромосомами в анафазу мейоза II?
15. Расскажите о значении мейоза.
16. Чем отличается мейоз от митоза?

Таблица 3

Отличия митоза и мейоза

Признак	Митоз	Мейоз	
		Мейоз I	Мейоз II
Где происходит	В любых соматических клетках	В клетках половых желез	
Количество делений	1	2	
Фазы деления	Профаза, метафаза, анафаза, телофаза	Профаза, метафаза, анафаза, телофаза	Профаза, метафаза, анафаза, телофаза
Профаза	Спирализация хромосом	Спирализация хромосом	Нет спирализации хромосом
Генетические процессы в профазе	Отсутствуют	Конъюгация и кроссинговер	Отсутствуют
Метафаза	На экваторе клетки — диплоидный набор хромосом	На экваторе клетки — гаплоидный набор бивалентов	На экваторе клетки — гаплоидный набор хромосом
Анафаза	К полюсам клетки расходятся хроматиды	К полюсам клетки расходятся хромосомы	К полюсам клетки расходятся хроматиды
Телофаза	Образуются 2 дочерние клетки с диплоидным набором хромосом	Образуются 2 дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом	Образуются 4 половые клетки с гаплоидным набором хромосом

РАЗДЕЛ II. МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Тема 1. ГРУППЫ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ. БАКТЕРИИ

Есть две группы живых организмов: прокариоты и эукариоты. Клетки прокариот не содержат ядра и не имеют мембранных органелл. У них нет митоза и мейоза. К прокариотам относятся бактерии и сине-зеленые водоросли.

Клетки эукариот имеют ядро и органеллы. У них есть митоз и мейоз. К эукариотам относятся протисты, грибы, растения и животные.

По типу питания (ассимиляции) организмы могут быть автотрофными и гетеротрофными.

Автотрофные организмы — это растения, некоторые протисты и бактерии. Автотрофные организмы из простых неорганических веществ образуют сложные органические вещества. Если для синтеза они используют энергию солнца, это *фотосинтезирующие* организмы. Если для синтеза они используют энергию химических реакций, это *хемосинтезирующие* организмы.

Гетеротрофные организмы — это животные, грибы, некоторые протисты и бактерии. Они питаются готовыми органическими веществами.

По типу диссимиляции организмы могут быть анаэробными и аэробными. Аэробным организмам для жизни необходим кислород. Анаэробным организмам кислород не нужен.

Бактерии — одноклеточные организмы. Их размеры 0,2–13 микрометров. Бактерии можно увидеть только с помощью микроскопа.

Распространение бактерий. Бактерии есть везде. Они живут в воздухе, почве, воде, в живых и мертвых организмах растений, животных и человека.

Строение бактерий. Клетки бактерий могут иметь форму палочек (бациллы), шариков (кокки), запятых (вибрионы), спирально изогнутую (спириллы), спирально закрученную (спирохеты) (рис. 19).

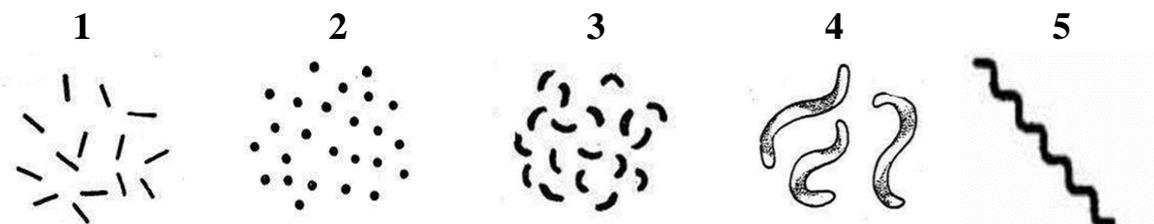


Рис. 19. Форма бактериальных клеток:

1 — бациллы; 2 — кокки; 3 — вибрионы; 4 — спириллы; 5 — спирохеты

Есть подвижные и неподвижные бактерии. Подвижные бактерии имеют один или несколько *жгутиков*.

Снаружи бактерии покрыты капсулой, клеточной стенкой и плазматической мембраной. В цитоплазме бактерий находится *кольцевая молекула ДНК (нуклеоид)* — генетический аппарат клетки. У бактерий функции мембранных органелл (митохондрий, комплекса Гольджи и эндоплазматической сети) выполняют *мезосомы* (впячивания плазматической мембраны). В цитоплазме бактерий много *рибосом*, которые участвуют в синтезе белка (рис. 20).



Рис. 20. Строение бактерии

По типу питания (ассимиляции) бактерии бывают автотрофные (фотосинтезирующие и хемосинтезирующие) и гетеротрофные.

Пример гетеротрофных бактерий — молочнокислые бактерии, которые превращают сахара в молочную кислоту. Бактерии-паразиты также гетеротрофные. Они питаются органическими веществами живых организмов.

По типу диссимиляции бактерии могут быть аэробными (туберкулезная палочка) и анаэробными (столбнячная палочка и молочнокислые бактерии).

Размножение. Бактерии размножаются *бесполом путем* — делением клетки на две части. У некоторых бактерий есть половой процесс — *конъюгация*. При конъюгации бактерии обмениваются частями ДНК. В результате обновляется генетическая информация.

При неблагоприятных условиях некоторые бактерии образуют *споры*. При образовании споры цитоплазма сжимается, а клетка покрывается защитной оболочкой. В благоприятных условиях из споры появляется бактериальная клетка.

Значение бактерий. Бактерии очищают природу — разрушают трупы животных и остатки растений. Хемосинтезирующие бактерии делают почву богатой минеральными веществами.

Человек использует бактерии в пищевой промышленности для получения кефира, сметаны, вина; в химической промышленности — для полу-

чения спиртов, ацетона, уксусной кислоты. В фармацевтической промышленности бактерии используют для получения антибиотиков, витаминов, ферментов, гормонов.

Бактерии могут приносить человеку вред. Они портят пищевые продукты, вызывают болезни растений, животных, человека. Бактерии-паразиты, которые вызывают у человека болезни (холеру, чуму, туберкулез, ангину), называются *болезнетворными*.

Методы борьбы с болезнетворными бактериями. Палаты в больницах обрабатывают ультрафиолетовыми лучами. Хирургические инструменты дезинфицируют растворами перекиси водорода или действием высокой температуры. Человеку делают прививки против различных болезней.

Контрольные вопросы:

1. Какие организмы являются прокариотами? Приведите примеры.
2. Какие организмы являются эукариотами? Приведите примеры.
3. Какие организмы называются автотрофными?
4. Какие организмы называются фотосинтезирующими?
5. Какие организмы называются хемосинтезирующими?
6. Какие организмы называются гетеротрофными?
7. Какими бывают организмы по типу диссимилиации?
8. Где встречаются бактерии?
9. Какие бывают бактерии по форме клеток?
10. Чем покрыта клетка бактерий?
11. Что такое нуклеоид?
12. Что выполняет функции мембранных органелл у бактерий?
13. Какими бывают бактерии по типу ассимиляции?
14. Приведите примеры гетеротрофных бактерий.
15. Какими бывают бактерии по типу диссимилиации? Приведите примеры.
16. Как размножаются бактерии?
17. Что такое конъюгация?
18. Какое значение имеют бактерии в природе?
19. Для чего человек использует бактерии?
20. Какие бактерии называются болезнетворными?
21. Какие болезни бактерии вызывают у человека?
22. Назовите методы борьбы с болезнетворными бактериями.

Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЦАРСТВА ПРОТИСТЫ

Биологическая систематика — это наука, которая располагает все живые организмы в определенном порядке. **Вид** является наименьшей единицей систематики (например, человек разумный, эвглена зеленая), а самой крупной — **царство** (Бактерии, Протисты, Грибы, Растения, Животные).

В царстве Протисты есть три типа:

1. Саркомастигофора: амеба, эвглена, лямблия;
2. Инфузории: инфузория-туфелька;
3. Апикомплекса: малярийные плазмодии.

Свободноживущие протисты (амеба, эвглена, инфузория) встречаются в почве и в воде. Их тело состоит из одной клетки и имеет размеры от нескольких микрометров до 2–3 миллиметров.

Форма тела. У амебы непостоянная, а у эвглены и инфузории постоянная (рис. 21).

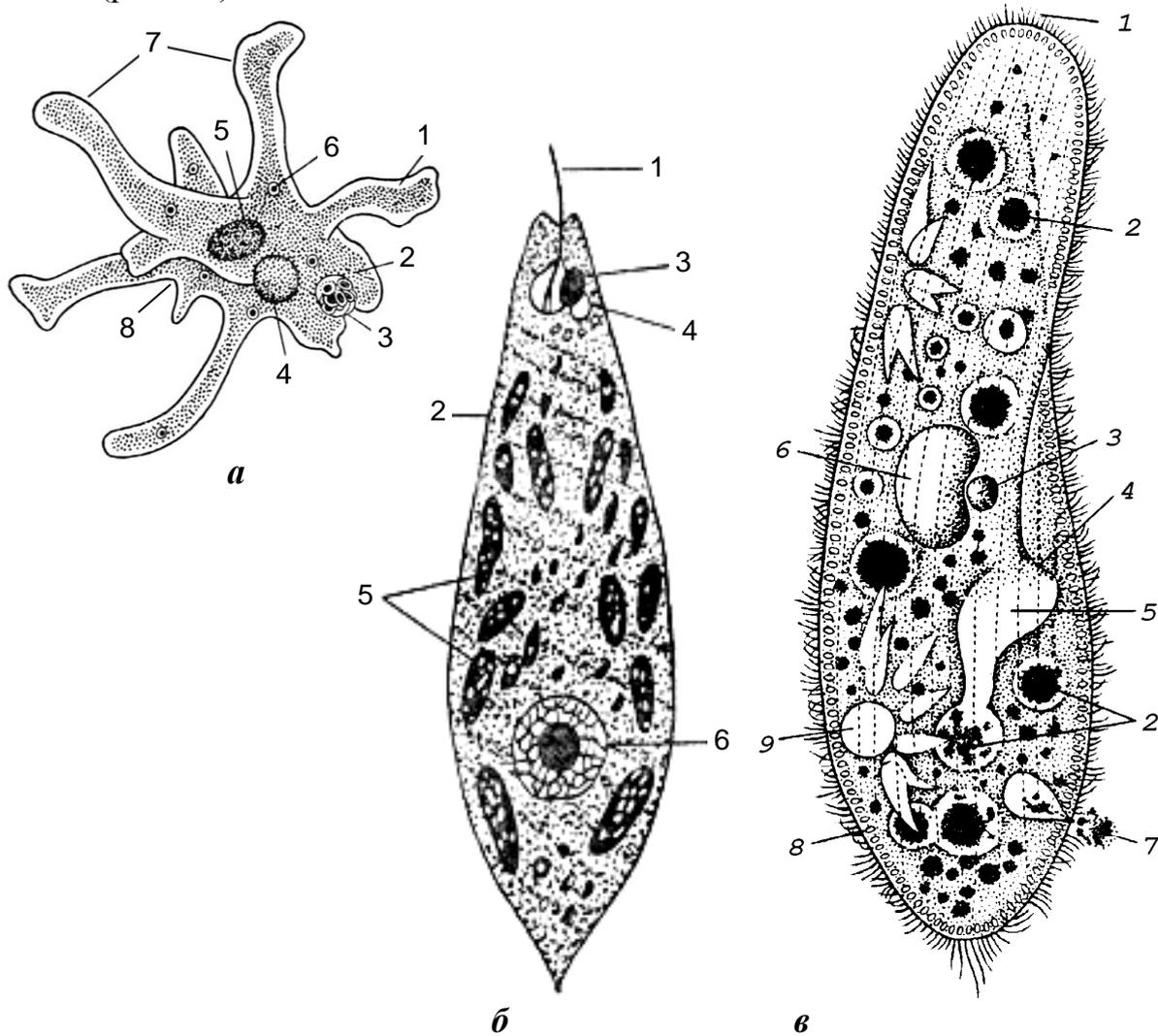


Рис. 21. Схема строения:

- а* — амебы: 1 — эктоплазма; 2 — эндоплазма; 3 — заглатываемые пищевые частицы; 4 — сократительная вакуоль; 5 — ядро; 6 — пищеварительная вакуоль; 7 — ложноножки, 8 — плазматическая мембрана;
- б* — эвглены: 1 — жгутик; 2 — пелликула; 3 — стигма; 4 — сократительная вакуоль; 5 — хлорофилл, 6 — ядро;
- в* — инфузории: 1 — реснички; 2 — пищеварительные вакуоли; 3 — микронуклеус; 4 — клеточный рот; 5 — клеточная глотка; 6 — макронуклеус; 7 — порошица; 8 — трихоцисты (структуры для защиты и нападения); 9 — сократительная вакуоль

Покровы тела. Амеба имеет только *плазматическую мембрану*. У эвглены и инфузории есть специальная оболочка *пелликула*.

Органеллы движения: у амебы — *ложноножки*, у эвглены — *жгутик*, у инфузории — *реснички*.

Внутреннее строение. В цитоплазме протистов есть два слоя. Наружный слой (плотный и гомогенный) называется *эктоплазмой*. Внутренний слой (жидкий и зернистый) называется *эндоплазмой*. В нем находятся различные органеллы.

Амеба и эвглена имеют одно ядро. Инфузория имеет два ядра. Большое ядро инфузории (*макронуклеус*) регулирует процессы обмена веществ. Малое ядро (*микронуклеус*) участвует в половом процессе.

Питание. Эвглена имеет зеленый пигмент *хлорофилл*. Она питается автотрофно и гетеротрофно.

Амеба и инфузория являются гетеротрофами. У амебы частицы пищи с помощью ложноножек попадают в цитоплазму. Пищевые частицы с участием ферментов перевариваются в *пищеварительных вакуолях* (органеллы пищеварения). Остатки пищи выделяются наружу в любом месте клетки амебы. У инфузории пищевые частицы вместе с водой попадают внутрь клетки через *клеточный рот* и *клеточную глотку*. Остатки пищи у инфузории удаляются через специальное отверстие — *порошицу*.

Протисты имеют **сократительные вакуоли**. Они выделяют воду и жидкие продукты обмена веществ. Протисты дышат всей поверхностью тела.

Размножение у протистов бесполое. Оно происходит делением клетки на две части. У инфузории есть половой процесс — *конъюгация*. При конъюгации две инфузории соединяются и обмениваются частями микронуклеусов.

При неблагоприятных условиях окружающей среды протисты образуют *цисты*: клетка уменьшается в размерах, перестает питаться и покрывается плотной защитной оболочкой. С помощью цист протисты распространяются и выживают в неблагоприятных условиях.

Эвглена имеет светочувствительный глазок — *стигму*.

Форма раздражимости у протистов — *таксис*: эвглена движется по направлению к свету — это положительный фототаксис; инфузория уходит из капли воды, в которой много соли, — отрицательный хемотаксис.

Значение протистов:

- 1) участвуют в круговороте веществ в природе;
- 2) являются пищей для водных животных;
- 3) разлагают органические вещества и очищают водоемы;
- 4) медицинское значение имеют паразитические протисты, которые вызывают у человека болезни.

Контрольные вопросы:

1. Назовите типы одноклеточных и их представителей.

2. Где встречаются свободноживущие протисты?
3. Назовите размеры и форму тела свободноживущих протистов.
4. Назовите покровы тела протистов.
5. Назовите органеллы движения протистов.
6. Назовите слои цитоплазмы протистов.
7. Сколько ядер содержат клетки амёбы, эвглены, инфузории?
8. Как называются ядра инфузории и какие функции они выполняют?
9. Как происходит питание свободноживущих одноклеточных?
10. Какую функцию выполняют сократительные вакуоли протистов?
11. Как дышат протисты?
12. Назовите способы размножения протистов.
13. Что такое конъюгация инфузорий и как она происходит?
14. Когда протисты образуют цисты?
15. Что такое таксис? Приведите примеры таксисов.
16. Какое значение имеют протисты?

Тема 3. ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ ПРОТИСТЫ

Многие протисты являются паразитами. **Паразитами** называются организмы, которые живут на покровах или в теле другого организма (растение, животное, человек), питаются их органическими веществами и приносят им вред. Организм, у которого на покровах или в теле живет паразит, называется **хозяином паразита**. Паразиты вызывают болезни у хозяина.

У всех паразитических протистов нет сократительных и пищеварительных вакуолей. Готовые питательные вещества поступают в их клетку через плазматическую мембрану. Продукты обмена веществ также выделяются через мембрану.

Амеба дизентерийная относится к типу Саркомастигофора. Она вызывает у человека *амёбную дизентерию (амебиаз)*. Цисты амебы попадают в организм человека с грязными овощами и фруктами, с питьевой водой. Из цисты в кишечнике выходит амеба. Паразит разрушает стенку кишечника и мелкие кровеносные сосуды. У больного человека появляется диарея с кровью.

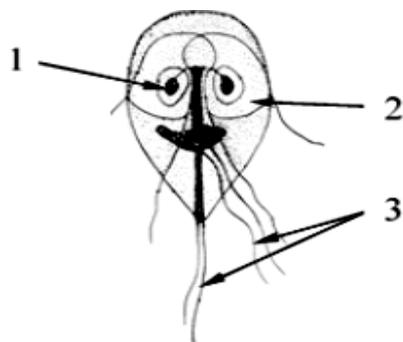


Рис. 22. Лямблия:
1 — ядро; 2 — присасывательный диск; 3 — жгутики

Из кишечника человека с фекалиями выделяются цисты амебы с четырьмя ядрами.

Лямблия также относится к типу Саркомастигофора. Она имеет грушевидную форму тела (рис. 22). Лямблия имеет два ядра, два диска для присасывания и восемь жгутиков. Цисты лямблии, как и цисты амебы, попадают в организм человека с грязными овощами и фруктами, с питьевой

водой. Паразит живет у человека в желчном пузыре и двенадцатиперстной кишке. Лямблия вызывает воспаление желчного пузыря. Болезнь называется *лямблиоз*.

Малярийные плазмодии относятся к типу Апикомплекса. Малярийные плазмодии вызывают у человека малярию. Человек заражается малярией, когда его кусает самка малярийного комара. Плазмодии попадают в кровь человека со слюной комара. Плазмодии в клетках печени размножаются бесполом путем — *шизогонией* (под оболочкой материнской клетки образуется большое количество новых клеток). Из печени плазмодии выходят в кровь и попадают в эритроциты. В эритроцитах опять происходит шизогония. Малярийные плазмодии разрушают эритроциты и клетки печени. Продукты их обмена являются токсичными для человека. Признаком малярии является лихорадка. *Лихорадка* — это чередование резкого повышения и снижения температуры. Малярия — тяжелое заболевание, которое может закончиться смертью.

Процесс постановки диагноза (определения болезни) у больного человека называется **диагностикой**. Для диагностики заболеваний существуют специальные методы. Например, для диагностики малярии у человека берут на анализ кровь. Если под микроскопом в мазке крови есть малярийные плазмодии, значит человек болен малярией.

Контрольные вопросы:

1. Какие организмы называются паразитами?
2. Какой организм называется хозяином паразита?
3. Как происходят процессы питания и выделения продуктов обмена веществ у паразитических протистов?
4. К какому типу относится дизентерийная амеба?
5. Как человек заражается дизентерийной амебой и какое заболевание она вызывает?
6. Какие нарушения в кишечнике вызывает дизентерийная амёба?
7. К какому типу относится лямблия?
8. Какое строение имеет лямблия?
9. Как человек заражается лямблией?
10. Где живет лямблия в организме человека и какое заболевание она вызывает?
11. К какому типу относятся малярийные плазмодии?
12. Как человек заражается малярией?
13. Какие клетки человека разрушают плазмодии?
14. Что такое шизогония? Где происходит этот процесс?
15. Что такое лихорадка?
16. Что такое диагностика?
17. Как проводят диагностику малярии?

Тема 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ. КЛАСС СОСАЛЬЩИКИ

Плоские черви — это низшие животные. Они имеют *билатеральную (двустороннюю)* симметрию тела. Это значит, что через тело можно провести одну плоскость симметрии.

Среда обитания. Вода, почва, организмы человека и животных.

Образ жизни. Плоские черви могут быть свободноживущими или паразитами животных и человека.

Тип Плоские черви включает классы:

1. Ресничные черви: белая планария.
2. Сосальщикообразные: печеночный сосальщик, кошачий сосальщик.
3. Ленточные черви: бычий цепень, свиной цепень.

Размеры тела плоских червей от 1 миллиметра до 20 метров.

Форма тела плоских червей — листовидная или лентовидная.

Стенка тела плоских червей — это *кожно-мускульный мешок*. Он состоит из одного слоя эпителиальных клеток, под которым находятся 3 слоя гладких мышц: кольцевые, косые и продольные.

У паразитических червей есть специальные органы фиксации: *присоски* и *крючья*.

Внутреннее строение. Плоские черви не имеют полости тела. Пространство между органами заполнено клетками специальной ткани — *паренхимы*. *Паренхима* является опорой для мышц, участвует в регенерации, а также в транспорте газов, питательных веществ и продуктов обмена (рис. 23).

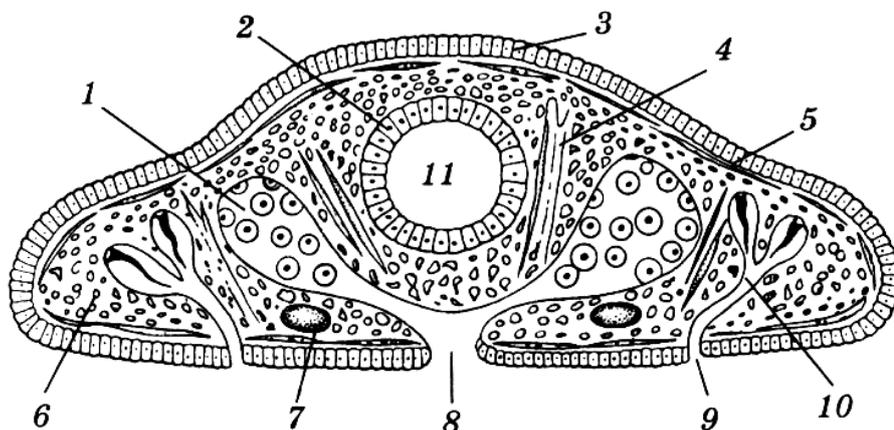


Рис. 23. Поперечный разрез тела плоского червя:

- 1 — половые клетки; 2 — стенка клетки; 3 — эпителиальные клетки;
4 — косые и продольные мышцы; 5 — кольцевые мышцы; 6 — паренхима;
7 — нервные стволы; 8 — отверстие половой системы; 9 — выделительное отверстие;
10 — протонефридий; 11 — полость кишки

Плоские черви имеют пищеварительную, выделительную, половую и нервную системы.

Пищеварительная система плоских червей состоит из передней (рот, глотка) и средней кишки. В средней кишке идет переваривание пищи и всасывание питательных веществ. Задней кишки и анального отверстия у плоских червей нет.

У ленточных червей нет пищеварительной системы.

Выделительная система состоит из протонефридий. *Протонефридии* имеют звездчатую клетку с ресничками внутри и канал. В эти клетки поступают жидкие продукты обмена веществ из паренхимы. Реснички направляют их в канал. Тонкие каналы образуют более крупные, которые сливаются в 1–2 общих выделительных канала. Они заканчиваются выделительными отверстиями.

Кровеносной и дыхательной систем у плоских червей нет. Газообмен идет через покровы тела.

Нервная система состоит из двух головных нервных узлов (*ганглиев*), которые соединены *нервным кольцом* и нескольких *нервных стволов*. Нервные стволы идут вдоль тела. Два боковых нервных ствола — самые крупные. Плоские черви имеют органы зрения, осязания и химического чувства. У сосальщиков и ленточных червей органов зрения нет.

Половая система. Размножение *половое* и *бесполое* (путем фрагментации). *Большинство* плоских червей — *гермафродиты*. Один организм имеет мужские половые железы (семенники) и женские половые железы (яичники). Оплодотворение внутреннее, перекрёстное.

Развитие у плоских червей *прямое* или *непрямое* (*с личиночными стадиями*). Пример прямого развития: планария откладывает яйца в кокон, из которого выходят молодые планарии.

Для паразитических плоских червей характерна высокая *плодовитость* и сложные *циклы развития*. В процессе развития меняются стадии развития паразита и хозяина паразита.

Значение плоских червей:

- 1) компоненты экосистем;
- 2) являются пищей для более крупных животных;
- 3) медицинское значение имеют представители классов *Сосальщико* и *Ленточные черви*, как возбудители паразитарных заболеваний человека и животных.

Паразитические черви называются *гельминтами*. Они вызывают болезни, которые называются *гельминтозами*.

Класс Сосальщико. Все сосальщико являются паразитами животных и человека. Взрослые сосальщико имеют листовидное тело с присосками: ротовой и брюшной. Наружный слой кожно-мышечного мешка у сосальщико называется тегумент. Он защищает паразита от переваривания в кишечнике хозяина.

Сосальщики — *гермафродиты*. У этих червей сложный жизненный цикл с чередованием поколений и сменой хозяев. Организм, в котором живёт взрослый паразит и проходит его половое размножение, называется **основным хозяином**. Организм, в котором живут личинки или проходит бесполое размножение паразита, называется **промежуточным хозяином**.

Печёночный сосальщик. Длина тела 3–5 сантиметров. Передняя часть тела имеет форму конуса.

В **цикле развития** печёночного сосальщика есть два хозяина и несколько стадий личинок. Основные хозяева печёночного сосальщика — *крупный рогатый скот* или *человек*. Печёночный сосальщик паразитирует в желчных ходах печени. Он питается кровью и клетками печени и образует огромное количество яиц (рис. 24).

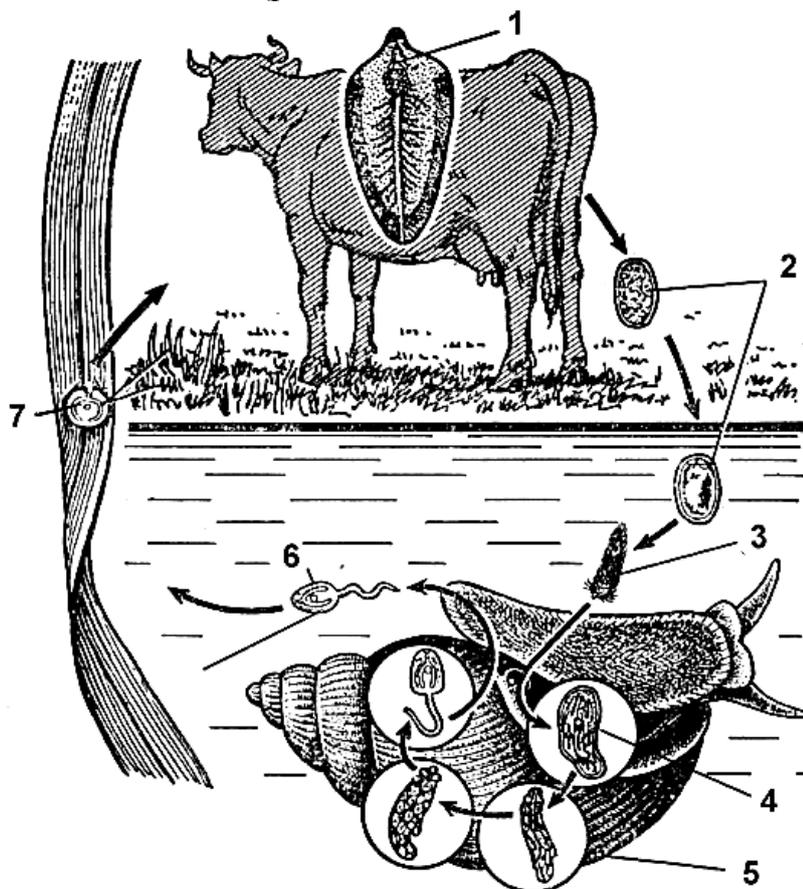


Рис. 24. Цикл развития печёночного сосальщика:

1 — взрослый паразит в теле основного хозяина; 2 — яйца; 3 — мирацидий;
4, 5 — личинки сосальщика в теле моллюска; 6 — церкарий; 7 — адолескарий

Основной хозяин выделяет во внешнюю среду фекалии с яйцами сосальщика. Для развития печёночного сосальщика яйцо должно попасть в воду. В водоёме из яйца выходит личинка с ресничками. Она называется *мирацидий*. Мирацидий активно проникает в промежуточного хозяина (моллюска) и там производит несколько поколений личинок. Из моллюска в воду выходит подвижная личинка с хвостом. Она называется *церкарий*.

Церкарий прикрепляется к водным растениям и покрывается плотной защитной оболочкой. Образуется неподвижная покоящаяся стадия — *адолескарий*. С травой адолескарий может попасть в организм травоядных животных. Человек может заразиться при употреблении воды из водоема, а также овощей и фруктов, вымытых в этой воде. В основном хозяине из адолескария развивается взрослый паразит, который размножается половым путем.

Печёночный сосальщик разрушает желчные ходы и ткань печени. В печени возникает воспалительный процесс и нарушается выделение желчи. Болезнь человека, которую вызывает печёночный сосальщик, называется *фасциолёз*.

Способы защиты человека от болезней называются *профилактикой*.

Профилактика фасциолёза:

- 1) не пить воду из открытых водоёмов;
- 2) не мыть овощи водой из открытых водоемов;
- 3) уничтожать промежуточных хозяев — моллюсков;
- 4) охранять водоемы от загрязнения фекалиями животных и людей;
- 5) выявлять и лечить больных.

В дыхательных путях и в лёгких человека паразитирует *лёгочный сосальщик*, в печени человека — *кошачий сосальщик*, в крупных венах брюшной полости — *кровяные сосальщики*.

Контрольные вопросы:

1. Назовите классы типа Плоские черви.
2. Где обитают плоские черви?
3. Какую форму и размеры тела имеют плоские черви?
4. Расскажите о строении кожно-мускульного мешка плоских червей.
5. Назовите органы фиксации плоских червей.
6. Какие функции выполняет паренхима?
7. Расскажите о строении пищеварительной системы плоских червей.
8. Какое строение имеет выделительная система плоских червей?
9. Расскажите о строении нервной системы плоских червей.
10. Какие органы чувств есть у плоских червей?
11. Какое строение имеет половая система плоских червей?
12. Расскажите о значении плоских червей.
13. Как называются паразитические черви и какие болезни они вызывают?
14. Какой организм называется основным хозяином паразита?
15. Какой организм называется промежуточным хозяином паразита?
16. Назовите основных хозяев печёночного сосальщика.
17. Какая личинка выходит из яйца печёночного сосальщика в водоеме?
18. Кто является промежуточным хозяином печёночного сосальщика?
19. Как проходит развитие печёночного сосальщика в теле моллюска?

20. Как называется покоящаяся стадия печёночного сосальщика?
21. Как происходит заражение основного хозяина печёночным сосальщиком?
22. Какие нарушения в организме человека наблюдаются при фасциолёзе?
23. В чём заключается профилактика фасциолёза у человека?
24. Назовите сосальщиков, которые паразитируют у человека.

Тема 5. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ

Все **Ленточные черви** являются паразитами животных и человека. Большинство ленточных червей паразитирует в кишечнике.

Внешнее строение. Тело ленточных червей имеет вид ленты. Размеры — от 1 миллиметра до 10–18 метров в длину. Тело состоит из *головки, шейки и тела (стробилы)*. *Стробила* поделена на членики (проглоттиды). Органы фиксации ленточных червей — *присоски и крючья*. Они находятся на головке.

Покровы тела. Стенка тела — это кожно-мускульный мешок. Его наружный слой называется *тегумент*. Тегумент защищает паразита от переваривания в кишечнике хозяина.

Внутреннее строение. У ленточных червей нет кровеносной, дыхательной и пищеварительной систем.

Ленточные черви всасывают питательные вещества всей поверхностью тела с помощью выростов на теле червя (микроворсинок).

Выделительная система представлена *протонефридиями*.

Нервная система и органы чувств развиты слабо.

Ленточные черви — гермафродиты. В их цикле развития имеется несколько личиночных стадий и несколько хозяев (основной и промежуточный).

Бычий цепень является представителем класса Ленточные черви. Длина тела бычьего цепня около 10 метров.

Внешнее и внутреннее строение бычьего цепня. На головке бычьего цепня находятся четыре присоски, которыми он фиксируется к стенке кишки. Шейка цепня является зоной роста. От неё образуются новые членики. Паразит растёт всю жизнь. В средней части тела бычьего цепня каждый членик содержит мужскую и женскую половые системы. Такие членики называются *незрелыми*, или *гермафродитными*. Членики в задней части тела являются *зрелыми*. Они содержат только матку, в которой много яиц.

Жизненный цикл. Основным хозяином бычьего цепня является человек. У человека взрослый паразит живёт в кишечнике (рис. 25).

Яйца цепня с фекалиями человека выделяются наружу во внешнюю среду. Вместе с травой яйца попадают в кишечник промежуточного хозяи-

на (крупный рогатый скот). Там из яиц выходит личинка с крючьями — *онкосфера*. Она по кровеносным сосудам попадает в мышцы, где образуется вторая личиночная стадия — *финна*. Финна имеет вид пузырька, в котором находится головка бычьего цепня. Человек заражается, если съест сырое или плохо термически обработанное мясо, которое содержит финны. В кишечнике человека из финны развивается взрослый паразит.

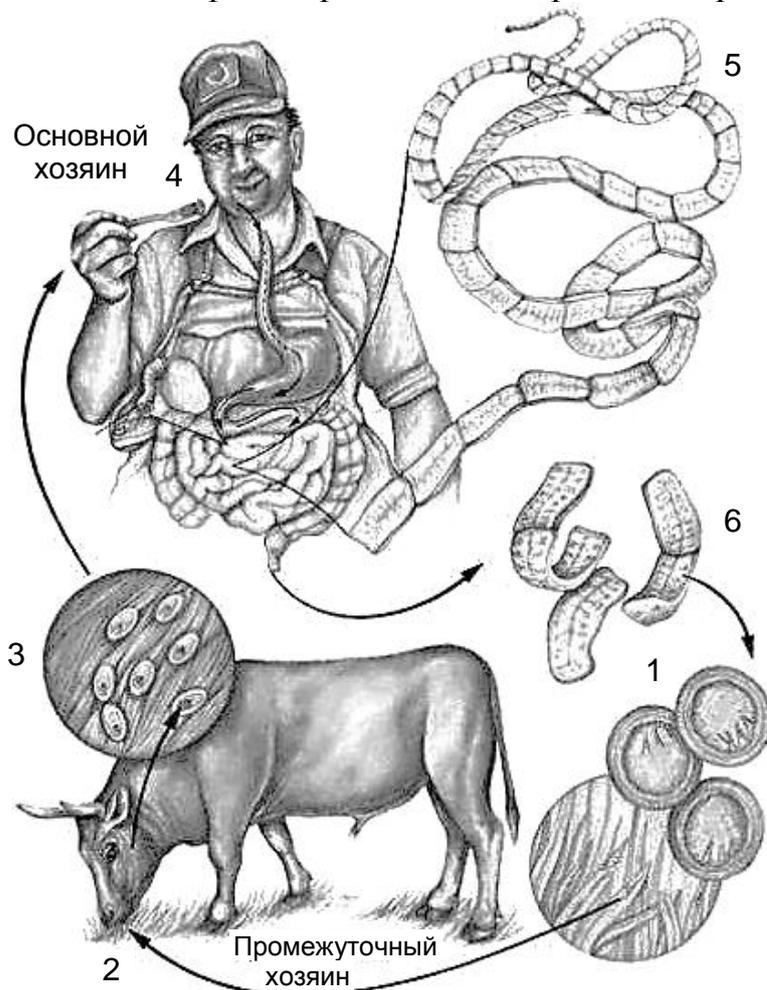


Рис. 25. Цикл развития бычьего цепня:

1 — яйцо; 2 — поедание травы с яйцами; 3 — финна; 4 — зараженное мясо; 5 — взрослый цепень; 6 — зрелый членик с яйцами

Бычий цепень в организме человека поглощает питательные вещества. Присоски цепня разрушают слизистую оболочку кишечника. Продукты обмена веществ цепня являются токсичными для человека. В результате у человека развивается болезнь — *тениаринхоз*.

Профилактика заражения человека бычьим цепнем:

- 1) хорошая термическая обработка говяжьего мяса;
- 2) выявление и лечение больных.

В кишечнике человека могут паразитировать и другие ленточные черви: *свиной цепень*, *лентец широкий*, *карликовый цепень*.

Контрольные вопросы:

1. Какой образ жизни ведут ленточные черви?
2. Где паразитируют ленточные черви?
3. Назовите форму и размеры тела ленточных червей.
4. Назовите части тела ленточных червей.
5. Назовите органы фиксации ленточных червей.
6. Как называется наружный слой кожно-мускульного мешка ленточных червей и какую функцию он выполняет?
7. Каких систем органов нет у ленточных червей?
8. Как питаются ленточные черви?
9. Какую длину имеет тело бычьего цепня?
10. Как растет бычий цепень?
11. Что содержат незрелые членики бычьего цепня?
12. Что содержат зрелые членики бычьего цепня?
13. Кто является основным хозяином бычьего цепня?
14. Кто является промежуточным хозяином бычьего цепня?
15. Как проходит развитие бычьего цепня у промежуточного хозяина?
16. Назовите личиночные стадии бычьего цепня.
17. Как человек заражается бычьим цепнем?
18. Какие изменения вызывает бычий цепень в организме человека?
19. В чём заключается профилактика заражения человека бычьим цепнем?
20. Назовите ленточных червей, которые паразитируют у человека.

Тема 6. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

Тип Круглые черви включает пять классов. Медицинское значение имеет класс **Собственно круглые черви (Нематоды)**.

Среда обитания — вода, почва, организмы человека, животных и растений.

Образ жизни — свободноживущие и паразиты.

Внешнее строение. Тело круглых червей не разделено на части (сегменты), на поперечном срезе имеет форму круга. Длина тела — от нескольких миллиметров до нескольких метров. На переднем конце тела располагаются *ротовое отверстие* и органы чувств.

Покровы тела. Стенка тела — *кожно-мускульный мешок*. Наружный слой кожно-мускульного мешка — многослойная *кутикула*. Кутикула выполняет функции наружного скелета и защищает червей от действия ферментов кишечного сока хозяина. Под кутикулой лежит эпителиальная ткань *гиподерма*. Под гиподермой находится *один слой продольных гладких мышечных волокон* (рис. 26). При сокращении продольных мышц тело

червей может изгибаться в спинно-брюшном направлении и совершать зигзагообразные движения.

Внутренне строение. Полость тела (пространство между органами) — *первичная (псевдоцель)* (рис. 26). Она заполнена жидкостью, которая находится под большим давлением. Жидкость выполняет функцию *гидроскелета* (опорную), участвует в транспорте веществ и накапливает продукты обмена.

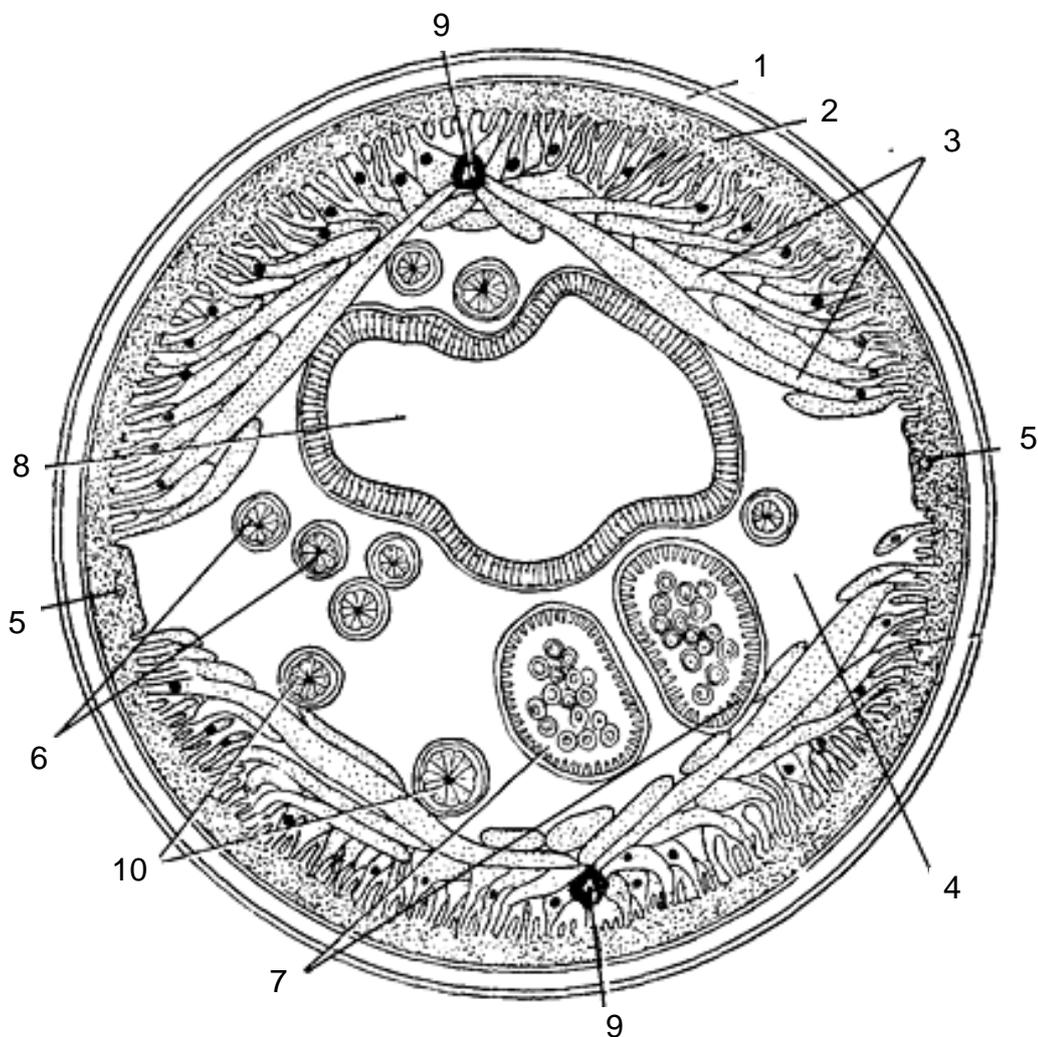


Рис. 26. Поперечный срез аскариды:

- 1 — кутикула; 2 — гиподерма; 3 — мышечные волокна; 4 — псевдоцель;
5 — каналы выделительной системы; 6 — яичники; 7 — матки;
8 — просвет кишечника; 9 — нервные стволы; 10 — яйцеводы

Пищеварительная система содержит 3 отдела: передний (*рот, глотка*), средний (*средняя кишка*) и задний (*задняя кишка с анальным отверстием*) (рис. 27). Свободноживущие круглые черви питаются бактериями, остатками растений и животных, мелкими беспозвоночными, а паразиты — тканями и жидкостями внутренней среды организма хозяина. Непереваренные остатки пищи удаляются через анальное отверстие.

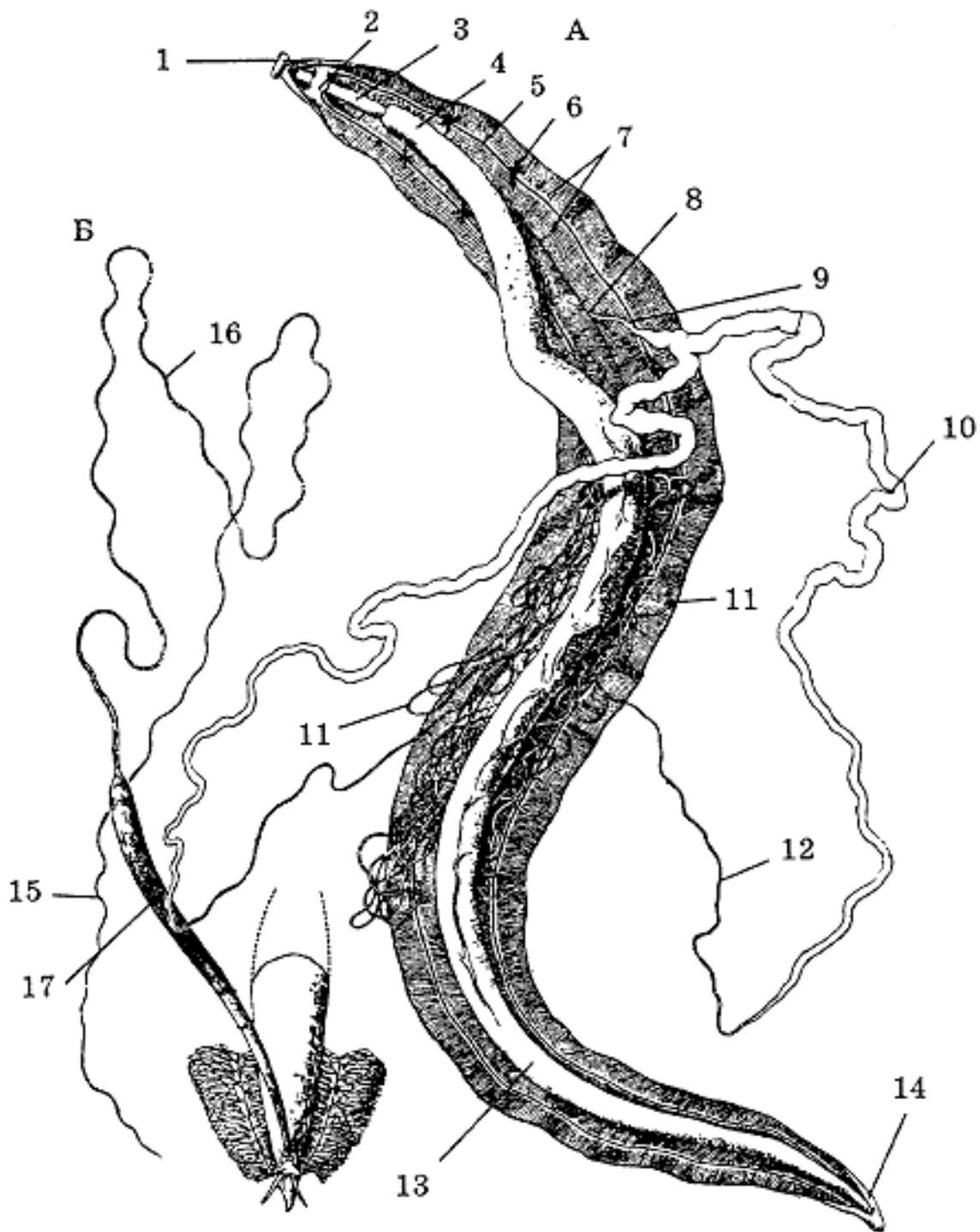


Рис. 27. Схема строения аскариды:

А — вскрытая самка; Б — половая система самца;

- 1 — ротовое отверстие; 2 — окологлоточное нервное кольцо; 3 — глотка;
 4 — средняя кишка; 5 — выделительный канал; 6 — фагоцитарные клетки;
 7 — продольные мышцы; 8 — половое отверстие; 9 — влагалище; 10 — матка;
 11 — яичники; 12 — яйцевод; 13 — задняя кишка; 14 — анальное отверстие;
 15 — семенник; 16 — семяпровод; 17 — семяизвергательный канал*

Выделительная система состоит из 1–2 кожных желез, похожих на протонефридии. Это крупные клетки, от которых отходят два канала (рис. 26). Каналы сливаются друг с другом и открываются выделительным отверстием в передней части тела. В выделении жидких продуктов обмена участвуют *фагоцитарные клетки*.

Кровеносной и дыхательной систем у круглых червей нет.

Нервная система червей имеет два *головных ганглия*, *окологлоточное нервное кольцо* (рис. 27) и *четыре нервных ствола*, из которых лучше развиты спинной и брюшной (рис. 26).

Органы чувств у нематод развиты слабо. У них есть органы осязания и органы химического чувства.

Половая система. Круглые черви *раздельнополые животные*. Самцы меньше самок и задний конец тела самцов закручен на брюшную сторону. Внешние различия особей разного пола называются *половым диморфизмом*. Половая система имеет вид трубок. У самцов половая система непарная и состоит из семенника, семяпровода, семяизвергательного канала (рис. 27). У самок половая система парная и состоит из двух яичников, двух яйцеводов, двух маток и влагалища. Половое отверстие у самок расположено ближе к середине тела.

Размножение половое. Осеменение внутреннее. Развитие у большинства нематод не прямое (с превращением). У многих нематод личинка развивается в почве или воде. У некоторых видов развитие прямое (*живорождение*). Паразиты имеют сложные циклы развития.

Значение круглых червей:

- 1) являются компонентами экосистем;
- 2) являются пищей для более крупных животных;
- 3) участвуют в образовании почвы;
- 4) вызывают паразитарные заболевания.

Представитель типа Круглые черви — **аскарида человеческая**. Длина тела самки — 40 сантиметров, самца — 25 сантиметров. Живые паразиты бело-розового цвета. Тело цилиндрическое, заостренное на концах. Ротовое отверстие окружено *кутикулярными губами*. Взрослая особь живет в тонком кишечнике человека.

Цикл развития. Самка откладывает в сутки 250 тысяч яиц, которые из кишечника человека с фекалиями попадают в окружающую среду. В почве в присутствии кислорода, при температуре +25 °С и высокой влажности через 2–3 недели в яйцах развивается личинка. Такие яйца могут попасть в организм человека с водой, с грязными овощами и фруктами. В кишечнике личинка выходит из яйца и проникает в кровеносные сосуды. По сосудам она проходит через печень, сердце и лёгкие. Из лёгких по бронхам и трахее личинка попадает в ротовую полость и повторно проглатывается. Через три месяца в кишечнике личинка превращается во взрос-

лую аскариду. Миграция личинок длится около двух недель. Продолжительность жизни взрослых аскарид — около года. Аскарида поглощает питательные вещества из организма хозяина. Её личинки разрушают стенку кишечника, кровеносные сосуды и дыхательные пути. Поэтому у человека появляется кашель и бронхит. Продукты обмена веществ аскариды являются токсичными для человека. Болезнь, которую аскарида человеческая вызывает у человека, называется *аскаридоз*.

Профилактика аскаридоза:

- 1) соблюдение правил личной гигиены (чистота рук);
- 2) употребление чисто вымытых овощей и фруктов;
- 3) защита продуктов питания от мух — переносчиков яиц аскариды;
- 4) охрана окружающей среды (почва, вода) от загрязнения фекалиями человека;
- 5) выявление и лечение больных.

У человека могут паразитировать *острица, трихинелла*.

Болезни, которые вызывают круглые черви, называются *нематодозы*.

Контрольные вопросы:

1. Назовите среду обитания круглых червей.
2. Назовите размеры тела круглых червей.
3. Назовите слои кожно-мускульного мешка круглых червей.
4. Как называется полость тела червей? Чем она заполнена?
5. Назовите функции полостной жидкости.
6. Какое строение имеет пищеварительная система круглых червей?
7. Какое строение имеет выделительная система круглых червей?
8. Расскажите о строении нервной системы круглых червей.
9. Что такое половой диморфизм?
10. Какое строение имеет половая система круглых червей?
11. Перечислите значение круглых червей.
12. Какую длину тела имеют самец и самка аскариды?
13. При каких условиях происходит развитие в яйце личинки аскариды?
14. Как происходит заражение человека аскаридой?
15. Как движется личинка аскариды в организме человека?
16. Какое действие оказывает аскарида на организм человека?
17. В чём состоит профилактика аскаридоза?
18. Назовите круглых червей — паразитов человека.
19. Как называются болезни, которые вызывают круглые черви?

Тема 7. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Тип Членистоногие — самый многочисленный тип животного мира. К типу Членистоногие относится более 1,5 миллионов видов.

Среда обитания. Членистоногие живут в воздухе, в почве, в водоёмах.

Образ жизни. Среди них есть свободноживущие и паразиты человека, животных и растений.

К типу Членистоногие относятся три класса:

- 1) Ракообразные: раки, креветки;
- 2) Паукообразные: пауки, скорпионы, клещи;
- 3) Насекомые: бабочки, жуки, мухи, комары.

Размеры тела от 0,1 миллиметра до 1 метра. Тело большинства членистоногих состоит из отдельных частей (сегментов). Сегменты образуют отделы тела. У раков и пауков тело имеет два отдела — головогрудь и брюшко (рис. 28), а у насекомых — три отдела: голову, грудь и брюшко. У клещей нет отделов тела, их сегменты слились.

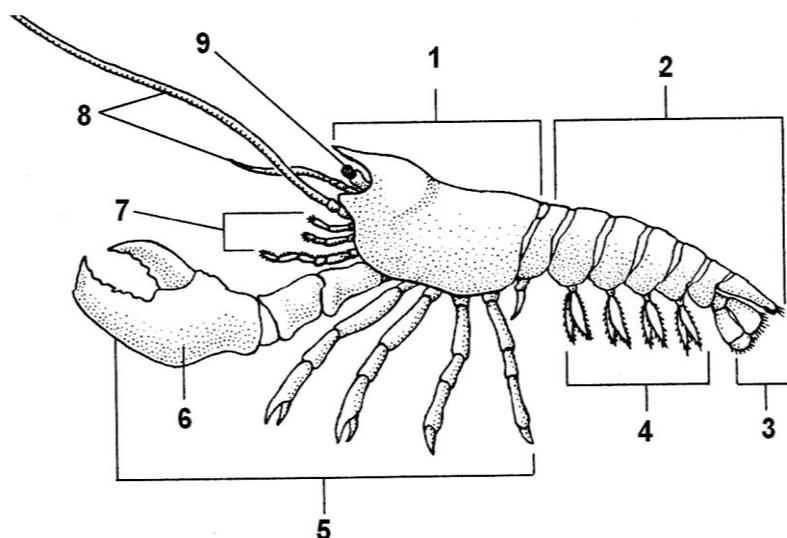


Рис. 28. Внешнее строение речного рака:

- 1 — головогрудь; 2 — брюшко; 3 — хвостовой плавник; 4 — брюшные ноги;
5 — ходильные конечности; 6 — клешни; 7 — ротовой аппарат (ногочелюсти);
8 — усики; 9 — глаза

Покровы тела. Тело членистоногих покрыто кутикулой, которая пропитана сложным полисахаридом *хитином*. Хитиновая кутикула является наружным скелетом и выполняет защитную функцию. К ней прикрепляются *поперечнополосатые мышцы*. Хитин не растягивается, поэтому рост членистоногих связан с *линькой*. Линька — это замена старого покрова тела на новый. Во время линьки членистоногие растут.

Конечности. Конечности членистоногих состоят из нескольких частей (*члеников*) и подвижно соединяются с телом суставами. Такие конечности позволяют этим животным бегать, прыгать, плавать, защищаться от врагов, захватывать и удерживать пищу, измельчать ее.

Органы движения. Число ходильных конечностей у членистоногих разное: у рака — 5, у паука — 4, у насекомых — 3 пары (рис. 28, 29).

Внутреннее строение. *Полость тела* у членистоногих *смешанная (миксоцель)*. Она образуется при слиянии первичной и вторичной полостей

тела. Миксоцель содержит жидкость, которая называется *гемолимфой*. Гемолимфа выполняет функцию крови и полостной жидкости.

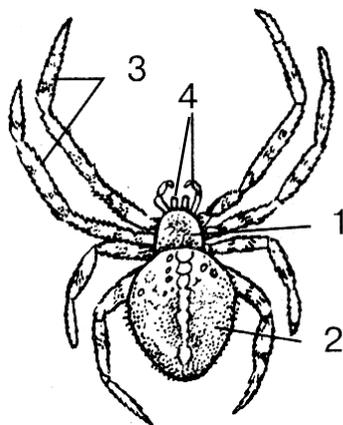


Рис. 29. Внешнее строение паука:
1 — головогрудь; 2 — брюшко; 3 — ходильные конечности;
4 — ротовой аппарат (хелицеры и педипальпы)

Пищеварительная система имеет 3 отдела. Передний отдел состоит из *рта, глотки, пищевода, зоба* (у некоторых видов), *желудка*. Средний отдел — это *средняя кишка*. Задний отдел — это *задняя кишка и анальное отверстие*. Передний отдел начинается сложным ротовым аппаратом. У членистоногих хорошо развиты пищеварительные железы (например, слюнные).

Выделительная система — это специальные железы (*зеленые и коксальные*) или *мальпигиевые сосуды* (выросты кишечника). У насекомых в выделении участвует *жировое тело* (почка накопления).

Кровеносная система членистоногих состоит из сердца и сосудов. Сердце находится на спинной стороне. Кровеносная система незамкнутая. При сокращении сердца гемолимфа выходит из сосудов в полость тела, омывает внутренние органы, а потом опять собирается в сосуды. Кровь членистоногих может быть бесцветной, красной или синей.

Органы дыхания водных членистоногих — *жабры*, наземных — *легочные мешки* или *трахеи*. Трахеи — это тоненькие трубочки, которые ветвятся по всему телу. По ним кислород поступает к органам и тканям членистоногих. Трахеи открываются наружу дыхательными отверстиями (*стигмами*).

Нервная система состоит из «*головного мозга*» (*головного ганглия*) — большой группы нервных клеток, *окологлоточного нервного кольца* и крупных узлов *брюшной нервной цепочки*. От нервных узлов идут нервы ко всем органам. У членистоногих хорошо развиты все органы чувств — зрения, обоняния, осязания, вкуса, слуха, равновесия.

Членистоногие — *раздельнополые* животные, у которых присутствует *половой диморфизм*. Самец и самка отличаются размерами, строением тела и конечностей, а также окраской.

Размножение у членистоногих половое. Развитие может быть прямым или с превращением (метаморфозом).

Прямое развитие: из яйца выходит животное, которое по строению похоже на взрослый организм. Прямой тип развития характерен для пауков.

Развитие с метаморфозом: из яйца появляется организм, который по строению отличается от взрослой особи. *Развитие с полным метаморфозом* имеет 4 стадии превращения: яйцо, личинка, куколка, взрослая особь (например, жуки, бабочки, мухи, комары, блохи). *Развитие с неполным метаморфозом* имеет 3 стадии превращения: яйцо, личинка, взрослая особь (например, клопы, вши, тараканы).

Контрольные вопросы:

1. Где обитают членистоногие?
2. Назовите классы типа Членистоногие и их представителей.
3. Назовите отделы тела членистоногих.
4. Чем покрыто тело членистоногих?
5. Назовите функции хитиновой кутикулы.
6. Что такое линька?
7. Какие функции выполняют конечности членистоногих?
8. Как называется полость тела у членистоногих и как она образуется?
9. Назовите функции гемолимфы.
10. Расскажите о строении пищеварительной системы членистоногих.
11. Назовите органы выделения членистоногих.
12. Какое строение имеет кровеносная система членистоногих?
13. Назовите органы дыхания членистоногих.
14. Какое строение имеет нервная система членистоногих?
15. Какие органы чувств развиты у членистоногих?
16. Какое размножение и развитие у членистоногих?
17. Какое развитие называется прямым?
18. Из каких стадий состоит развитие с полным метаморфозом?
19. Из каких стадий состоит развитие с неполным метаморфозом?

Тема 8. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ПАУКООБРАЗНЫЕ

К классу Паукообразные относятся скорпионы, пауки, клещи.

Среда обитания. Паукообразные живут на суше.

Образ жизни. Большинство видов — свободноживущие, некоторые виды — паразиты животных и человека.

Размеры тела — от 0,1 миллиметра (чесоточный клещ) до 30 сантиметров (паук-птицеед).

Внешнее строение. Тело паукообразных имеет два отдела: головогрудь и брюшко.

На *головогрудь* располагается 6 пар конечностей (см. рис. 29). Две пары конечностей находятся у ротового отверстия. Первая пара называется *хелицеры (челюсти)*. На конце хелицер у пауков открываются протоки ядовитых желез. Паук парализует свою добычу ядом. Вторая пара конечностей называется *педипальпы (ногощупальца)*. Ими паук держит добычу. Педипальпы выполняют функцию органов осязания и вкуса. У скорпионов педипальпы превратились в длинные клешни. Четыре пары конечностей являются органами движения (ходильные ноги). Они длинные, тонкие, членистые, с коготками.

Брюшко не имеет сегментов и не несет конечностей. На брюшке находятся дыхательные, половое и анальное отверстия. В брюшке у пауков расположены *паутинные железы*. Из паутины пауки плетут ловчую сеть, гнездо и кокон для яиц.

Покровы тела. Тело паукообразных покрыто *хитиновой кутикулой*. Под кутикулой располагаются *гиподерма* и пучки *поперечнополосатых мышц*.

Внутреннее строение. *Пищеварительная система* имеет передний, средний и задний отделы. Паукообразные питаются живыми организмами (хищники), кровью хозяина и соками растений (паразиты). Пищеварение у паука наружно-внутреннее. При укусе паук вводит в жертву слюну с пищеварительными ферментами, которые начинают расщеплять питательные вещества. Затем паук всасывает жидкую пищу в желудок и заканчивает ее переваривать в средней кишке. В среднюю кишку открываются протоки печени. Остатки пищи через заднюю кишку и анальное отверстие выделяются наружу (рис. 30).

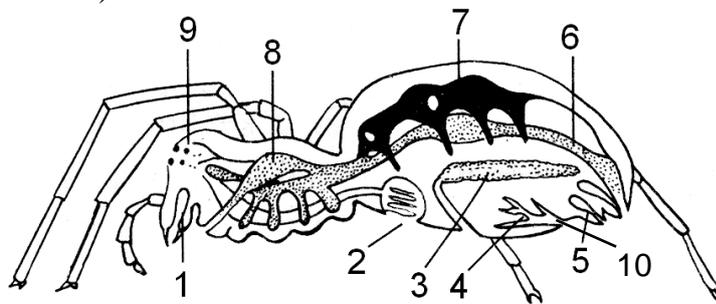


Рис. 30. Внутреннее строение паука:

- 1 — ядовитая железа; 2 — легочные мешки; 3 — половая железа; 4 — трахеи;
5 — паутинная железа; 6 — задняя кишка; 7 — сердце; 8 — желудок; 9 — глаза;
10 — стигма

Органы выделения паукообразных — это *коксовые железы* и *мальпигиевы сосуды*. Отверстия коксовых желез находятся у основания ходильных конечностей. Мальпигиевы сосуды открываются в пищеварительный канал на границе средней и задней кишки.

Кровеносная система незамкнутая. Сердце в форме трубочки лежит на спинной стороне брюшка. *Гемолимфа* из сердца попадает в полость

тела и омывает органы дыхания. Богатая кислородом гемолимфа собирается в сосуды и возвращается в сердце.

Органы дыхания — легочные мешки и трахеи. *Легочные мешки* лежат в передней части брюшка. *Трахеи* находятся в задней части брюшка и открываются *стигмами*.

Нервная система состоит из *головного ганглия, брюшной нервной цепочки и нервов*. Органы зрения — простые глаза, которые располагаются на головогрудях. Есть органы обоняния и органы химического чувства.

Половая система. Паукообразные раздельнополые. Парные половые железы находятся в брюшке. Размножение половое. Оплодотворение внутреннее. Развитие у пауков прямое. Самка паука откладывает яйца в кокон из паутины. Весной из яиц выходят молодые паучки. У скорпионов наблюдается живорождение. Клещи развиваются с неполным метаморфозом.

В природе часто встречаются клещи. Это мелкие паукообразные. Их размеры тела не более 0,3–3,0 сантиметра. Клещи живут в почве, в гнёздах птиц, являются паразитами растений, животных и человека. Они питаются соками растений или кровью хозяина. Тело клещей не имеет отделов. Хелицеры и педипальпы образуют ротовой аппарат (*хоботок*). У клещей нет кровеносной и дыхательной систем, у многих нет глаз. Размножение у клещей половое, а развитие проходит с неполным метаморфозом.

Клещи имеют большое медицинское значение. *Иксодовые и аргасовые клещи* питаются кровью животных и человека. Они могут передавать человеку возбудителей энцефалита и возвратного тифа. При энцефалите у человека возникают сильные головные боли, нарушение сознания и психики. У больных клещевым возвратным тифом наблюдается лихорадка, головные боли, тошнота и рвота.

Чесоточный клещ живет в коже человека и вызывает болезнь *чесотку*. Размеры клеща 0,3 миллиметра. Самка чесоточного клеща прогрызает в коже человека ходы, откладывает яйца, из которых выходят личинки. При питании и движении чесоточные клещи вызывают сильный зуд. Для профилактики чесотки нужно соблюдать правила гигиены и не пользоваться чужой одеждой, перчатками, обувью, постельными принадлежностями.

Значение паукообразных:

- 1) пауки питаются насекомыми и убивают вредителей растений;
- 2) ядовитые пауки опасны для человека (например, каракурт, тарантул).

Контрольные вопросы:

1. Какие животные относятся к классу Паукообразные?
2. Где обитают и какой образ жизни ведут паукообразные?
3. Назовите отделы тела паукообразных.
4. Назовите конечности паукообразных.
5. Какую функцию выполняют хелицеры и педипальпы?
6. Чем питаются паукообразные?

7. Как проходит пищеварение у паука?
8. Назовите органы выделения паукообразных.
9. Расскажите о строении кровеносной системы паукообразных.
10. Назовите органы дыхания паукообразных.
11. Какое строение имеет нервная система паукообразных?
12. Назовите органы чувств паукообразных.
13. Какое размножение и развитие у пауков?
14. Назовите размеры тела клещей.
15. Где живут клещи?
16. Назовите особенности строения тела клещей.
17. Чем питаются клещи?
18. Какое размножение и развитие у клещей?
19. Какое медицинское значение имеют иксодовые и аргасовые клещи?
20. Какое медицинское значение имеет чесоточный клещ?
21. Расскажите о мерах профилактики чесотки.
22. Расскажите о значении паукообразных.

Тема 9. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА НАСЕКОМЫЕ

Класс Насекомые самый многочисленный среди живых организмов.

Среда обитания. Насекомые живут на суше, в почве и в воздухе.

Образ жизни: большинство насекомых свободноживущие, некоторые насекомые — паразиты животных и человека.

Размеры тела от 1–2 миллиметров до 30 сантиметров.

Покровы тела. Тело насекомых покрыто *хитином*, поэтому насекомые растут во время линьки. Под хитином лежат *гиподерма и поперечно-полосатая мускулатура*.

Тело состоит из трех отделов: голова, грудь и брюшко. На голове расположены пара усиков, глаза и ротовой аппарат.

Органы движения у насекомых — три пары членистых конечностей и одна или две пары крыльев. Членистые конечности располагаются *на груди с брюшной стороны*. Крылья находятся на *спинной стороне груди*. Некоторые насекомые-паразиты не имеют крыльев (например, блохи и вши) (рис. 31).

Внутренне строение. *Пищеварительная система* насекомых состоит из *передней* (глотка, пищевод, зоб, желудок), *средней и задней* кишки с анальным отверстием.

Передняя кишка начинается ротовым отверстием и ротовым аппаратом. *Ротовой аппарат* состоит из одной верхней и одной нижней губы, двух верхних и двух нижних челюстей. Строение ротового аппарата зависит от способа питания насекомого. Жуки питаются твёрдой пищей

и имеют *грызущий* ротовой аппарат. Комары питаются кровью и имеют *колюще-сосущий* ротовой аппарат.

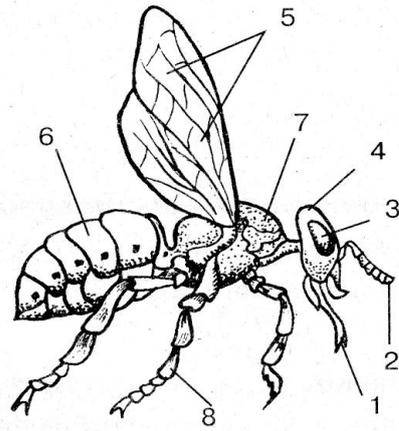


Рис. 31. Внешнее строение насекомого:

1 — ротовой аппарат; 2 — усики; 3 — глаза; 4 — голова; 5 — крылья; 6 — брюшко; 7 — грудь; 8 — членистые конечности

В полость рта открываются протоки слюнных желез (рис. 32).

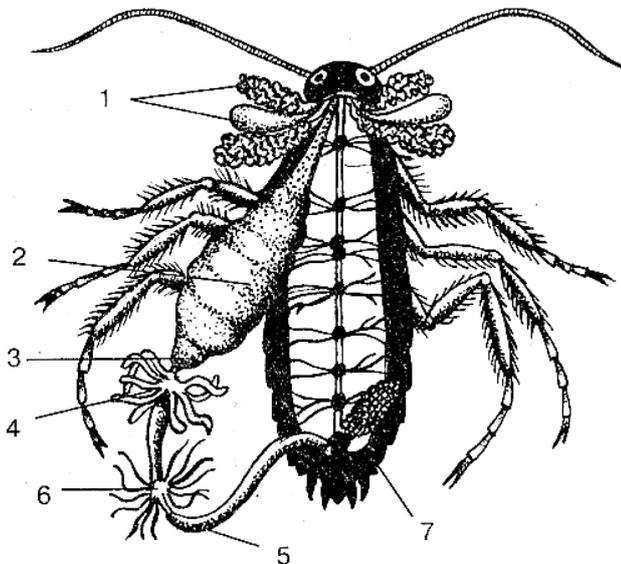


Рис. 32. Внутреннее строение насекомого:

1 — слюнные железы; 2 — зуб; 3 — желудок; 4 — средняя кишка; 5 — задняя кишка; 6 — мальпигиевы сосуды; 7 — анальное отверстие

Печень отсутствует. Стенка средней кишки выделяет пищеварительные ферменты, поэтому пища переваривается и всасывается в средней кишке.

Органами выделения являются мальпигиевы сосуды и жировое тело.

Кровеносная система незамкнутая. Сердце в виде трубки лежит на спинной стороне брюшка над кишечником. Бесцветная *гемолимфа* доставляет питательные вещества к органам и тканям, участвует в выведении продуктов обмена, выполняет защитную функцию.

Органы дыхания насекомых — *трахеи*. Трахеи открываются наружу отверстиями (стигмами), которые располагаются по бокам брюшка и груди.

Нервная система насекомых сложная. Она имеет *надглоточный ганглий* («головной мозг»), *брюшную нервную цепочку и нервы*. «Головной мозг» имеет три отдела: передний, средний и задний. Задний отдел регулирует работу ротового аппарата, средний — усиков, передний — глаз. «Головной мозг» отвечает за сложное поведение насекомых.

У насекомых хорошо развиты все *органы чувств*. Глаза насекомых находятся на голове. Они состоят из многих маленьких простых глазков и называются *фасеточными*. На голове находятся органы осязания и обоняния — *усики*. У некоторых насекомых есть органы слуха.

Половая система. Насекомые раздельнополые. Парные половые железы лежат в брюшке. Размножение половое. Развитие насекомых проходит с *метаморфозом*: *неполным* (например, у тараканов и кузнечиков) или *полным* (например, у жуков и бабочек).

Значение насекомых:

- 1) опыляют цветковые растения;
- 2) являются пищей для птиц и животных;
- 3) дают человеку продукты питания (например, мед) и продукты для получения лекарств (например, пчелиный яд, прополис);
- 4) являются объектом научных исследований (муха дрозофила);
- 5) уничтожают вредных насекомых.

Медицинское значение имеют насекомые-паразиты. Вши вызывают у человека педикулез. Блохи передают человеку возбудителей чумы. Комары рода Анофелес переносят возбудителей малярии. Многие насекомые являются ядовитыми животными (например, пчелы, осы).

Контрольные вопросы:

1. Назовите среду обитания и образ жизни насекомых.
2. Назовите размеры тела насекомых.
3. Расскажите о строении покровов тела насекомых.
4. Назовите отделы тела насекомых.
5. Назовите органы движения насекомых. Где они расположены?
6. Назовите отделы пищеварительной системы насекомых.
7. Расскажите о строении ротового аппарата насекомых.
8. Какие органы выделения имеют насекомые?
9. Какое строение имеет кровеносная система насекомых?
10. Что такое гемолимфа? Назовите функции гемолимфы.
11. Назовите органы дыхания насекомых.
12. Расскажите о строении нервной системы насекомых.
13. Какие органы чувств развиты у насекомых?
14. Какое строение имеют глаза насекомых и как они называются?
15. Что является органом осязания у насекомых?

16. Какое размножение и развитие у насекомых?
17. Назовите стадии развития с неполным метаморфозом и приведите примеры насекомых.
18. Назовите стадии развития с полным метаморфозом и приведите примеры насекомых.
19. Расскажите о значении насекомых.
20. Какое медицинское значение имеют насекомые-паразиты?

Тема 10. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА ХОРДОВЫЕ

Хордовые широко распространены по всему земному шару. Они имеют разные размеры, внешний вид и ведут разный образ жизни (например, ланцетник, рыба, птица, собака). Хордовые животные имеют сложное строение и поведение. Их тело имеет билатеральную симметрию. Все хордовые имеют вторичную полость тела (*целом*).

Хордовые животные имеют общий план строения.

У всех хордовых есть внутренний **осевой скелет**. На стадиях зародыша и личинки — это *хорда*. *Хорда* имеет вид упругой струны из соединительной ткани, которая расположена вдоль спинной стороны тела животного. У большинства взрослых хордовых она заменяется *позвоночником*.

Над хордой расположена *нервная трубка*, которая имеет полость — *невроцель*. Из нервной трубки у большинства хордовых животных образуется спинной и головной мозг. Хорошо развиты все органы чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса.

Под хордой находится *пищеварительная трубка*. Она имеет три отдела: передний, средний и задний. У зародышей всех хордовых передний отдел пищеварительной трубки (глотка) имеет жаберные щели. На месте жаберных щелей развиваются органы дыхания водных животных — *жабры*. Наземные хордовые дышат *легкими*, которые образуются из кишечной трубки. Их жаберные щели в процессе развития зарастают.

Кровеносная система замкнутая. *Сердце* расположено под пищеварительной трубкой на брюшной стороне тела.

Выделительная система. Органы выделения — нефридии или почки. Водные животные имеют туловищные почки, а наземные позвоночные — тазовые.

Большинство видов хордовых — раздельнополые. Размножение половое. Развитие прямое или с метаморфозом.

Тело хордовых покрыто **кожей**. Кожа имеет два слоя: наружный слой эпителиальный — *эпидермис*; внутренний слой — *дерма*. Дерма образована соединительной тканью.

К типу **Хордовые** относятся подтипы: *Бесчерепные* — класс Ланцетники; *Черепные*, или *Позвоночные* — классы: Хрящевые рыбы, Костные

рыбы, Земноводные (Амфибии), Пресмыкающиеся (Рептилии), Птицы, Млекопитающие.

Подтип Бесчерепные — это животные, у которых нет скелета головы (черепа) и позвоночника. Представитель подтипа — ланцетник. Ланцетник живет в песке на дне водоема.

Внешнее строение. У ланцетника полупрозрачное обтекаемое тело, длина которого 4–8 сантиметров. Тело имеет головной, туловищный и хвостовой отделы (рис. 33).

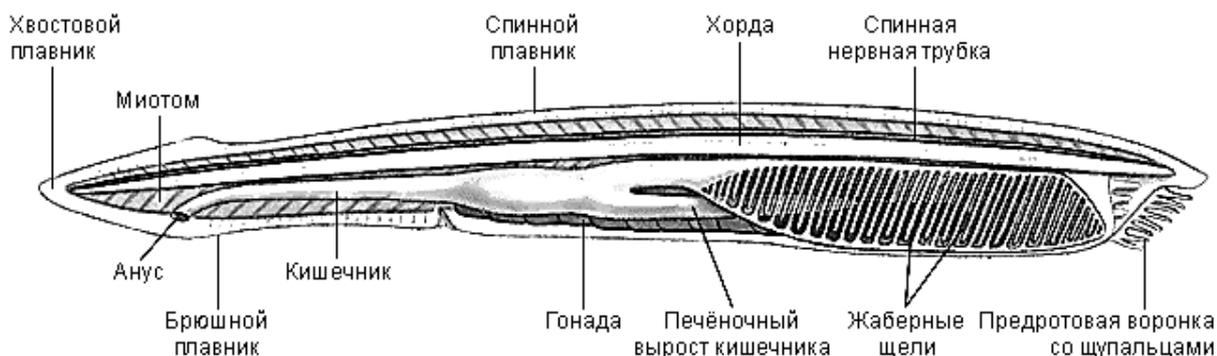


Рис. 33. Строение ланцетника

Тело ланцетника покрыто кожей. Она состоит из однослойного эпидермиса и студенистой дермы. В коже расположены железы, которые выделяют слизь. Складки кожи образуют *плавники* (спинной, хвостовой, брюшной). Плавники являются органами движения. Мышцы состоят из отдельных сегментов (миотомов) и в виде двух лент лежат вдоль тела ланцетника.

Внутреннее строение. Скелет ланцетника состоит из *хорды*.

Нервная система. Головного мозга нет. *Нервная трубка* на переднем конце тела образует обонятельную ямку, которая является органом химического чувства. Светочувствительные клетки нервной трубки воспринимают свет.

Пищеварительная система начинается круглой предротовой воронкой, которая окружена щупальцами. Щупальца создают ток воды в глотку. В стенке глотки имеется 100–150 пар жаберных щелей, через которые фильтруются пищевые частицы. В кишечнике пища переваривается и всасывается. Кишечник имеет вырост, который выполняет функцию печени. Пищеварительная система заканчивается анальным отверстием (анусом).

Дыхание идёт вместе с питанием. Перегородки жаберных щелей имеют много кровеносных сосудов, в которых происходит газообмен.

Органы выделения ланцетника называются *нефридиями*. Они имеют форму трубочек и лежат по бокам глотки.

Кровеносная система замкнутая. Функцию сердца выполняет пульсирующая *брюшная аорта*.

Половая система. Ланцетники раздельнополые. Они имеют 25 пар гонад (половых желез). Размножение половое. Оплодотворение идёт в воде, развитие с неполным метаморфозом.

Ланцетник — это переходное звено между беспозвоночными и позвоночными животными.

Признаки сходства ланцетника с беспозвоночными:

- двусторонняя симметрия;
- однослойный эпителий кожи;
- гонады и нефридии располагаются парами;
- слабая дифференцировка пищеварительной системы;
- отсутствие головного мозга и сердца.

Признаки сходства ланцетника с позвоночными:

- осевой скелет — хорда;
- нервная трубка лежит над хордой;
- пищеварительная трубка лежит под хордой;
- глотка имеет жаберные щели;
- центральный кровеносный сосуд лежит на брюшной стороне тела.

Контрольные вопросы:

1. Какая полость тела у хордовых животных?
2. Что такое хорда?
3. Где расположена нервная трубка хордовых, и как называется ее полость?
4. Где расположена пищеварительная трубка хордовых?
5. Назовите органы дыхания водных и наземных хордовых.
6. Где расположено сердце хордовых?
7. Назовите слои кожи хордовых.
8. Дайте классификацию типа Хордовые.
9. Какую форму и длину тела имеет ланцетник?
10. Какое строение имеет кожа ланцетника?
11. Назовите органы движения ланцетника.
12. Что является осевым скелетом у ланцетника?
13. Какие клетки ланцетника воспринимают свет?
14. Как питается ланцетник?
15. Как происходит процесс дыхания ланцетника?
16. Как называются органы выделения ланцетника? Какую форму они имеют?
17. Что выполняет функцию сердца у ланцетника?
18. Как происходит размножение и развитие ланцетника?
19. Назовите признаки сходства ланцетника с беспозвоночными животными.
20. Назовите признаки сходства ланцетника с позвоночными животными.

Тема 11. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА КОСТНЫЕ РЫБЫ

Животные, которые относятся к классу **Костные рыбы**, живут в различных водоёмах.

Внешнее строение. Форма тела у рыб обтекаемая. Тело имеет *голову, туловище, хвост*.

Органы движения рыб — *плавники*. Парные плавники — грудные и брюшные. Они обеспечивают повороты и сохранение равновесия. Непарные плавники — спинной, анальный и хвостовой. Они обеспечивают устойчивость тела и движение (рис. 34).

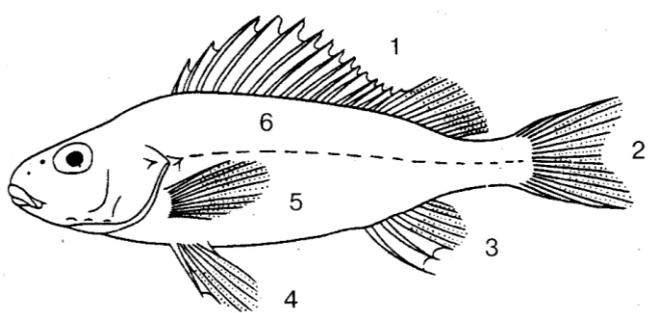


Рис. 34. Внешнее строение рыбы:

1 — спинной плавник; 2 — хвостовой плавник; 3 — анальный плавник;
4 — брюшные плавники; 5 — грудные плавники; 6 — боковая линия

Покровы тела. У рыб кожа состоит из многослойного эпидермиса и дермы, покрыта *чешуёй*. *Чешуя* — это тонкие плоские костные пластинки. В коже расположены одноклеточные железы, которые выделяют слизь. *Функции слизи:* помогает рыбе двигаться в воде, защищает от возбудителей болезней.

Внутреннее строение. *Скелет* рыб состоит из хрящевой и костной тканей. Он делится на скелет головы (череп), скелет туловища и скелет плавников (плавниковых лучей) и их поясов.

Череп имеет мозговую и лицевую части. Мозговая часть защищает головной мозг и органы чувств. Лицевая часть связана с пищеварительной и дыхательной системами. Череп рыб неподвижно срастается с позвоночником.

Скелет туловища — это *позвоночник*. Позвоночник состоит из позвонков и имеет туловищный и хвостовой отделы. К позвонкам туловищного отдела прикрепляются рёбра. Скелет является опорой для внутренних органов. К скелету прикрепляются мышцы. Мышцы образуют две мышечные ленты, которые лежат по бокам тела. Опорой для грудных плавников служит *плечевой пояс*. Он содержит вороньи кости и лопатки. Опорой для брюшных плавников служит *тазовый пояс*.

Пищеварительная система имеет отделы: *ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, кишечник* (тонкая кишка и толстая кишка) и *анальное*

отверстие (рис. 35, а). В ротовой полости находятся *челюсти с зубами*. Стенка глотки имеет *жаберные щели*. Питательные вещества всасываются в тонком кишечнике. Рыбы имеют *печень, желчный пузырь и поджелудочную железу*.

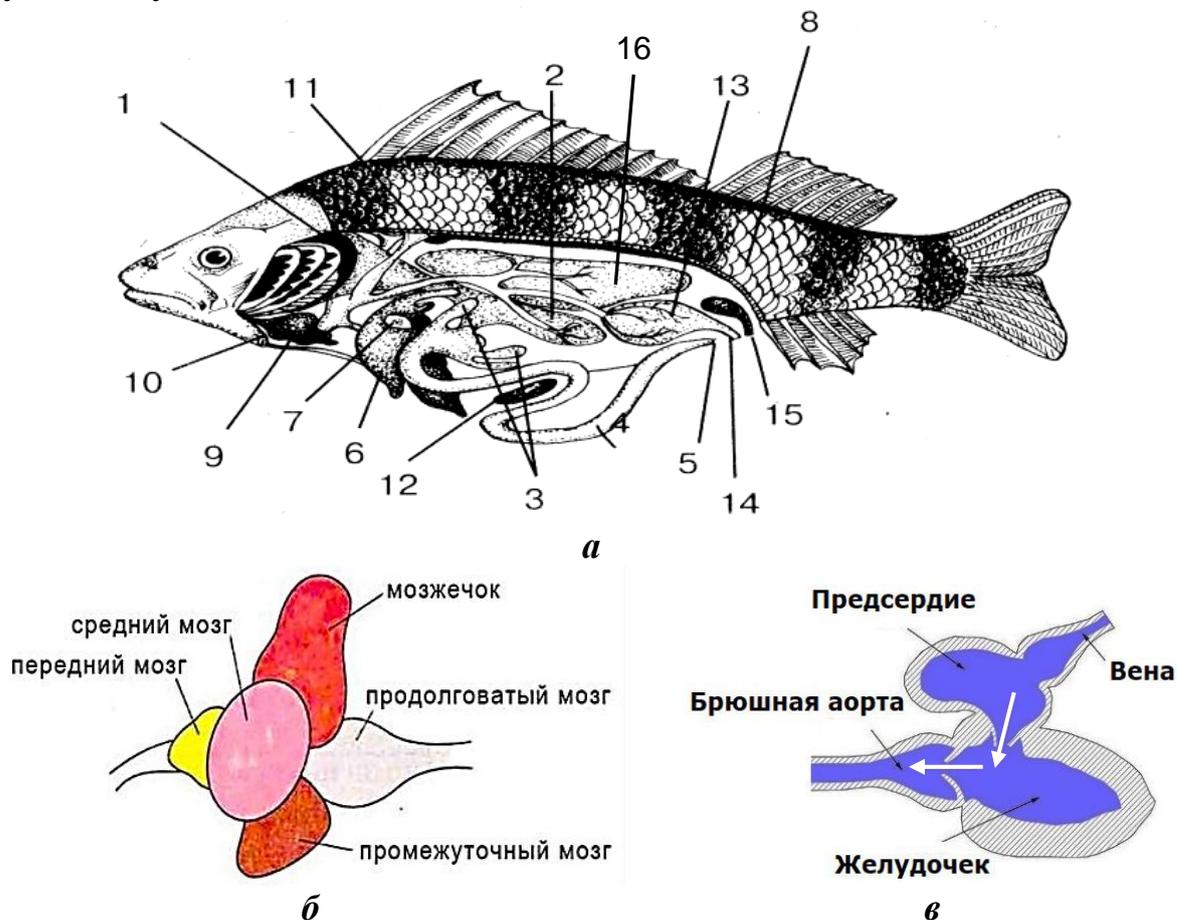


Рис. 35. Схема внутреннего строения (а), мозга (б), сердца (в) рыбы:

- 1 — жабры; 2 — желудок; 3 — поджелудочная железа; 4 — кишечник;
 5 — анальное отверстие; 6 — печень; 7 — желчный пузырь; 8 — чешуя; 9 — сердце;
 10 — артериальный конус (расширение брюшной аорты); 11 — почка; 12 — селезенка;
 13 — яичник; 14 — проток половой железы; 15 — мочевого пузыря;
 16 — плавательный пузырь

У рыб имеется *плавательный пузырь*. *Плавательный пузырь* — это вырост пищевода, который заполнен смесью газов. При расширении пузыря рыба поднимается к поверхности воды. При сжатии пузыря рыба опускается на дно водоема.

Выделительная система. Орган выделения рыб — 2 лентовидные *туловищные почки*, которые расположены вдоль позвоночника. От почек отходят мочеточники. По ним моча поступает в мочевого пузыря и выделяется через мочеиспускательный канал.

Кровеносная система замкнутая. *Сердце* имеет одно предсердие и один желудочек (рис. 35, в). Такое сердце называется *двухкамерным*. Кровь в сердце венозная. *Круг кровообращения* один. *Дыхательная система*.

Рыбы дышат растворённым в воде кислородом. *Органы дыхания* рыб — *жабры*. Они расположены на жаберных дугах и имеют жаберные лепестки. Газообмен происходит в кровеносных сосудах жаберных лепестков.

Нервная система делится на центральную и периферическую. Центральная — это головной и спинной мозг. Периферическая — нервы, которые отходят от головного и спинного мозга. Головной мозг имеет 5 отделов: *передний, промежуточный, средний, задний (содержит мозжечок) и продолговатый мозг* (рис. 35, б). Наиболее развиты средний мозг и мозжечок. Мозжечок отвечает за сложные движения рыб. Рыбы имеют все органы чувств — зрения, слуха, вкуса, обоняния и осязания.

Орган зрения — глаза, которые имеют *шаровидный хрусталик и плоскую роговицу*. Поэтому рыбы лучше видят предметы, которые расположены близко (до 15 метров).

Орган слуха рыб — это *внутреннее ухо*, которое не имеет связи с внешней средой. Но в воде звуковые волны хорошо передаются через кости черепа к органу слуха.

Орган вкуса — вкусовые рецепторы ротовой полости и глотки. *Орган обоняния* — ноздри. Специальный орган рыб называется *боковой линией*. Клетки боковой линии определяют направление и силу движения воды (рис. 34).

Половая система. Размножение. Рыбы раздельнополые животные. Половая система имеет половые железы (яичники у самок, семенники у самцов) и выводные протоки (яйцеводы и семяпроводы). Размножение половое. Оплодотворение и развитие происходят в воде. Развитие с неполным метаморфозом. Из икры (яйца) развивается личинка. После личинки развивается *малек* — молодая рыба с чешуей и плавниками.

Значение рыб:

- 1) являются кормом для животных и птиц;
- 2) являются продуктом питания для человека (например, мясо рыб, икра, рыбий жир);
- 3) медицинское значение имеют ядовитые виды.

Контрольные вопросы:

1. Где живут рыбы, и какую форму тела имеют?
2. Назовите органы движения рыб.
3. Расскажите о строении покровов тела рыб.
4. Какие отделы имеет скелет рыб?
5. Расскажите о строении скелета головы рыб.
6. Расскажите о строении скелета туловища рыб.
7. Чем представлен скелет плавников и их поясов?
8. Назовите отделы пищеварительной системы рыб.
9. Что такое плавательный пузырь? Какую функцию он выполняет?
10. Назовите органы выделения рыб.

11. Какое строение имеет кровеносная система рыб?
12. Назовите органы дыхания рыб. Где происходит газообмен?
13. Какие отделы имеет нервная система?
14. Расскажите о строении головного мозга рыб.
15. Какую функцию выполняет мозжечок?
16. Назовите органы чувств рыб.
17. Что такое боковая линия? Что определяют ее клетки?
18. Какое строение имеет половая система рыб?
19. Как происходит размножение и развитие рыб?
20. Какое значение имеют рыбы?

Тема 12. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс Земноводные, или амфибии, — это первые наземные позвоночные животные.

К классу Земноводные относятся отряды:

1. Бесхвостые (лягушки, жабы);
2. Хвостатые (саламандры, тритоны);
3. Безногие (червяги, рыбозмеи).

Внешнее строение. Тело земноводных имеет голову, туловище, две пары конечностей. У некоторых земноводных есть хвост (саламандра, тритон). Конечность имеет 5 пальцев и называется *пятипалой конечностью* (рис. 36).

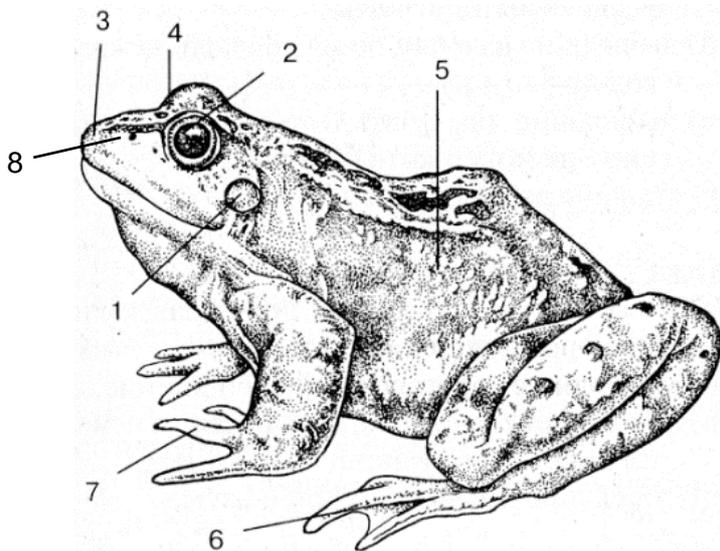


Рис. 36. Внешнее строение лягушки:

- 1 — барабанная перепонка; 2 — глаза; 3 — рот; 4 — веки; 5 — туловище;
6 — задние конечности; 7 — передние конечности; 8 — ноздри

Покровы тела. Кожа состоит из многослойного эпидермиса и дермы. Кожа тонкая, имеет большое количество кровеносных сосудов и много желез. Железы выделяют слизь, поэтому кожа всегда влажная.

Скелет земноводных состоит из трех отделов: скелет головы (череп), скелет туловища (позвоночник) и скелет конечностей. *Череп* соединяется с позвоночником подвижно и имеет 2 отдела: мозговой и лицевой. *Позвоночник* имеет 4 отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. У земноводных отсутствуют ребра и грудная клетка (рис. 37).

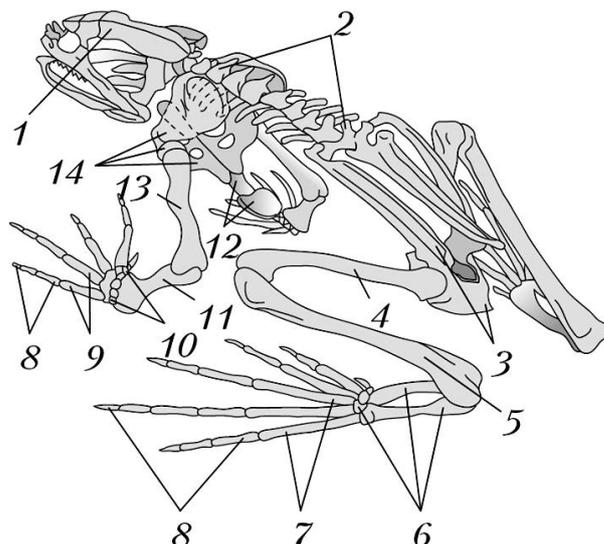


Рис. 37. Скелет лягушки:

1 — череп; 2 — позвоночник; 3 — пояс задних конечностей; 4 — бедро; 5 — голень; 6–8 — стопа (6 — предплюсна; 7 — плюсна; 8 — фаланги пальцев); 8–10 — кисть (8 — фаланги пальцев, 9 — пясть; 10 — запястье); 11 — предплечье; 12 — грудина; 13 — плечо; 14 — пояс передних конечностей

Скелет передней конечности состоит из плеча, предплечья и кисти. Опорой для передних конечностей является *пояс передних конечностей*. Он содержит *грудину, вороньи кости, ключицы и лопатки*.

Скелет задней конечности имеет *бедро, голень и стопу*. Опорой для задних конечностей является *пояс задних конечностей*, который состоит из тазовых костей.

Мышечная система представлена пучками мышц, которые находятся в разных частях тела. Наиболее развиты мышцы задних конечностей, головы, ротовой полости, брюшной стенки.

Внутреннее строение. *Пищеварительная система* состоит из переднего, среднего и заднего отделов. Передний отдел пищеварительной системы начинается *ротоглоточной* полостью, в которой есть язык и мелкие зубы на верхней челюсти. В ротоглоточную полость открываются *слюнные железы*. Слюна только смачивает пищу. Переваривание пищи идет в *желудке и тонком кишечнике* (рис. 38, а). Пищеварительные железы желудка и кишечника, *печень и поджелудочная железа* помогают быстро переваривать пищу. Задний отдел кишечника (прямая кишка) имеет расширенную концевую часть, которая называется *клоакой*. Через нее выделяются непереваренные остатки пищи.

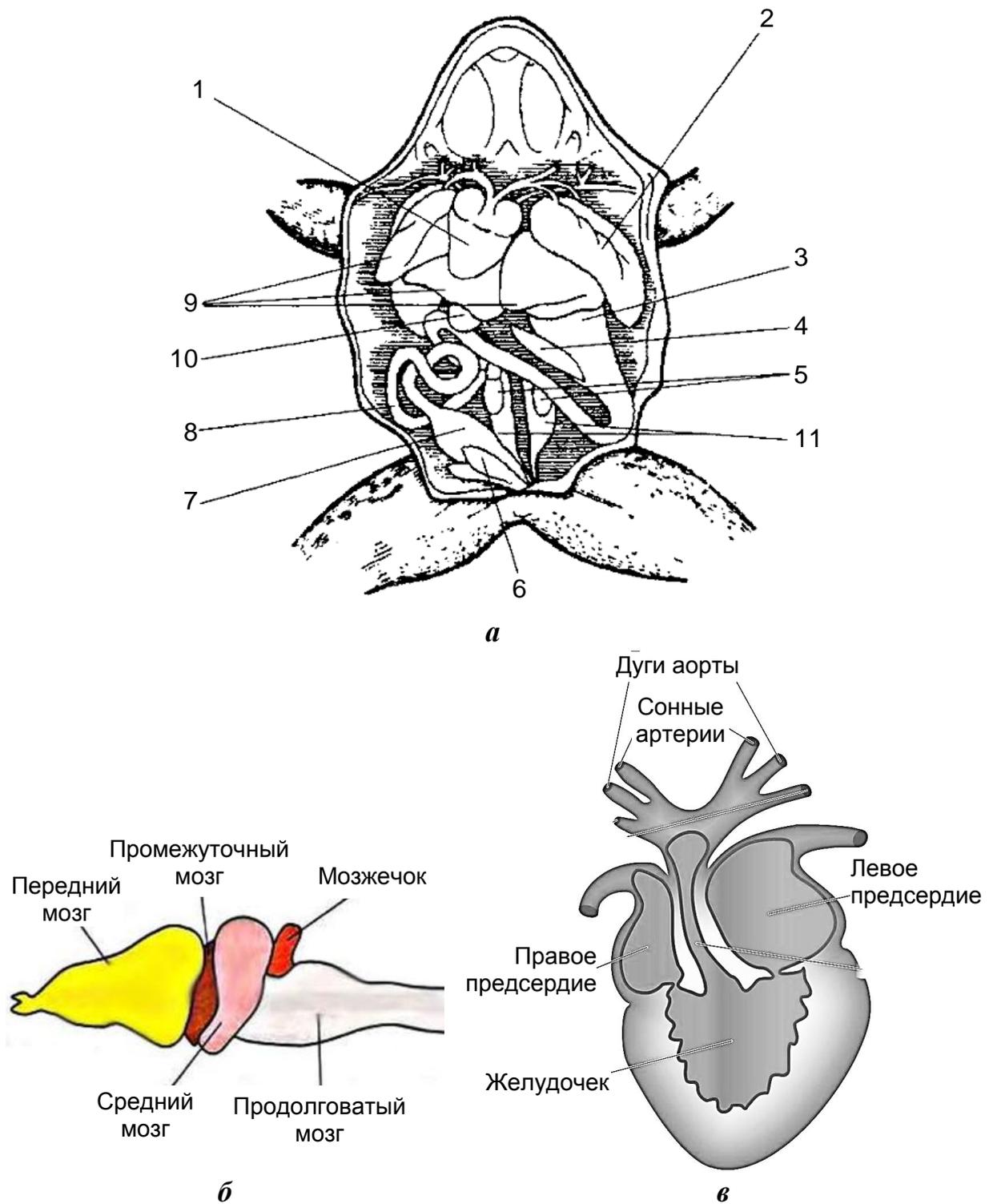


Рис. 38. Схема внутреннего строения (а), мозга (б), сердца (в) земноводных:
 1 — сердце; 2 — легкое; 3 — желудок; 4 — поджелудочная железа; 5 — семенники;
 6 — мочевого пузыря; 7 — толстая кишка; 8 — тонкая кишка; 9 — печень;
 10 — желчный пузырь; 11 — мочеточники

Органы выделения — туловищные почки. Мочеточники и мочевого пузыря открываются в клоаку.

Органы дыхания у взрослых животных — лёгкие и кожа. Воздух поступает через ноздри в ротоглоточную полость, далее через гортанно-трахейную камеру — в лёгкие. Гортанно-трахейная камера — это дыхательные пути амфибий. Здесь расположен голосовой аппарат. Лёгкие — это парные полые мешки с тонкими стенками, в которых много мелких кровеносных сосудов. Здесь идет газообмен.

Кровеносная система. У земноводных трёхкамерное сердце: один желудочек и два предсердия (правое и левое) (рис. 38, в). В левом предсердии кровь артериальная (содержит много O_2), а в правом — венозная (содержит много CO_2). В желудочке кровь смешанная. Кровеносная система имеет два круга кровообращения — большой и малый. *Большой круг кровообращения* начинается из желудочка. Кровь по дугам аорты идёт ко всем органам и тканям, там поглощает CO_2 , а затем венозная кровь возвращается в правое предсердие. *Малый круг кровообращения* тоже начинается из желудочка. Кровь идёт к лёгким и коже, там насыщается кислородом, а затем артериальная кровь возвращается в левое предсердие.

Только головной мозг земноводных по сонным артериям получает артериальную кровь, а остальные органы и ткани — смешанную. Поэтому температура тела земноводных непостоянная и зависит от температуры окружающей среды. Такие животные называются *холоднокровными*.

Центральная нервная система. Головной мозг имеет 5 отделов: передний, промежуточный, средний, задний (в его составе находится мозжечок) и продолговатый (рис. 38, б). Передний мозг амфибий больше, чем у рыб, и разделен на *два полушария*. Мозжечок развит слабее, что связано с малой подвижностью земноводных. Развиты все органы чувств: зрения, слуха, вкуса, обоняния и осязания.

Органы зрения — глаза — имеют *двояковыпуклый хрусталик и выпуклую роговицу*. Это позволяет земноводным видеть предметы на большом расстоянии. От высыхания глаза защищают верхнее веко, нижнее веко и мигательная перепонка (рис. 36). *Орган слуха* — *внутреннее и среднее ухо*. Среднее ухо закрыто от внешней среды барабанной перепонкой. Имеется одна слуховая косточка — *столбик*. *Орган вкуса* — язык. *Орган обоняния* — ноздри. *Орган осязания* — кожа. У личинок и водных амфибий имеется боковая линия.

Половая система. Размножение. Земноводные — раздельнополые животные. Половая система имеет половые железы (яичники у самок, семенники у самцов) и выводные протоки (яйцеводы и семяпроводы). Размножение половое. Оплодотворение и развитие происходит в воде. Развиваются земноводные с неполным метаморфозом. Личинка называется *головастик*. Головастик похож на маленькую рыбу: обтекаемая форма тела, плавники, жабры, двухкамерное сердце, один круг кровообращения, боковая линия. Всё это указывает на то, что земноводные произошли от рыб.

Значение земноводных:

- 1) питаются насекомыми и уничтожают вредных насекомых;
- 2) являются пищей для птиц, рептилий и млекопитающих;
- 3) человек использует лягушек для научных опытов;
- 4) медицинское значение имеют ядовитые амфибии.

Контрольные вопросы:

1. Как называются первые наземные позвоночные?
2. Перечислите отряды класса Земноводные.
3. Назовите отделы тела земноводных.
4. Опишите особенности строения кожи земноводных.
5. Назовите отделы позвоночника земноводных.
6. Какие кости входят в состав свободной передней конечности и пояса?
7. Какие кости входят в состав свободной задней конечности и пояса?
8. Расскажите о строении пищеварительной системы земноводных.
9. Расскажите о строении выделительной системы земноводных.
10. Расскажите о строении органов дыхания взрослых земноводных.
11. Почему сердце земноводных называется трёхкамерным?
12. Как идет кровь по большому кругу кровообращения у земноводных?
13. Как идет кровь по малому кругу кровообращения у земноводных?
14. Какую кровь получают органы тела и головной мозг земноводных?
15. Расскажите о строении головного мозга земноводных.
16. Перечислите органы чувств земноводных.
17. Что характерно для органа зрения земноводных?
18. Что характерно для органа слуха земноводных?
19. Какое строение имеет половая система земноводных?
20. Где происходит оплодотворение и развитие земноводных?
21. Как называется личинка земноводных?
22. Назовите признаки рыб у головастика лягушки.
23. Расскажите о значении земноводных.

Тема 13. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Класс Пресмыкающиеся, или рептилии, — настоящие наземные позвоночные. Они чаще встречаются в тёплом и жарком климате.

К классу Пресмыкающиеся относятся отряды:

- 1) Чешуйчатые (ящерицы, змеи);
- 2) Крокодилы;
- 3) Черепахи.

Внешнее строение. Тело пресмыкающихся имеет голову, шею, туловище, хвост и две пары пятипалых конечностей. У змей нет конечностей. У черепах есть панцирь. *Панцирь* состоит из костных пластинок, которые расположены в дерме. Конечности черепах короткие, шея длинная и по-

движная. Ящерицы при опасности отбрасывают хвост. Через некоторое время хвост отрастает. Восстановление организмом утраченных частей органов или целых органов называется *регенерацией*.

Покровы тела. Кожа состоит из 2 слоев: эпидермиса и дермы. Она не имеет желез и покрыта твёрдыми роговыми чешуями. Покровы тела защищают пресмыкающихся от повреждений и потери воды. Чешуи не растягиваются, поэтому пресмыкающиеся растут во время линьки, когда старая кожа сбрасывается.

Скелет состоит из трех отделов: скелет головы (череп), скелет туловища (позвоночник) и скелет конечностей. *Череп* вытянутой формы имеет мозговой и лицевой отделы. У пресмыкающихся появляется *твёрдое небо*, которое отделяет носовую полость от ротовой полости. Череп соединяется с позвоночником подвижно. *Позвоночник* имеет 5 отделов: *шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой*. У пресмыкающихся есть *грудная клетка*, которая состоит из *грудных позвонков, ребер и грудины*.

Скелет передней конечности состоит из *плеча, предплечья и кисти*. *Кости пояса передних конечностей: вороньи кости, ключицы и лопатки*.

Скелет задней конечности имеет *бедро, голень и стопу*.

Тазовые кости образуют *пояс задних конечностей*.

У некоторых рептилий на пальцах есть когти.

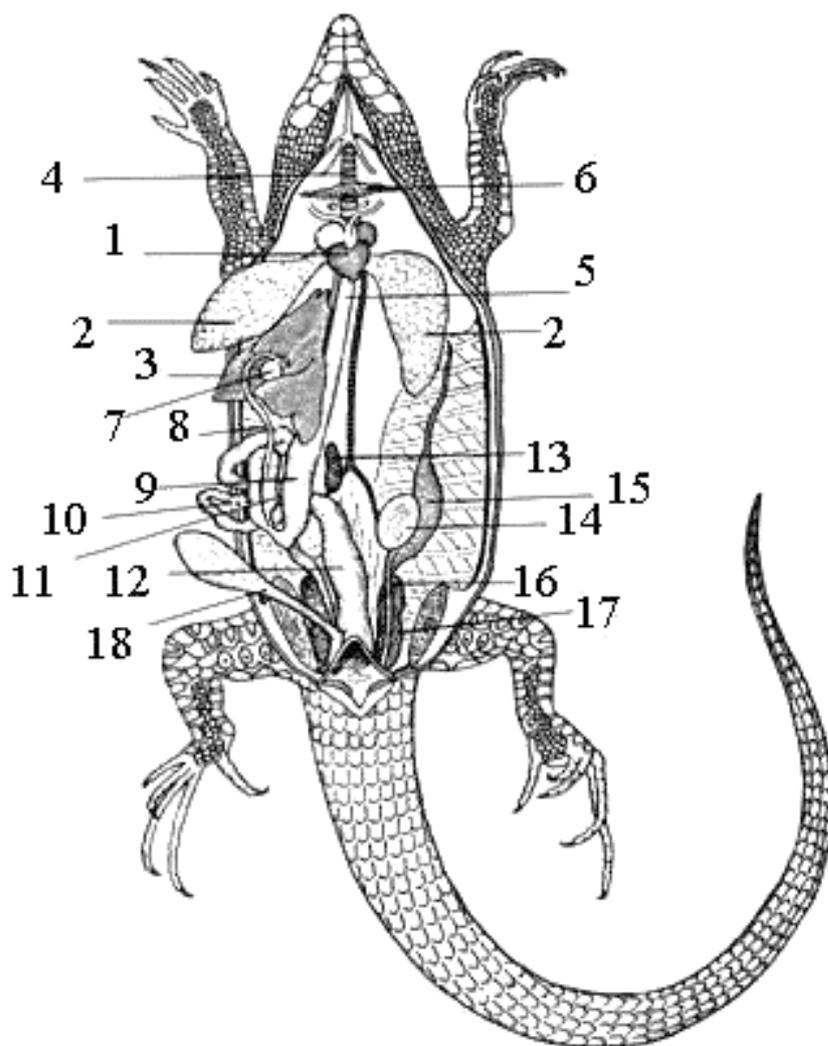
У змей позвоночник имеет только туловищный и хвостовой отделы. У них нет скелета конечностей, грудины и грудной клетки.

Мышцы пресмыкающихся развиты лучше, чем у земноводных. У них есть мышцы шеи, пальцев, межреберные мышцы, подкожная мускулатура.

Внутреннее строение. *Пищеварительная система* состоит из *переднего, среднего и заднего отделов*. Пресмыкающиеся в основном хищники. Они питаются мелкими беспозвоночными, рыбой, птицами. Черепахи едят растительную пищу. Отделы пищеварительной системы: *ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка и толстая кишка* (рис. 39, а). В ротовой полости расположены язык и *зубы на челюстях*. Зубы удерживают добычу при питании. Есть пищеварительные железы (*слюнные, печень и поджелудочная железа*). Между тонкой и толстой кишкой есть зачаток слепой кишки. Пищеварительная система заканчивается *клоакой*.

Выделительная система имеет парные *тазовые почки*, мочеточник и мочевой пузырь. Моча выделяется из организма через клоаку.

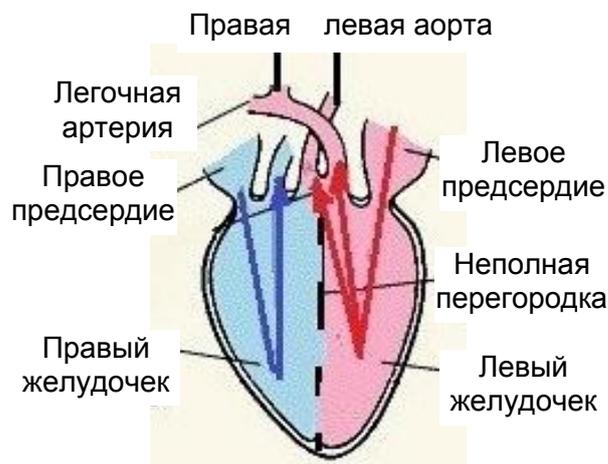
Дыхательная система. *Органы дыхания* — *лёгкие*. Они имеют больше перегородок, чем у амфибий. Воздух проходит в лёгкие по дыхательным путям. Дыхательные пути начинаются *носовой полостью*. Далее следуют *гортань, трахея и два бронха*.



a



б



в

Рис. 39. Схема внутреннего строения (*a*), мозга (*б*), сердца (*в*) ящерицы:
 1 — сердце; 2 — легкое; 3 — печень; 4 — трахея; 5 — пищевод; 6 — щитовидная железа;
 7 — желчный пузырь; 8 — желчный проток; 9 — желудок; 10 — двенадцатиперстная
 кишка; 11 — поджелудочная железа; 12 — толстая кишка; 13 — селезенка;
 14 — семенник; 15 — придаток семенника; 16 — семяпровод; 17 — почка;
 18 — мочевой пузырь

Кровеносная система имеет *трёхкамерное сердце* и *два круга кровообращения*. В желудочке сердца есть неполная перегородка (рис. 39, в). У крокодилов сердце четырехкамерное. Большой круг кровообращения начинается из желудочка. Кровь идёт ко всем органам и тканям, затем возвращается в правое предсердие. Кровь по малому кругу кровообращения идёт из желудочка к лёгким и возвращается в левое предсердие. *Все органы тела получают смешанную кровь. Головной мозг получает артериальную кровь.* Пресмыкающиеся — *холоднокровные животные*, не имеют постоянной температуры тела и для обогрева используют внешнее тепло.

Центральная нервная система. Головной мозг имеет 5 отделов: передний, промежуточный, средний, задний (содержит мозжечок) и продолговатый (рис. 39, б). На поверхности больших полушарий переднего мозга формируются участки *коры*. Хорошо развит мозжечок, поэтому рептилии подвижнее, чем земноводные. *Органы зрения* (глаза) имеют *веки*. Хрусталик глаза может изменять свою форму. *Орган слуха* имеет *внутреннее и среднее ухо*. Среднее ухо закрыто от внешней среды барабанной перепонкой. Есть одна слуховая косточка — *столбик*. *Орган обоняния* — это рецепторы в носовой полости. *Орган осязания и вкуса* — язык.

Половая система. Размножение. Пресмыкающиеся — *раздельнополые животные*. Половая система имеет половые железы (яичники у самок, семенники у самцов), выводные протоки (яйцеводы и семяпроводы) и наружные половые органы. Размножение половое, оплодотворение внутреннее, развитие прямое. Самка откладывает яйца в песок. Яйца содержат большой запас питательных веществ (желтка) для развития организма. Зародыш в яйце окружен амниотической оболочкой (*амнионом*).

Амнион — это внутренняя водная оболочка зародыша, которая защищает его от высыхания и механических повреждений.

Значение пресмыкающихся:

- 1) яйца черепах, мясо черепах и змей являются пищей для человека;
- 2) являются пищей для некоторых птиц и млекопитающих;
- 3) кожа змей и крокодилов используется в промышленности;
- 4) из яда змей получают лекарства;
- 5) медицинское значение имеют ядовитые змеи: гадюка, гюрза, кобра, гремучая змея.

Контрольные вопросы:

1. Где чаще встречаются пресмыкающиеся?
2. Назовите отряды и представителей класса Пресмыкающиеся.
3. Назовите отделы тела пресмыкающихся.
4. Какие особенности имеет тело змей?
5. Какие особенности имеет тело черепах?
6. Какое строение имеет кожа пресмыкающихся?
7. Назовите отделы скелета пресмыкающихся.

8. Назовите отделы позвоночника пресмыкающихся.
9. Чем образована грудная клетка пресмыкающихся?
10. Расскажите о строении пищеварительной системы пресмыкающихся.
11. Расскажите о строении выделительной системы пресмыкающихся.
12. Какие особенности строения имеет дыхательная система пресмыкающихся?
13. Какие особенности строения имеет кровеносная система пресмыкающихся?
14. Назовите особенности головного мозга пресмыкающихся.
15. Какие особенности имеют органы чувств пресмыкающихся?
16. Какое строение имеет половая система пресмыкающихся?
17. Какое размножение и развитие у пресмыкающихся?
18. Что такое амнион? Какие функции он выполняет?
19. Расскажите о значении пресмыкающихся.

Тема 14. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Класс Млекопитающие, или звери, — это высшие позвоночные животные. Они живут на суше, в воде и в воздухе.

Класс Млекопитающие состоит из двух подклассов:

- 1) Первозвери (Клоачные): ехидна, проехидна, утконос;
- 2) Настоящие звери (Плацентарные): летучие мыши, зайцы, медведи, киты, коровы, лошади, слоны, гориллы.

Характерные признаки класса Млекопитающие: волосяной покров, живорождение, детей кормят молоком, хорошо развита центральная нервная система, сложное поведение, наличие диафрагмы.

Внешнее строение. *Тело* млекопитающих имеет голову, шею, туловище, хвост и две пары конечностей. На пальцах конечностей есть *когти*.

Покровы тела. Кожа состоит из трех слоев: многослойного *эпидермиса*, *дермы* и *подкожной жировой клетчатки*. Тело имеет *волосяной покров*, который развивается из эпидермиса кожи. Он защищает кожу от факторов внешней среды. Волосяной покров и подкожная жировая клетчатка сохраняют постоянную температуру тела. Кожа образует также *когти*, *ногти*, *рога*, *копыта* и различные *железы* (потовые, молочные, сальные).

Скелет состоит из трех отделов: скелет головы (череп), скелет туловища (позвоночник) и скелет конечностей. *Череп* состоит из мозгового и лицевого отделов. Мозговой отдел защищает головной мозг. В лицевом отделе есть верхняя и нижняя челюсти. *Позвоночник* имеет 5 отделов: *шейный*, *грудной*, *поясничный*, *крестцовый* и *хвостовой*. Хорошо развит шейный отдел, поэтому голова очень подвижна. Есть грудная клетка.

Кости пояса передних конечностей: парные лопатки и ключицы. Скелет передней конечности состоит из плеча, предплечья и кисти.

Пояс задних конечностей образуют тазовые кости. Скелет задней конечности имеет бедро, голень и стопу. Конечности имеют от 1–2 (лошади и коровы) до 5 пальцев (шимпанзе).

Мышцы у млекопитающих хорошо развиты. Наиболее развиты мышцы спины, конечностей и их поясов. Плоская мышца *диафрагма* делит полость тела на грудную и брюшную.

Внутреннее строение. Пищеварительная система. Ротовое отверстие окружено *губами*. Зубы расположены в ячейках челюстей. Зубы делятся на *резцы, клыки, малые коренные и большие коренные*. Характерна смена молочных зубов на постоянные. Хорошо развит язык и все пищеварительные железы. Пищеварительная трубка включает *глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник*. Кишечник заканчивается *анальным отверстием* (рис. 40, а). Между тонким и толстым кишечником находится *слепая кишка*.

Выделительная система имеет парные *тазовые почки*, мочеточники и мочевой пузырь. Моча удаляется из организма через *мочеиспускательный канал*.

Кровеносная система. Сердце у млекопитающих четырёхкамерное: *два предсердия и два желудочка* (рис. 40, в). В правой части сердца — *венозная кровь*, в левой части — *артериальная*. Кровеносная система имеет два круга кровообращения. Характерно полное разделение артериальной и венозной крови. *Все органы тела получают артериальную кровь*. Млекопитающие — *теплокровные* животные, температура их тела не зависит от температуры окружающей среды.

Дыхательная система. Воздух поступает через ноздри в *носовую полость*. Далее воздух проходит по *дыхательным путям: носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, бронхи*. В легких бронхи ветвятся на *бронхиолы* и образуют *бронхиальное дерево*.

Органы дыхания — *лёгкие*. Они имеют *альвеолярную структуру*. *Альвеолы* — это *лёгочные пузырьки*. Газообмен идёт в *лёгких*. В дыхательных движениях участвуют *межрёберные мышцы и диафрагма*.

Центральная нервная система. Головной мозг млекопитающих состоит из 5 отделов (рис. 40, б). Передний мозг имеет большой объем и хорошо развитую *кору*. Она регулирует работу всего организма и отвечает за сложное поведение животных. У млекопитающих сильно развит *мозжечок*.

У млекопитающих хорошо развиты все органы чувств: зрения, слуха, вкуса, обоняния, осязания и равновесия. *Органы зрения* — *глаза*. *Орган слуха* имеет внутреннее, среднее и наружное ухо. В среднем ухе есть три слуховые косточки: *молоточек, наковальня и стремечко*. Во внутреннем ухе расположен *орган равновесия*. *Органы осязания* — *рецепторы кожи*. *Органы обоняния* — *рецепторы носовой полости*.

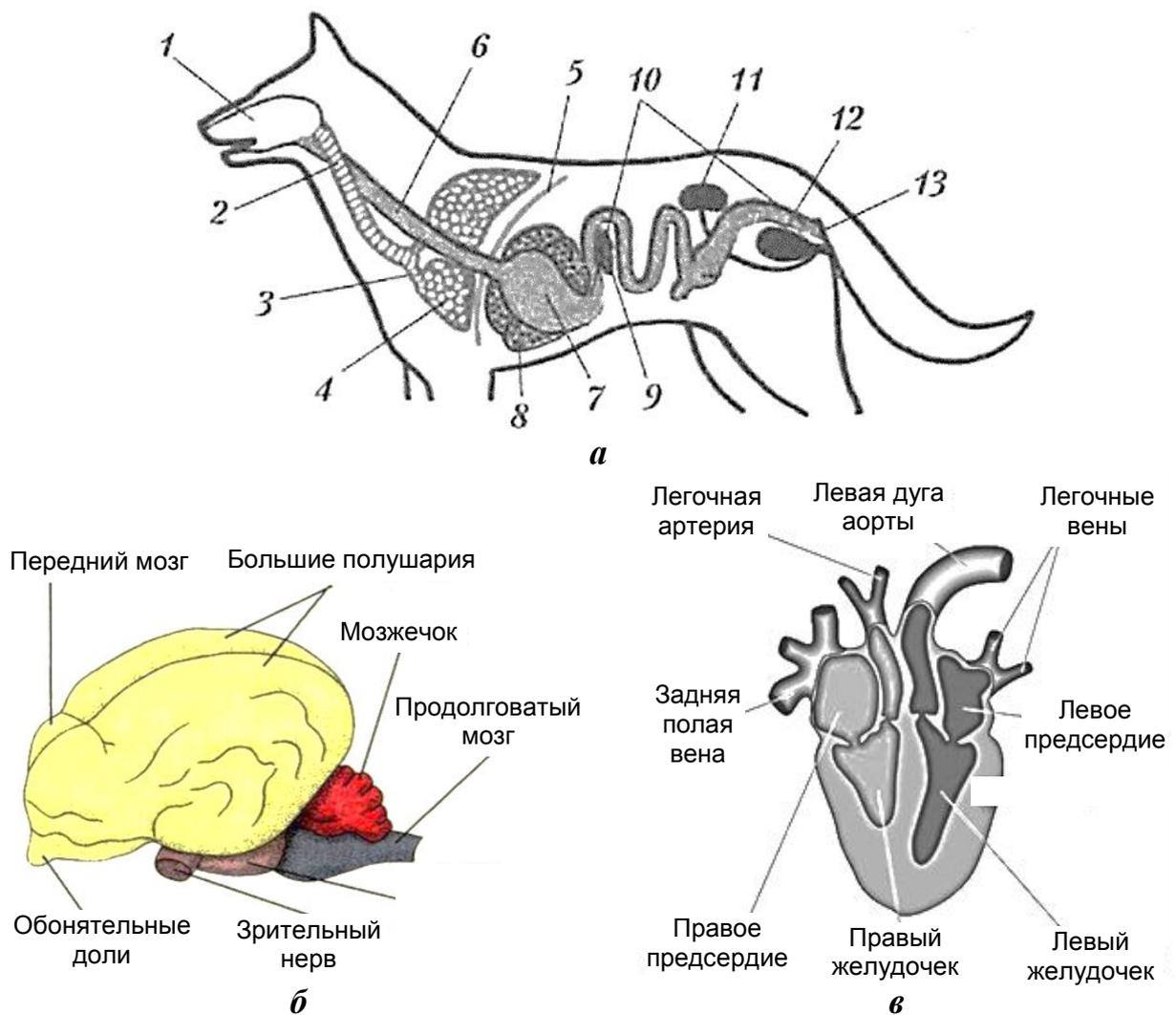


Рис. 40. Схема внутреннего строения (а), мозга (б), сердца (в) млекопитающих:
 1 — ротовая полость; 2 — трахея; 3 — бронхи; 4 — легкие; 5 — диафрагма;
 6 — пищевод; 7 — желудок; 8 — печень; 9 — поджелудочная железа;
 10 — кишечник; 11 — почка; 12 — мочевого пузыря; 13 — анальное отверстие

Половая система. Размножение. Млекопитающие — раздельнополые животные. Половая система имеет половые железы (яичники у самок, семенники у самцов), выводные протоки (яйцеводы и семяпроводы) и наружные половые органы. Размножение половое, оплодотворение внутреннее. Большинство млекопитающих (заяц, волк, кошка, слон, шимпанзе и другие) относятся к подклассу Плацентарные. У этих млекопитающих зародыш развивается в организме матери в *матке*. Такое развитие называется *внутриутробным* (рис. 41). Питание и газообмен у зародыша идут через *плаценту*. *Плацента* — орган, который связывает зародыш и организм матери. Все млекопитающие кормят детей молоком и заботятся о потомстве.

Значение млекопитающих:

- 1) являются для человека источником продуктов питания и лекарств;
- 2) являются для человека транспортом;

- 3) являются экспериментальными животными;
- 4) имеют эстетическое значение для человека;
- 5) могут передавать человеку возбудителей болезней.

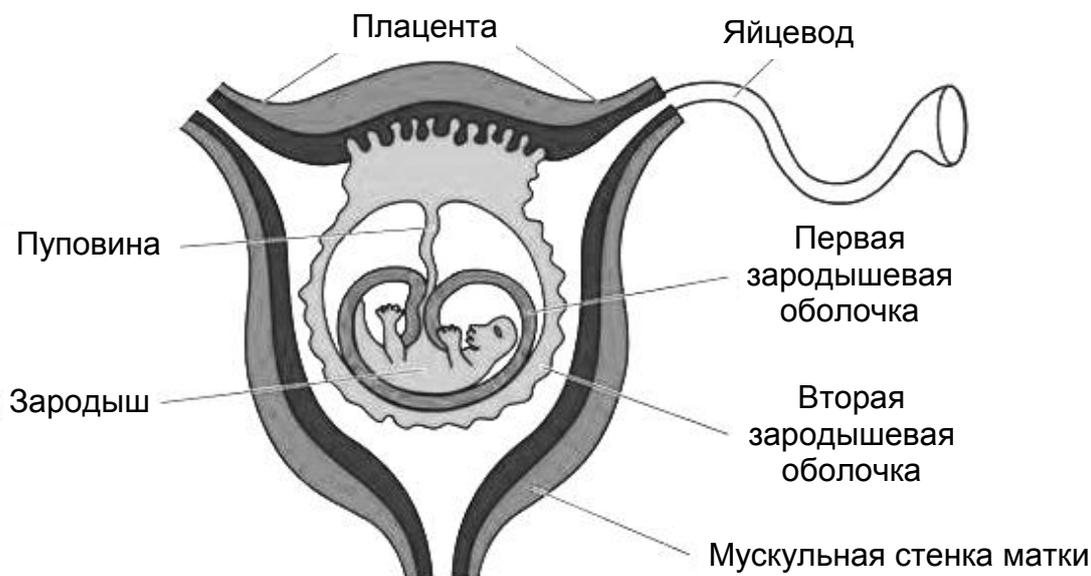


Рис. 41. Внутриутробное развитие млекопитающих

Контрольные вопросы:

1. Где живут млекопитающие?
2. Назовите подклассы класса Млекопитающие и их представителей.
3. Перечислите характерные признаки класса Млекопитающие.
4. Какие отделы имеет тело млекопитающих?
5. Назовите слои кожи у млекопитающих.
6. Чем покрыто тело млекопитающих?
7. Что образует кожа у млекопитающих?
8. Сколько отделов имеет позвоночник млекопитающих?
9. Что такое диафрагма?
10. Назовите особенности пищеварительной системы млекопитающих.
11. Какое строение имеет выделительная система млекопитающих?
12. Сколько камер имеет сердце млекопитающих?
13. Какую кровь получают все органы млекопитающих?
14. Назовите особенности строения легких млекопитающих.
15. Какие мышцы участвуют в дыхательных движениях?
16. Назовите функции коры головного мозга млекопитающих.
17. Перечислите органы чувств млекопитающих.
18. Какое строение имеет половая система млекопитающих?
19. Какое развитие зародыша называется внутриутробным?
20. Расскажите об особенностях развития животных подкласса Плацентарные.
21. Что такое плацента?
22. Какое значение имеют млекопитающие?

РАЗДЕЛ III. ЧЕЛОВЕК И ЕГО ЗДОРОВЬЕ

Тема 1. НАУКИ О ЧЕЛОВЕКЕ. ОБЩИЙ ОБЗОР ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Анатомия человека — наука, которая изучает внешнее и внутреннее строение организма человека, его органов и систем.

Физиология человека — наука, которая изучает функции (работу) организма, тканей, органов, систем органов и их регуляцию.

Гигиена — наука, которая изучает условия жизни и работы человека, которые помогают сохранить здоровье.

Организм человека состоит из клеток. Клетки образуют ткани.

Ткань — группа клеток и межклеточного вещества, которые имеют общее происхождение, одинаковое строение и выполняют одинаковые функции. В состав организма человека входит *4 типа тканей*: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервная (рис. 42).

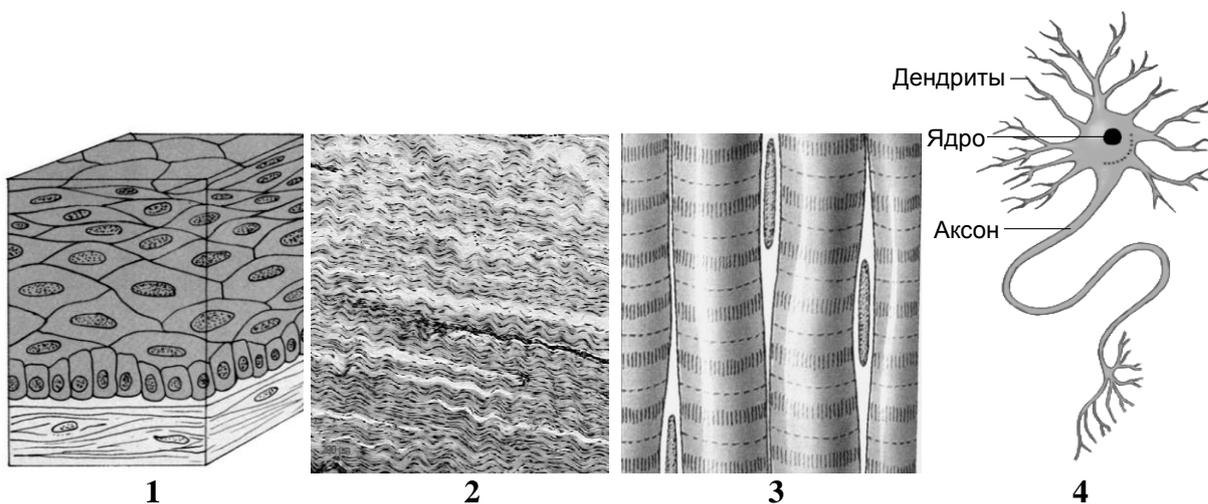


Рис. 42. Ткани организма человека:

1 — многослойный плоский покровный эпителий; 2 — плотная волокнистая соединительная ткань (сухожилие); 3 — поперечнополосатая скелетная мышечная ткань; 4 — нейрон (клетка нервной ткани)

Эпителиальные ткани (эпителий) покрывают тело, выстилают его полости, внутренние органы и образуют железы.

Свойство эпителиальных тканей:

– *пограничность* — находятся на границе двух сред.

Характеристика эпителиальных тканей:

– клетки лежат плотно;

– межклеточного вещества мало;

– обладают высокой способностью к восстановлению.

Виды эпителиальных тканей: *покровный (однослойный, многослойный) и железистый.*

Функции эпителиальных тканей:

- 1) защитная;
- 2) участвуют в обмене веществ (всасывание и выделение);
- 3) секреция — образование и выведение определенных веществ (секретов) из клетки за ее пределы;
- 4) рецепторная.

Мышечные ткани образуют скелетные мышцы и мышцы внутренних органов.

Свойство мышечных тканей: *сократимость* — способность изменять длину.

Виды мышечных тканей: *гладкая, поперечнополосатая скелетная и поперечнополосатая сердечная.*

Мышечные ткани образованы мышечными клетками или мышечными волокнами.

Характеристика гладкой мышечной ткани:

– находится во внутренних органах (в стенках желудка, кишечника и кровеносных сосудов);

– состоит из отдельных клеток. Длина клетки около 0,1 миллиметра.

Клетка содержит одно ядро и сократительный аппарат (белки актин и миозин);

– сокращается медленно и работает постоянно.

Характеристика поперечнополосатой скелетной мышечной ткани:

– образует мышцы скелета, мышцы ротовой полости, мышцы языка, мышцы глотки, мышцы верхней части пищевода, мышцы гортани, мимические мышцы и диафрагму;

– состоит из длинных мышечных волокон (10–12 сантиметров). Каждое волокно состоит из цитоплазмы, большого количества ядер и специальных органелл — миофибрилл с темными и светлыми участками (дисками);

– сокращается быстро и быстро устает.

Характеристика поперечнополосатой сердечной мышечной ткани:

– образует миокард (стенку сердца);

– состоит из клеток кардиомиоцитов;

– содержит 1 ядро и специальные органеллы — миофибриллы с темными и светлыми участками (дисками);

– она работает постоянно и не устает.

Функция мышечных тканей — двигательная.

Соединительные ткани входят в состав всех внутренних органов.

Свойство соединительных тканей:

– поддержание гомеостаза.

Характеристика соединительных тканей:

– клетки расположены рыхло;

– много межклеточного вещества;

– высокая способность к восстановлению.

Виды соединительных тканей:

- *рыхлая волокнистая* (дерма кожи);
- *плотная волокнистая* (связки, сухожилия);
- *жировая* (подкожно-жировая клетчатка, желтый костный мозг);
- *жидкая* (кровь, лимфа);
- *твердая* (кости, хрящи).

Функции соединительных тканей:

- 1) трофическая (питательная) — участие в обмене веществ;
- 2) защитная — фагоцитоз и участие в выработке иммунитета;
- 3) механическая (опорная) — образование связок, сухожилий, хрящей, костей;
- 4) восстановительная (регенерация).

Нервная ткань образует головной и спинной мозг, нервные узлы, нервы.

Свойства нервной ткани:

- *возбудимость* (способность принимать раздражения и отвечать на них);
- *проводимость* (способность передавать возбуждение).

Характеристика нервной ткани:

– состоит из нервных клеток — *нейронов* и клеток *нейроглии*. Нейрон имеет *тело* и *отростки*. Длинный отросток клетки называется *аксон*. Короткие отростки называются *дендриты*. Дендриты проводят возбуждение к телу нервной клетки. Аксон передает импульс от клетки к другим нервным клеткам и рабочим органам.

– между нейронами лежат клетки *нейроглии*. Нейроглия выполняет питательную, опорную и защитную функции.

Функции нервной ткани:

- 1) рецепторная;
- 2) проводящая.

Ткани образуют органы. **Орган** — часть организма, которая имеет постоянную форму, строение, расположение и выполняет определенную функцию (например, сердце, легкие, желудок).

Система органов — это группа органов, которые имеют общее происхождение и выполняют определенную функцию.

У человека имеются системы органов: опорно-двигательная, сердечно-сосудистая (кровеносная), лимфатическая, дыхательная, пищеварительная, выделительная, половая, нервная и органы чувств.

Системы органов образуют **организм (тело)** человека. Тело состоит из отдельных частей. Это голова, шея, туловище, верхние конечности (руки), нижние конечности (ноги).

Схема организации строения тела человека

Клетки → **Ткани** → **Органы** → **Системы органов** → **Организм**

Тело человека имеет две полости — *грудную* и *брюшную*. Мышца диафрагма располагается между грудной и брюшной полостями.

Сердце, большие сосуды, легкие, трахея и пищевод находятся в грудной полости. Печень, желудок, кишечник, почки и половые органы находятся в брюшной полости.

Контрольные вопросы:

1. Что изучают анатомия, физиология и гигиена?
2. Что такое ткань?
3. Какие ткани входят в состав организма человека?
4. Дайте характеристику эпителиальных тканей.
5. Назовите виды эпителиальных тканей.
6. Назовите функции эпителиальных тканей.
7. Назовите виды мышечных тканей.
8. Дайте характеристику гладкой мышечной ткани.
9. Дайте характеристику поперечнополосатой скелетной мышечной ткани.
10. Дайте характеристику поперечнополосатой сердечной мышечной ткани.
11. Назовите функцию мышечных тканей.
12. Дайте характеристику соединительных тканей.
13. Назовите виды соединительных тканей.
14. Назовите функции соединительных тканей.
15. Что образует нервная ткань?
16. Назовите свойства нервной ткани.
17. Дайте характеристику нервной ткани.
18. Назовите функции нервной ткани.
19. Что такое орган? Назовите органы человека.
20. Что такое система органов?
21. Назовите системы органов человека.
22. Назовите части тела человека.
23. Назовите полости тела человека.
24. Что такое диафрагма? Где она расположена?
25. Какие органы расположены в грудной полости?
26. Какие органы расположены в брюшной полости?

Тема 2. СТРОЕНИЕ, СОЕДИНЕНИЕ И РОСТ КОСТЕЙ

Кости входят в состав опорно-двигательной системы человека.

Кость состоит из костной ткани. **Костная ткань** — это твердая соединительная ткань. Она содержит *костные клетки* и *межклеточное вещество*.

Основные клетки костной ткани — остециты. Они обеспечивают функции ткани.

Межклеточное вещество состоит из коллагеновых волокон и основного вещества.

Химический состав живой кости: 50 % воды, 15,75 % жиров, 12,25 % белков и углеводов, 22,0 % неорганических солей (фосфат и карбонат кальция).

Органические вещества (белки, жиры, углеводы) делают кость пластичной, мягкой. Неорганические вещества (вода, фосфат и карбонат кальция) делают кость твердой и прочной.

Кости имеют разную форму. Они могут быть: трубчатые (кости бедра, плеча, фаланги пальцев), плоские (кости черепа, грудина, лопатка, ребра), смешанные (скуловая, нижняя челюсть).

Внутри плоских костей находится красный костный мозг, в котором образуются клетки крови.

Строение трубчатой кости (рис. 43):

- трубчатая кость имеет тело (диафиз) и 2 головки (эпифизы);
- между телом и головками кости у детей находится хрящ, который обеспечивает рост кости в длину;
- головки образованы губчатым костным веществом;
- в головках находится красный костный мозг, в котором образуются клетки крови;
- головки кости покрыты хрящом (твердая соединительная ткань);
- тело кости покрыто надкостницей. Надкостница — это соединительная ткань, которая содержит нервные окончания и кровеносные сосуды. Клетки надкостницы делятся, и кость растет в толщину. Под надкостницей располагается компактное вещество.

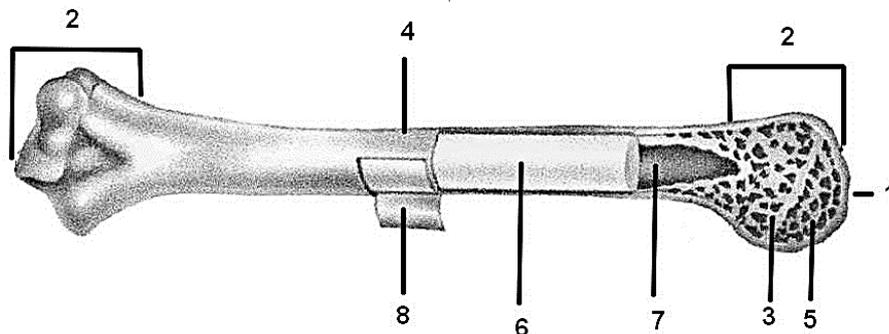


Рис. 43. Строение трубчатой кости:

1 — хрящ; 2 — головка; 3 — губчатое вещество; 4 — тело; 5 — компактное вещество; 6 — желтый костный мозг; 7 — костно-мозговой канал; 8 — надкостница

Внутри трубчатых костей находится полость (костно-мозговой канал), которая содержит желтый костный мозг. Желтый костный мозг — это жировая ткань.

Кости соединяются между собой. В скелете есть 3 типа соединений костей: 1) неподвижное, 2) полуподвижное, 3) подвижное или сустав.

Существует два способа *неподвижного соединения костей*: с помощью *швов* (например, соединение костей черепа) или *срастания костей* (например, соединение костей таза с крестцом) (рис. 44).

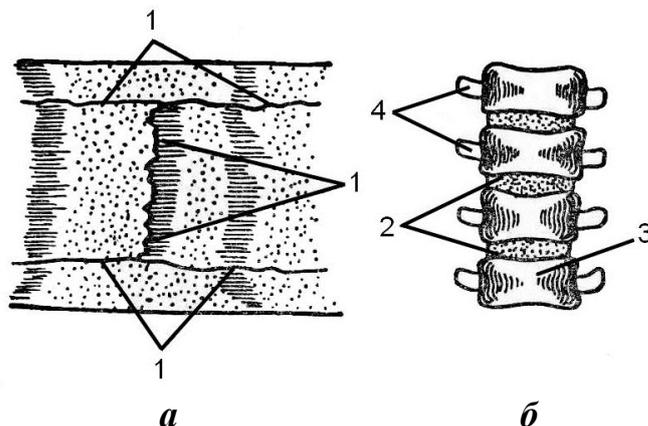


Рис. 44. неподвижное (а) и полуподвижное (б) соединения костей:
 1 — швы между костями черепа; 2 — хрящевые прослойки между позвонками;
 3 — тела позвонков; 4 — отростки позвонков

Полуподвижное соединение — это соединение при помощи *хрящей* (например, соединение позвонков в позвоночнике, ребер с грудиной).

Подвижное соединение костей называется *суставом* (рис. 45).

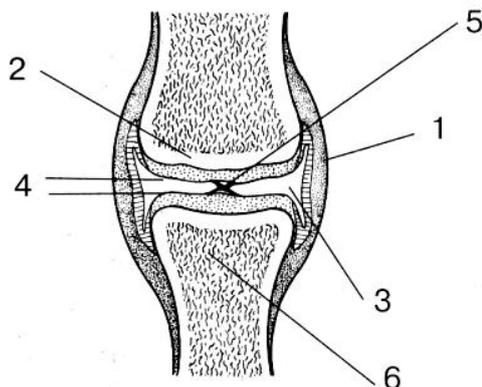


Рис. 45. Строение сустава:
 1 — суставная сумка; 2 — головка; 3 — суставная полость; 4 — хрящ;
 5 — суставные поверхности; 6 — впадина

Каждый сустав состоит из нескольких частей:

- суставных поверхностей соединяющихся костей;
- суставной сумки;
- суставной полости;
- суставной жидкости.

Сустав соединяет несколько костей. Суставная поверхность одной кости выпуклая. Она называется головкой. Суставная поверхность другой кости — вогнутая. Она называется впадиной. Хрящ покрывает суставные поверхности костей и облегчает движение костей в суставе.

Суставная сумка покрывает суставные поверхности костей. Внутри суставной сумки находится полость сустава, в которой содержится суставная жидкость. Суставная жидкость уменьшает трение и делает кости более подвижными.

Суставы фиксируются связками. Суставы соединяют кости бедра и голени, кости плеча и предплечья. *Примеры суставов:* коленный, тазобедренный, плечевой, локтевой.

Контрольные вопросы:

1. В состав какой системы организма человека входят кости?
2. Что такое костная ткань и что она содержит?
3. Назовите клетки костной ткани.
4. Из чего состоит межклеточное вещество?
5. Назовите химический состав живой кости.
6. Назовите значение органических и неорганических веществ кости.
7. Какую форму имеют кости? Приведите примеры.
8. Что находится внутри плоских костей?
9. Расскажите о строении трубчатой кости.
10. Что находится внутри трубчатых костей?
11. Что такое надкостница?
12. Как кость растет в толщину?
13. Назовите типы соединения костей.
14. Назовите способы неподвижного соединения костей. Приведите примеры.
15. Что такое полуподвижное соединение костей? Приведите примеры.
16. Как называется подвижное соединение костей?
17. Расскажите о строении сустава.
18. Приведите примеры суставов.

Тема 3. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Скелет и мышцы образуют опорно-двигательную систему.

Скелет человека состоит из костей. Он является пассивной частью опорно-двигательной системы.

В скелете человека имеется более 200 костей.

В скелете выделяют три отдела: 1) скелет головы или череп; 2) скелет туловища или осевой скелет; 3) скелет конечностей и их поясов (рис. 46).

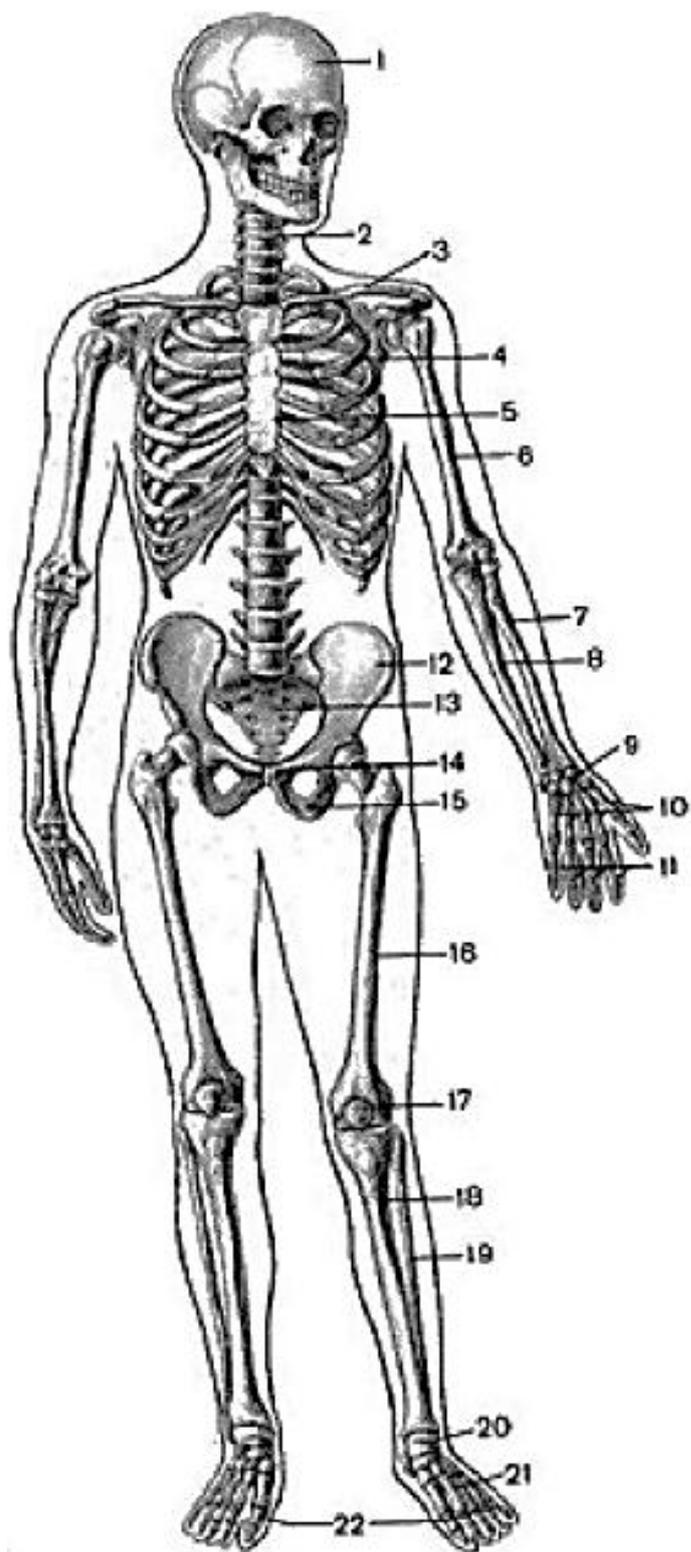


Рис. 46. Скелет человека (вид спереди):

- 1 — череп; 2 — позвоночный столб; 3 — ключица; 4 — ребра; 5 — грудина;
 6 — плечевая кость; 7 — лучевая кость; 8 — локтевая кость; 9 — кости запястья;
 10 — кости пясти; 11 — фаланги пальцев рук; 12 — подвздошная кость; 13 — крестец;
 14 — лобковая кость; 15 — седалищная кость; 16 — бедренная кость;
 17 — надколенник; 18 — большая берцовая кость; 19 — малая берцовая кость;
 20 — кости предплюсны; 21 — кости плюсны; 22 — фаланги пальцев ног

Скелет головы (череп) имеет два отдела: мозговой и лицевой. Скелет туловища образуют позвоночник и грудная клетка. Скелет конечностей представлен скелетом верхних конечностей (рук), нижних конечностей (ног) и скелетом их поясов (плечевого и тазового).

Мозговой отдел черепа содержит 8 костей: 2 теменные, 2 височные, 1 лобная, 1 затылочная, 1 решетчатая и 1 клиновидная (рис. 47, *a*).

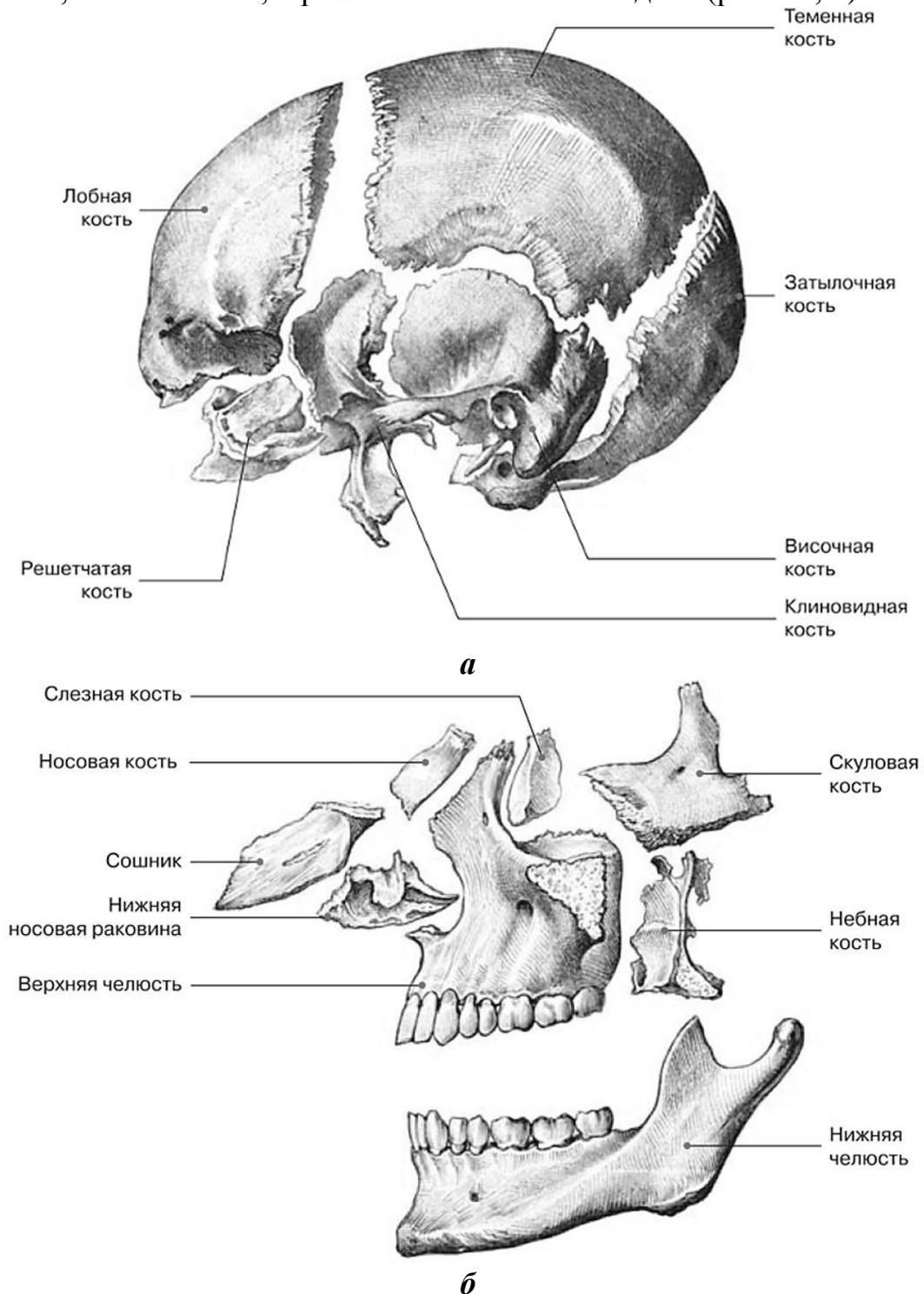


Рис. 47. Строение черепа:
a — мозговой отдел; *б* — лицевой отдел

В мозговом отделе черепа находится головной мозг.

Лицевой отдел черепа содержит 15 костей: 6 парных костей (верхняя челюсть, скуловая, носовая, слезная, небная кости, нижняя носовая раковина); 3 непарные кости (нижняя челюсть, сошник и подъязычная кость) (рис. 47, б).

Все кости черепа, кроме нижней челюсти, соединяются неподвижно.

Позвоночник содержит 33–34 позвонка и имеет 5 отделов (рис. 48, а):

- шейный — 7 позвонков;
- грудной — 12 позвонков;
- поясничный — 5 позвонков;
- крестцовый — 5 позвонков, которые срастаются и образуют крестец;
- копчиковый — 4–5 позвонков, которые срастаются и образуют копчик.

Позвоночник человека образует 4 физиологических изгиба (рис. 48, б).

Физиологические изгибы уменьшают толчки при ходьбе, прыжках и беге.

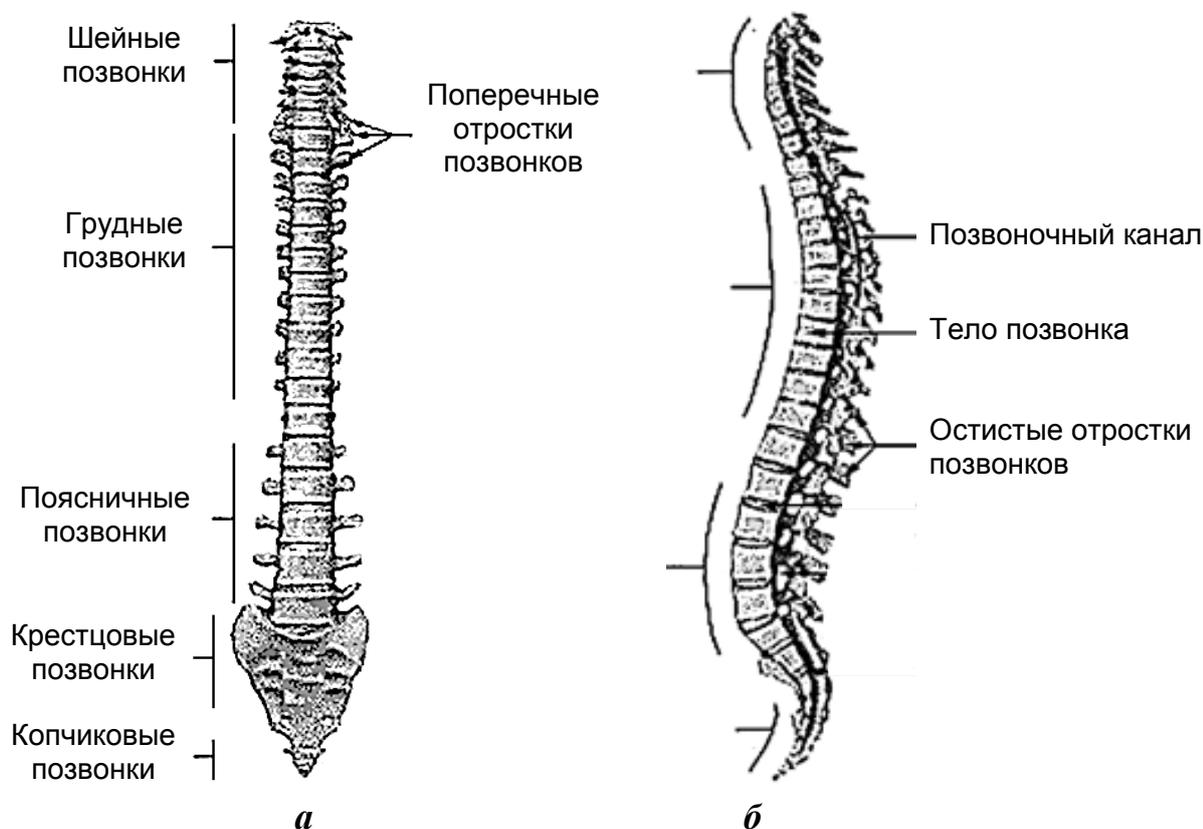


Рис. 48. Позвоночный столб:
а — вид с передней стороны; б — вид сбоку

Строение позвонка. Каждый позвонок состоит из тела, дуги и нескольких отростков (рис. 49).

Между телом позвонка и дугой находится *позвоночное отверстие*. Эти отверстия образуют позвоночный канал, в котором лежит спинной мозг. Между телами позвонков есть хрящевая ткань.

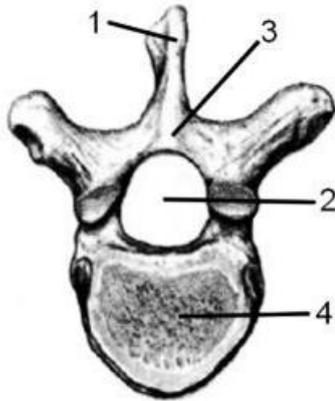


Рис. 49. Строение позвонка:
 1 — остистый отросток;
 2 — позвоночное отверстие;
 3 — дуга позвонка;
 4 — тело позвонка

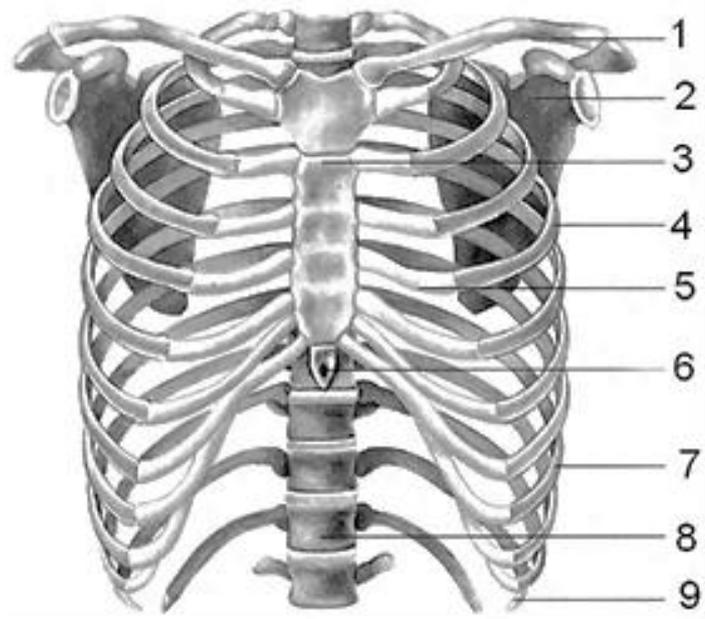


Рис. 50. Грудная клетка и пояс свободной верхней конечности:
 1 — ключица; 2 — лопатка; 3 — грудина;
 4 — истинные ребра; 5 — реберный хрящ;
 6 — мечевидный отросток грудины; 7 — ложные ребра; 8 — позвоночник; 9 — колеблющиеся ребра

Грудная клетка образована грудными позвонками, ребрами и грудиной.

У человека имеется 12 пар ребер:

- 1–7–я пары ребер соединяются с грудиной хрящом (истинные);
- 8–10–я пары соединяются с хрящом верхних ребер (ложные);
- 11–12–я пары лежат свободно и оканчиваются в мягких тканях (колеблющиеся) (рис. 50).

В грудной клетке находятся сердце, крупные сосуды, легкие, трахея, пищевод. Она участвует в дыхательных движениях.

Скелет верхних конечностей состоит из *плечевого пояса* и *скелета свободной верхней конечности* (руки).

Плечевой пояс состоит из *двух лопаток* и *двух ключиц*. Скелет свободной верхней конечности (руки) состоит из трех отделов: плеча (*плечевая кость*), предплечья (*локтевая и лучевая кости*) и кисти (*кости запястья, пястья и фаланг пальцев*). **Скелет нижних конечностей** состоит из *пояса нижних конечностей* (тазовый пояс) и *скелета свободной нижней конечности* (ноги).

Тазовый пояс образуют *две тазовые кости*, которые срастаются между собой и с крестцовым отделом позвоночника.

Скелет свободной нижней конечности (ноги) состоит из трех отделов: бедра (*бедренная кость*), голени (*большая и малая берцовые кости*), стопы (*кости предплюсны, плюсны и фаланг пальцев*) и надколенника.

Функции скелета человека:

- 1) определяет форму тела и дает ему опору;
- 2) участвует в движении тела;
- 3) выполняет защитную функцию: кости черепа защищают головной мозг; грудная клетка защищает сердце, легкие, трахею; таз защищает кишечник, половую систему.

Мышцы — это активная часть опорно-двигательной системы. У человека более 600 скелетных мышц. Мышцы образованы поперечнополосатой мышечной тканью. В мышцах находятся кровеносные сосуды, нервы и нервные окончания (рецепторы).

Строение скелетной мышцы (рис. 51):

- поперечнополосатые мышечные волокна образуют *пучки*;
- мышечные пучки образуют *скелетную мышцу*;
- скелетная мышца покрыта *капсулой* из соединительной ткани.

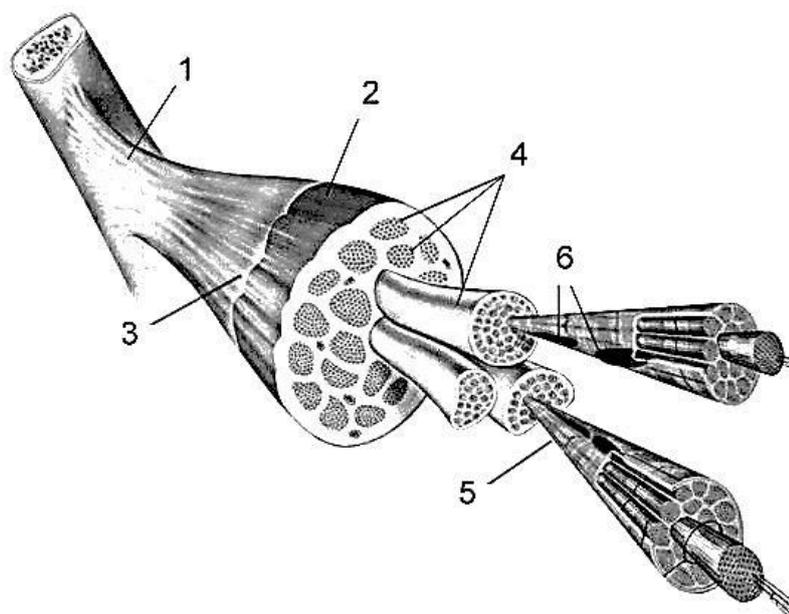


Рис. 51. Строение скелетной мышцы:

- 1 — сухожилие; 2 — брюшко мышцы; 3 — капсула (фасция);
4 — пучки мышечных волокон; 5 — мышечное волокно; 6 — ядра мышечных волокон

Каждая мышца состоит из тела (мышечное брюшко) и сухожилия. Мышцы прикрепляются к костям скелета с помощью сухожилий. Мимические мышцы прикрепляются одним концом к кости, а вторым — к коже.

Скелетные мышцы делятся на группы по месту расположения:

- мышцы головы (жевательные, мимические);
- мышцы шеи;
- мышцы груди;
- мышцы живота;
- мышцы спины;
- мышцы конечностей и их поясов.

Функции мышц:

- 1) вместе со скелетом они определяют форму тела;
- 2) обеспечивают положение и движение тела;
- 3) обеспечивают дыхательные движения, движение глаз, жевание, глотание, мимику;
- 4) участвуют в образовании речи.

Контрольные вопросы:

1. Назовите отделы скелета человека.
2. Назовите отделы черепа.
3. Назовите кости мозгового отдела черепа.
4. Назовите парные кости лицевого отдела черепа.
5. Назовите непарные кости лицевого отдела черепа.
6. Назовите отделы позвоночника и число позвонков каждого отдела.
7. Расскажите о строении позвонка.
8. Какие кости образуют грудную клетку?
9. Сколько пар ребер у человека и как они соединяются с грудиной?
10. Что находится в грудной клетке?
11. Назовите кости плечевого пояса.
12. Назовите отделы и кости скелета руки.
13. Как называется пояс нижних конечностей? Какие кости его образуют?
14. Назовите отделы и кости скелета ноги.
15. Назовите функции скелета человека.
16. Расскажите о строении скелетной мышцы.
17. Назовите группы мышц по месту расположения.
18. Назовите функции мышц.

Тема 4. НЕРВНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА

Нервная система — система, которая объединяет части организма в единое целое; регулирует работу всех органов и систем; связывает организм с внешней средой; определяет память, сознание, мышление и речь человека.

Нервная система образована нервной тканью.

Нервная система **анатомически делится на:**

- 1) **центральную нервную систему (ЦНС)** — головной и спинной мозг;
- 2) **периферическую нервную систему** — нервные узлы (ганглии), нервы и их окончания.

Нервные узлы (ганглии) — это группа нейронов, которые находятся за пределами центральной нервной системы. В органах и тканях нервы образуют рецепторы (нервные окончания).

Нервная система **по физиологическому действию** делится:

- 1) на **соматическую** — отвечает за работу скелетных мышц;
- 2) **вегетативную** — регулирует работу внутренних органов и сосудов.

Спинальный мозг находится в позвоночном канале. Длина спинного мозга 41–45 сантиметров, диаметр — 1 сантиметр. Вверху спинной мозг переходит в продолговатый мозг, внизу заканчивается на уровне второго поясничного позвонка. Спинальный мозг покрыт **тремя оболочками**: наружной (твердой), средней (паутинной) и внутренней (сосудистой). Между паутинной и сосудистой оболочками находится спинномозговая жидкость.

На передней и задней поверхности спинного мозга имеются продольные борозды. Они делят спинной мозг на правую и левую половины. В центре спинного мозга находится *спинномозговой канал*, который содержит спинномозговую жидкость.

На поперечном разрезе спинного мозга видно, что он состоит из серого и белого вещества (рис. 52).

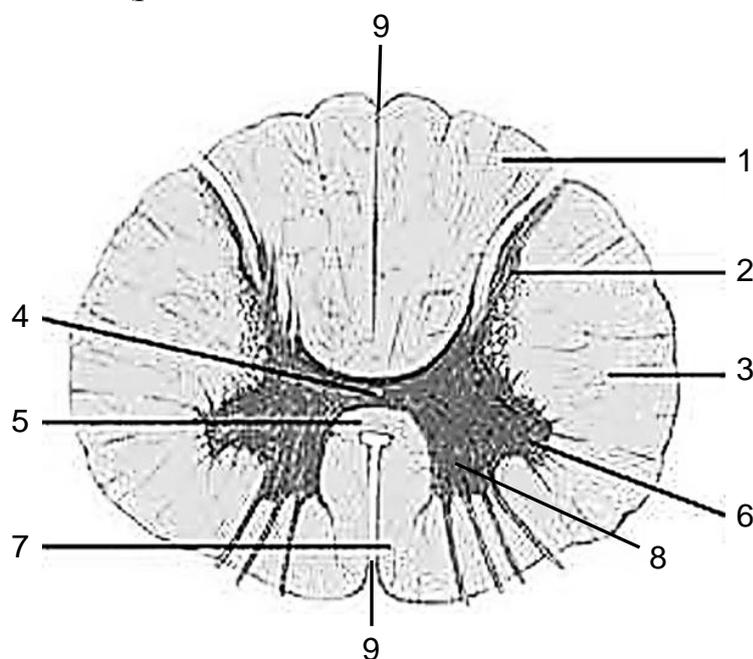


Рис. 52. Схема поперечного разреза спинного мозга:

1 — восходящие проводящие пути; 2 — задний рог; 3 — восходящие и нисходящие проводящие пути; 4 — спинномозговой канал; 5 — проводящие пути; 6 — боковой рог; 7 — нисходящие проводящие пути; 8 — передний рог; 9 — продольные борозды

В центре располагается **серое вещество**, которое имеет форму бабочки. Серое вещество образовано телами нейронов и дендритами. Выступы серого вещества называются рогами. Различают *передние и задние рога* спинного мозга, а в грудном отделе и *боковые рога*.

Вокруг серого вещества располагается **белое вещество** спинного мозга. Оно образовано аксонами нейронов. Нервные волокна белого вещества образуют **проводящие пути**. Проводящие пути бывают восходящие (чув-

ствительные) и нисходящие (двигательные). Восходящие пути передают возбуждение в головной мозг, а нисходящие — от головного мозга к рабочим органам.

От спинного мозга отходит *31 пара спинномозговых нервов*. Каждый нерв состоит из двух корешков: переднего и заднего. *Передние корешки* — это отростки двигательных (центробежных) нейронов. *Задние корешки* — это отростки чувствительных (центростремительных) нейронов. Передний и задний корешки образуют смешанный спинномозговой нерв. Спинномозговые нервы выходят из позвоночного канала через межпозвоночные отверстия.

В местах выхода спинномозговых нервов к верхним и нижним конечностям спинной мозг имеет *2 утолщения* (шейное и поясничное).

Головной мозг контролирует работу спинного мозга.

Функции спинного мозга:

— *проводниковая*: спинной мозг проводит импульсы от рецепторов к головному мозгу (по чувствительным путям) и от головного мозга ко всем частям тела (по двигательным путям);

— *рефлекторная*: в спинном мозге замыкаются дуги рефлексов: отделения пота, расширения зрачка, движения диафрагмы, выделения мочи, выведения каловых масс из кишечника и половой функции.

Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение с участием нервной системы (например: отдергивание руки в ответ на укол или ожог кожи). В ответ на раздражение в мышцах возникает возбуждение (импульс).

Путь, по которому идет возбуждение, называется *рефлекторной дугой*. Рефлекторная дуга состоит из: рецептора, чувствительного нейрона, вставочного нейрона, двигательного нейрона, мышцы (рис. 53).

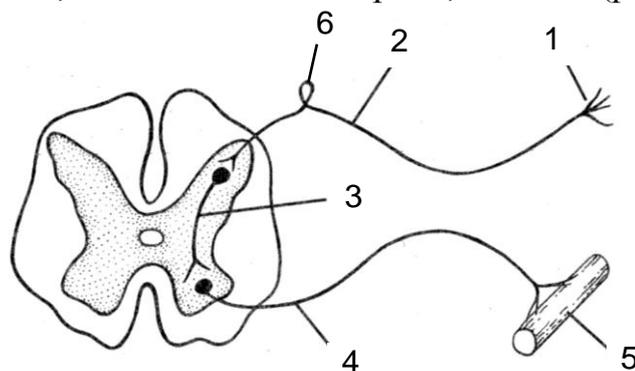


Рис. 53. Схема строения рефлекторной дуги:

- 1 — рецептор; 2 — чувствительный нейрон; 3 — вставочный нейрон;
4 — двигательный нейрон; 5 — рабочий орган (мышца);
6 — тело чувствительного нейрона в спинномозговом узле

Возбуждение от *рецепторов* передается в спинной мозг по чувствительным (центростремительным) нейронам. Тела чувствительных нейронов лежат в спинномозговых узлах. Аксоны *чувствительных нейронов* пе-

редают возбуждение на *вставочные нейроны*, которые располагаются в задних рогах спинного мозга. От вставочных нейронов импульс передается в передние рога, где находятся тела *двигательных* (центробежных) нейронов. Аксоны двигательных нейронов передают импульс мышце. В ответ на этот импульс мышца сокращается.

Контрольные вопросы:

1. Назовите функции нервной системы.
2. Что относится к центральной нервной системе?
3. Что относится к периферической нервной системе?
4. Какую функцию выполняет соматическая нервная система?
5. Какую функцию выполняет вегетативная нервная система?
6. Где находится спинной мозг?
7. Назовите оболочки спинного мозга.
8. Что имеется на передней и задней поверхности спинного мозга?
9. Расскажите о строении спинного мозга.
10. Сколько пар нервов отходит от спинного мозга?
11. Из каких корешков состоит спинномозговой нерв?
12. Что такое передние корешки?
13. Что такое задние корешки?
14. Назовите функции спинного мозга.
15. Что такое рефлекс?
16. Что такое рефлекторная дуга?
17. Назовите части рефлекторной дуги.

Тема 5. СТРОЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Головной мозг находится в мозговом отделе черепа. От него отходят 12 пар черепно-мозговых нервов. Масса головного мозга взрослого человека 1300–1500 грамм. **Головной мозг состоит из 5 отделов:** продолговатого, заднего, среднего, промежуточного и переднего (рис. 54). Головной мозг образован серым и белым веществом. Тела нейронов и дендриты образуют серое вещество, аксоны нейронов — белое вещество головного мозга.

Головной мозг покрыт тремя оболочками:

– твердой (состоит из соединительной ткани и выполняет защитную функцию);

– паутинной (состоит из тонкой соединительной ткани);

– сосудистой (содержит большое количество кровеносных сосудов).

Между паутинной и сосудистой оболочками находится спинномозговая жидкость.

Продолговатый мозг соединяет спинной и головной мозг. Он образован белым веществом, в котором лежат ядра (центры) серого вещества. Здесь находится четвертый (IV) желудочек мозга.

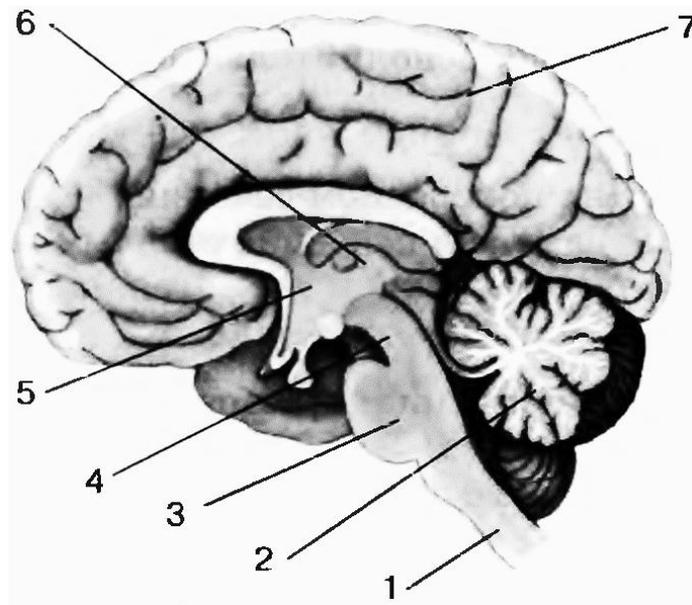


Рис. 54. Отделы головного мозга человека:

- 1 — продолговатый мозг; 2 — мозжечок (задний мозг); 3 — мост (задний мозг);
 4 — средний мозг; 5 — гипоталамус (промежуточный мозг);
 6 — таламус (промежуточный мозг); 7 — полушария переднего мозга

Функции продолговатого мозга:

- *проводниковая* — проведение импульсов из спинного мозга в вышележащие отделы головного мозга и обратно;
- *рефлекторная* — центры продолговатого мозга регулируют:
 - работу органов дыхания, работу сердца, тонус сосудов;
 - пищеварительные рефлексы: сосания, слюноотделения, выделения желудочного сока;
 - защитные рефлексы: кашля, чихания, мигания, рвоты.

Задний мозг состоит из **моста** и **мозжечка**. **Мозжечок** лежит над продолговатым мозгом. Он состоит из двух полушарий, которые соединяются червем (белым веществом). Полушария покрыты серым веществом — корой, которая имеет извилины.

Функция мозжечка: *рефлекторная* — центры мозжечка регулируют координацию движений, равновесие и позы тела, мышечный тонус.

Функция моста: регулирует сокращение мышц лица, которые обеспечивают мимику.

Средний мозг находится между промежуточным мозгом и мостом. Он состоит из четверохолмия и ножек мозга. В центре среднего мозга проходит узкий канал (водопровод), который соединяет IV и III желудочки мозга.

Функции среднего мозга:

- *проводниковая* — проводит импульсы от заднего мозга к промежуточному мозгу и коре, и от коры больших полушарий к продолговатому и спинному мозгу;

- *рефлекторная* — центры среднего мозга регулируют:
 - мышечный тонус и позу;
 - движение глазного яблока;
 - работу мышц глаза;
 - подкорковые центры зрения (верхние бугры) и слуха (нижние бугры).

Промежуточный мозг расположен над средним мозгом, под большими полушариями переднего мозга. Он состоит из двух частей: таламуса и гипоталамуса. Здесь находится третий (III) желудочек мозга.

Функции промежуточного мозга:

- *проводниковая* — проводит возбуждения от нижележащих отделов головного мозга к большим полушариям и обратно;
- *рефлекторная*: центры **таламуса** регулируют:
 - все виды чувствительности (зрение, слух, осязание);
 - сон и бодрствование;
 - эмоции и психическую деятельность.

Центры **гипоталамуса** регулируют:

- обмен веществ, гомеостаз;
- работу сердечно-сосудистой системы.

В **гипоталамусе** находятся центры пищеварения, жажды, голода, температуры тела. Гипоталамус выделяет *нейрогормоны*, которые регулируют работу гипофиза. Гипофиз регулирует работу других желез внутренней секреции.

Передний мозг состоит из больших полушарий и мозолистого тела. Здесь находятся I и II (боковые) желудочки мозга.

Большие полушария — это высший отдел нервной системы. Они покрыты серым веществом — **корой**. Кора больших полушарий имеет толщину 2–4 миллиметра. Она состоит из 14 миллиардов нервных клеток, которые образуют 6 слоев. Под корой находится белое вещество. Кора имеет борозды (углубления) и извилины (складки). Они увеличивают площадь коры, которая составляет 2000–2500 см².

3 глубокие борозды разделяют кору на *доли*: лобную, височную, теменную и затылочную. Доли коры содержат различные **зоны**:

- *зрительная зона* находится в затылочной доле;
- *зона кожно-мышечного чувства* находится в теменной доле;
- *слуховая зона* находится в височной доле (рис. 55).

Функции коры больших полушарий:

- регулирует работу всех отделов головного и спинного мозга;
- анализирует информацию, которая поступает от органов чувств;
- является центром условных рефлексов;
- отвечает за обучение, мышление, память и речь.

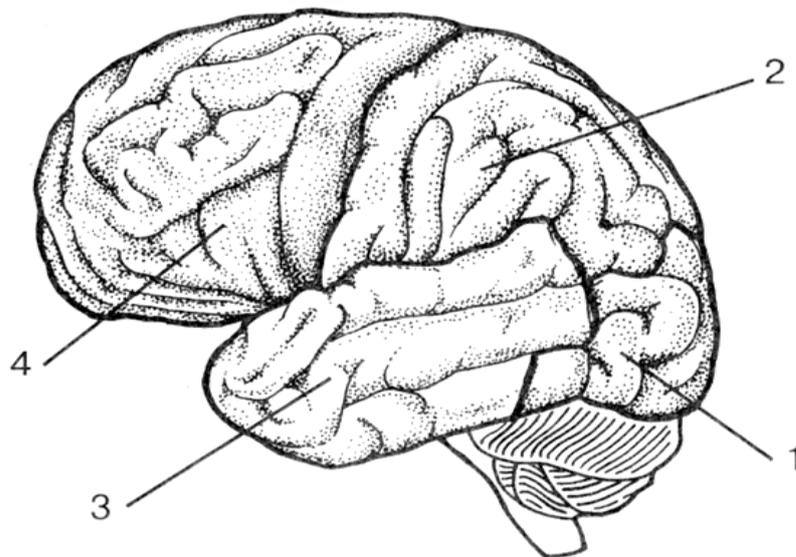


Рис. 55. Доли коры переднего отдела головного мозга:
1 — затылочная; 2 — теменная; 3 — височная; 4 — лобная

Контрольные вопросы:

1. Где находится головной мозг?
2. Сколько пар черепно-мозговых нервов отходят от головного мозга?
3. Назовите отделы головного мозга.
4. Назовите оболочки головного мозга.
5. Что соединяет продолговатый мозг? Чем он образован?
6. Назовите функции продолговатого мозга.
7. Какие центры содержит продолговатый мозг?
8. Из чего состоит задний мозг?
9. Расскажите о строении мозжечка.
10. Какую функцию выполняет мозжечок?
11. Где находится средний мозг? Из чего он состоит?
12. Какие функции выполняет средний мозг?
13. Где расположен промежуточный мозг? Из чего он состоит?
14. Какие центры находятся в таламусе?
15. Какие центры находятся в гипоталамусе?
16. Что регулирует гипофиз?
17. Из чего состоит передний мозг?
18. Расскажите о строении коры больших полушарий.
19. Назовите доли коры больших полушарий.
20. Какие зоны находятся в затылочной, височной и теменной долях?
21. Перечислите функции коры больших полушарий.

Тема 6. ОРГАНЫ ЧУВСТВ. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

Органы чувств — это органы, которые принимают сигналы из внешней среды. Они передают информацию в ЦНС. Человек имеет органы зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса и равновесия. Человек с помощью органов чувств ориентируется в окружающей среде.

Анализатор — это система, которая принимает, передает и анализирует информацию о внешней и внутренней среде организма. Анализатор состоит из **3 частей**: 1) периферическая часть — это рецепторы органа чувств; 2) проводниковая часть — это нервы, по которым возбуждение (импульс) идет от органа чувств в кору головного мозга; 3) центральная часть — это зона коры больших полушарий головного мозга, где идет анализ информации.

Орган зрения — это глаза и вспомогательный аппарат: брови, ресницы, веки, слезные железы, глазные мышцы (рис. 56). *Вспомогательный аппарат* защищает глаза от пыли, снега, от механических и химических повреждений.

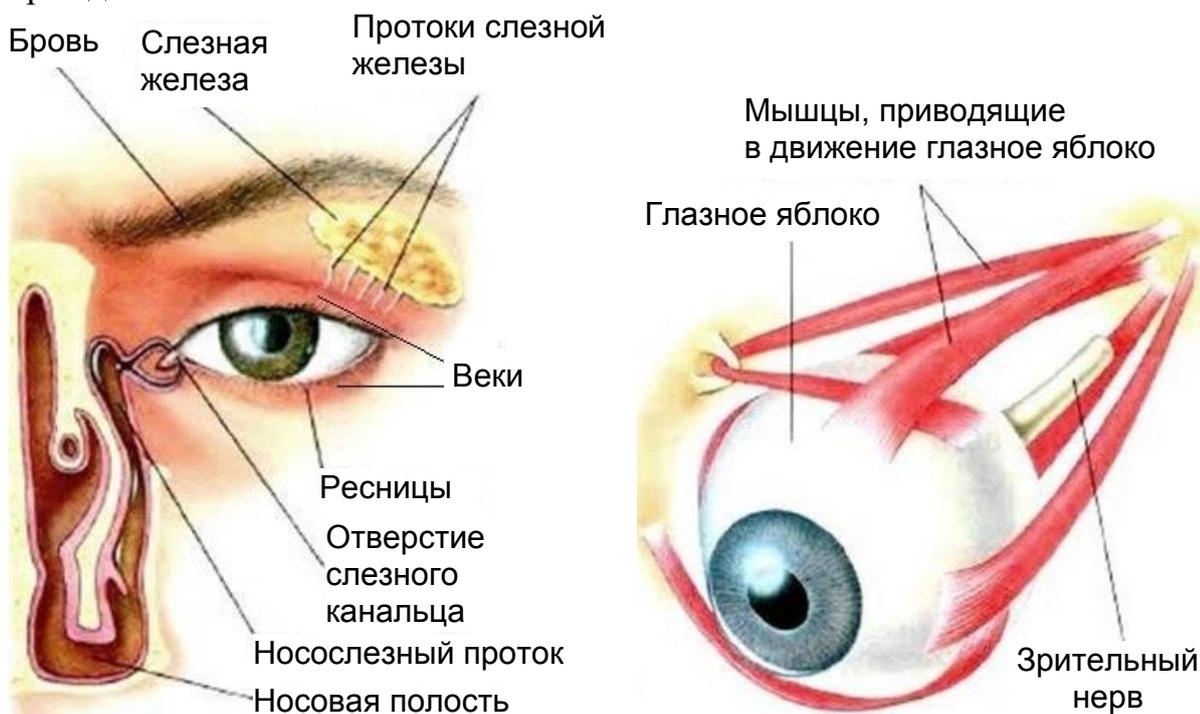


Рис. 56. Вспомогательный аппарат органа зрения

Основная часть глаза — *глазное яблоко*, которое находится в глазнице черепа. Глазное яблоко имеет **3 оболочки**:

- наружную — фиброзную;
- среднюю — сосудистую;
- внутреннюю — сетчатку.

Наружная оболочка (склера) непрозрачна. Это плотное образование белого цвета. Спереди склера переходит в прозрачную *роговицу*, в которой происходит наиболее сильное преломление световых лучей (рис. 57).

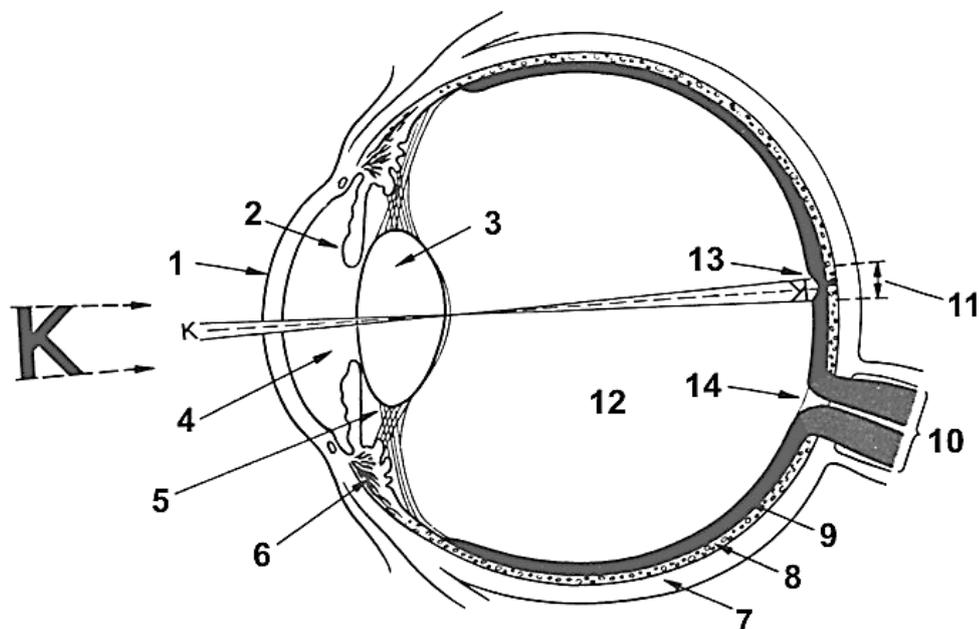


Рис. 57. Схема горизонтального разреза глаза:

- 1 — роговица; 2 — радужка; 3 — хрусталик; 4 — передняя камера глаза;
 5 — задняя камера глаза; 6 — ресничное тело; 7 — склера; 8 — сосудистая оболочка;
 9 — сетчатка; 10 — зрительный нерв; 11 — место изображения на сетчатке;
 12 — стекловидное тело; 13 — желтое пятно; 14 — слепое пятно

Сосудистая оболочка имеет много кровеносных сосудов. Она состоит из трех частей: собственно сосудистой, ресничного тела и радужки. Передняя часть сосудистой оболочки образует *радужку*, которая содержит пигмент. Он окрашивает глаза в разный цвет — голубой, коричневый, черный.

Между роговицей и радужкой находится *передняя камера глаза*, которая заполнена жидкостью. В радужке имеется *зрачок* (круглое отверстие). За зрачком находится прозрачный *хрусталик*. Он имеет форму двояковыпуклой линзы. Между радужкой и хрусталиком находится *задняя камера глаза*, которая заполнена жидкостью. За хрусталиком находится *стекловидное тело*.

Сетчатка содержит зрительные рецепторные клетки, которые имеют отростки — *палочки* и *колбочки (фоторецепторы)*. В сетчатке находится около 7 миллионов колбочек и 130 миллионов палочек (рис. 58). На сетчатке фокусируется изображение предмета. Палочки содержат зрительный пигмент *родопсин* и воспринимают сумеречный свет. Колбочки имеют пигмент *иодопсин* и воспринимают дневной свет и цвета при ярком освещении.

Напротив зрачка расположено *желтое пятно*. **Желтое пятно** — это участок сетчатки, в котором имеется очень много зрительных рецепторов (колбочек). Около желтого пятна есть участок, который не содержит зри-

тельных рецепторов. Этот участок называется *слепое пятно*. **Слепое пятно** — это место выхода зрительного нерва (см. рис. 57).

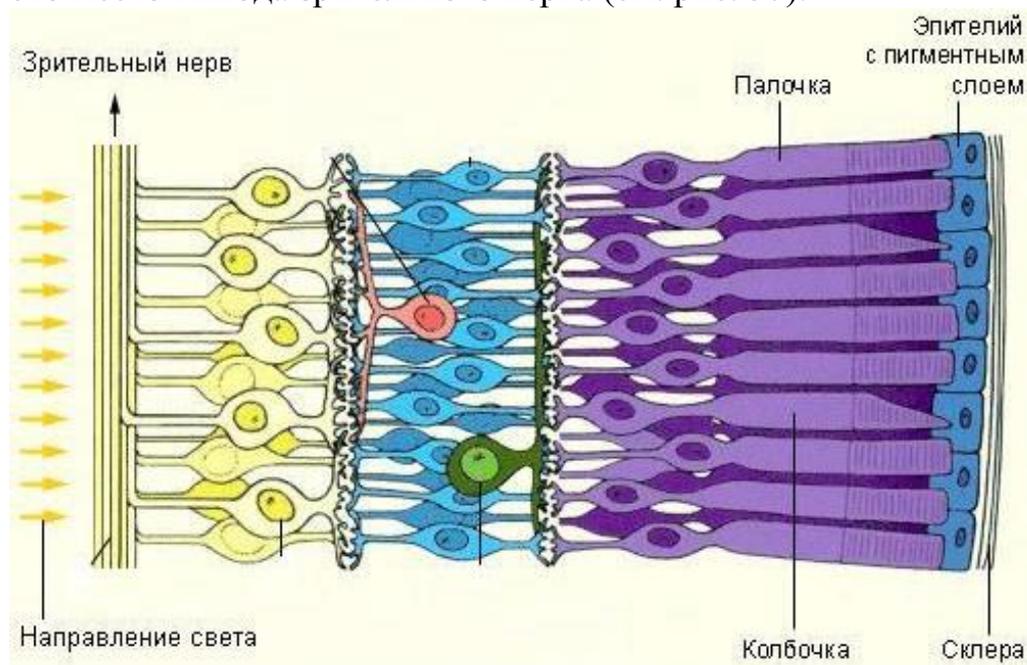


Рис. 58. Схема строения сетчатки

Структуры, через которые проходят лучи света, образуют оптическую систему глаза. **Оптическая система** состоит из роговицы, жидкости передней камеры, жидкости задней камеры, хрусталика, стекловидного тела. Главные структуры оптической системы — это *роговица* и *хрусталик*.

Механизм восприятия света. Лучи света идут через роговицу, переднюю камеру глаза, зрачок, заднюю камеру глаза, хрусталик, стекловидное тело и попадают на сетчатку. Фоторецепторы (палочки и колбочки) принимают световые раздражения. От них импульс идет по зрительному нерву в зрительную зону — затылочные доли коры больших полушарий головного мозга. Здесь происходит анализ зрительных раздражений и человек видит предметы. Так работает зрительный анализатор человека.

Если лучи света фокусируются не на сетчатке, развиваются аномалии зрения:

– *близорукость* — лучи фокусируются впереди сетчатки, поэтому человек хорошо видит только близкие предметы;

– *дальнозоркость* — лучи фокусируются позади сетчатки, поэтому человек хорошо видит далекие предметы.

Значение зрения: с его помощью человек видит форму, цвет и размеры предметов; читает; пишет; рисует; ориентируется в окружающей среде.

Контрольные вопросы:

1. Что такое органы чувств?
2. Назовите органы чувств человека.
3. Какая система называется анализатором?

4. Назовите части анализатора.
5. Что относится к органу зрения?
6. Назовите оболочки глазного яблока.
7. Назовите части сосудистой оболочки глаза.
8. Где находится передняя камера глаза?
9. Где находится зрачок?
10. Где находится хрусталик?
11. Что находится между радужкой и хрусталиком?
12. Где находится стекловидное тело?
13. Назовите фоторецепторы сетчатки.
14. Назовите зрительные пигменты палочек и колбочек.
15. Что такое желтое пятно?
16. Что такое слепое пятно?
17. Назовите главные структуры оптической системы глаза.
18. Расскажите о механизме восприятия света.
19. Что такое близорукость?
20. Что такое дальнозоркость?
21. Какое значение имеет зрение?

Тема 7. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНА СЛУХА

Слуховой анализатор имеет 3 отдела: **ухо** (периферический отдел), **слуховой нерв** (проводниковый отдел) и **слуховую зону**, расположенную в височной доле коры больших полушарий (центральный отдел).

Орган слуха (ухо) состоит из 3 частей: наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 59).

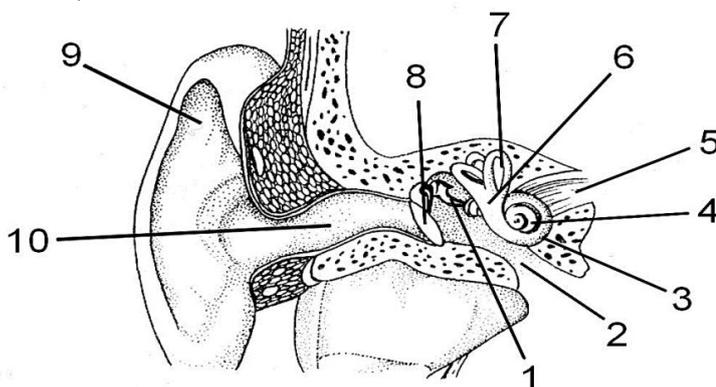


Рис. 59. Схема строения органа слуха:

- 1 — слуховые косточки (стремечко); 2 — слуховая труба; 3 — височная кость; 4 — улитка; 5 — слуховой нерв; 6 — преддверие улитки; 7 — полукружные каналы; 8 — барабанная перепонка; 9 — ушная раковина; 10 — наружный слуховой проход*

Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. *Ушная раковина* состоит из хряща, который покрыт кожей. *Наружный слуховой проход* — это трубка длиной 30 миллиметров. Она

имеет железы, которые выделяют ушную серу. Ушная сера задерживает пыль и бактерии.

Барабанная перепонка — это тонкая мембрана между наружным и средним ухом.

Среднее ухо состоит из барабанной полости объемом 1 см³ и слуховых косточек. Барабанная полость среднего уха соединяется с носоглоткой слуховой (*евстахиевой*) трубой. Слуховая труба выравнивает давление по обе стороны барабанной перепонки. Три слуховые косточки (*молоточек*, *наковальня* и *стремечко*) соединяются между собой. Стремечко соединяется с перепонкой овального окна внутреннего уха (рис. 60).

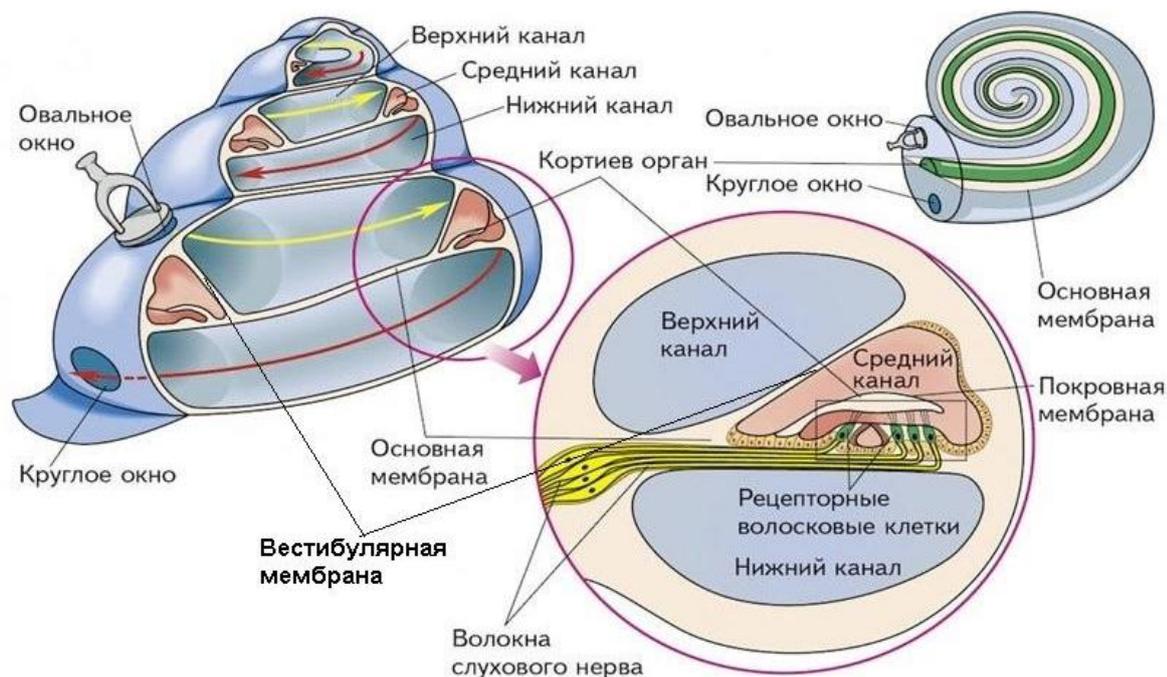


Рис. 60. Схема строения улитки

Внутреннее ухо расположено в височной кости. Оно содержит орган слуха (улитку) и орган равновесия (полукружные каналы). *Улитка* — костный канал, который образует спираль вокруг костного стержня. Полость костного канала улитки делится двумя мембранами (вестибулярной и основной) на три канала: верхний, средний и нижний. Верхний и нижний каналы заполнены перилимфой. Средний канал заполнен эндолимфой. На основной мембране находится *кортиев орган*, который воспринимает звук. *Кортиев орган* — это группа слуховых рецепторных волосковых клеток. К основанию волосковых клеток подходят волокна слухового нерва. Над волосковыми клетками находится покровная мембрана.

Механизм восприятия звуков (рис. 61):

- ушная раковина собирает звуковые волны, которые идут через наружный слуховой проход и вызывают колебания барабанной перепонки;
- колебания барабанной перепонки передаются слуховым косточкам: молоточку – наковальне – стремечку;

- слуховые косточки передают и усиливают звук в 20 раз;
- колебания стремечка вызывают колебания мембраны овального окна;
- колебания мембраны овального окна вызывают колебания жидкостей в улитке: перилимфы и эндолимфы;
- колебания эндолимфы вызывают колебания покровной мембраны;
- колебания покровной мембраны раздражают волоски рецепторных клеток и возникает нервный импульс;
- импульс по слуховому нерву передается в височную долю коры больших полушарий головного мозга, где находится центр слуха;
- в височной доле коры переднего мозга происходит анализ возбуждения.

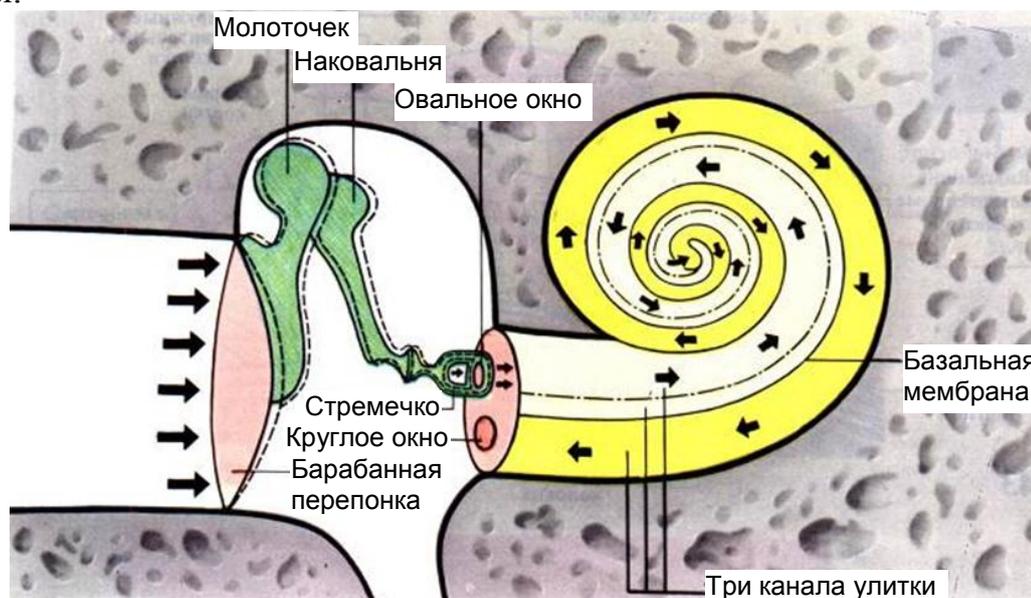


Рис. 61. Схема движения звуковой волны

Значение органа слуха: с его помощью человек слышит звуки, общается с другими людьми, ориентируется в окружающей среде.

Контрольные вопросы:

1. Назовите отделы слухового анализатора.
2. Назовите части органа слуха.
3. Расскажите о строении наружного уха.
4. Где находится барабанная перепонка?
5. Расскажите о строении среднего уха.
6. Назовите слуховые косточки.
7. С чем соединяется стремечко?
8. Где расположено внутреннее ухо?
9. Что содержит внутреннее ухо?
10. Расскажите о строении улитки.
11. Расскажите о строении кортиевого органа.
12. Расскажите о механизме восприятия звуков.
13. Какое значение имеет орган слуха?

Тема 8. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА. КРОВЬ И ЕЕ ФУНКЦИИ

Внутренняя среда организма (кровь, тканевая жидкость, лимфа) обеспечивает связь между всеми органами организма человека.

Кровь — основная часть внутренней среды организма. Кровь — это жидкая соединительная ткань. Она составляет 7–8 % массы тела. Организм человека содержит около 5–6 литров крови.

Функции крови:

– транспортная (переносит от органов дыхания к тканям O_2 и обратно CO_2);

– питательная (переносит питательные вещества от пищеварительной системы к тканям);

– выделительная (переносит продукты диссимиляции к органам выделения);

– регуляторная (переносит гормоны и биологически активные вещества к тканям);

– защитная (защищает организм от микробов);

– терморегуляторная (помогает сохранять температуру тела);

– гомеостатическая (поддерживает постоянство внутренней среды).

Кровь состоит (рис. 62) из форменных элементов (*клеток крови*) и жидкого межклеточного вещества (*плазмы*).



Рис. 62. Схема, отражающая состав крови

Плазма — бесцветная жидкость. Она содержит 90–92 % воды, минеральные соли (соли кальция, калия, натрия) и органические вещества (жиры, белки, углеводы).

Клетки крови — это эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (рис. 63).

Эритроциты — красные клетки крови. Эритроциты имеют форму двояковогнутых дисков. Они не имеют ядра. Диаметр эритроцитов 7–8 микрометров. Эритроциты образуются в красном костном мозге. В 1 л крови содержится $4\text{--}5 \times 10^{12}$ эритроцитов. Эритроциты живут около 120 дней. Они разрушаются в печени и селезенке.

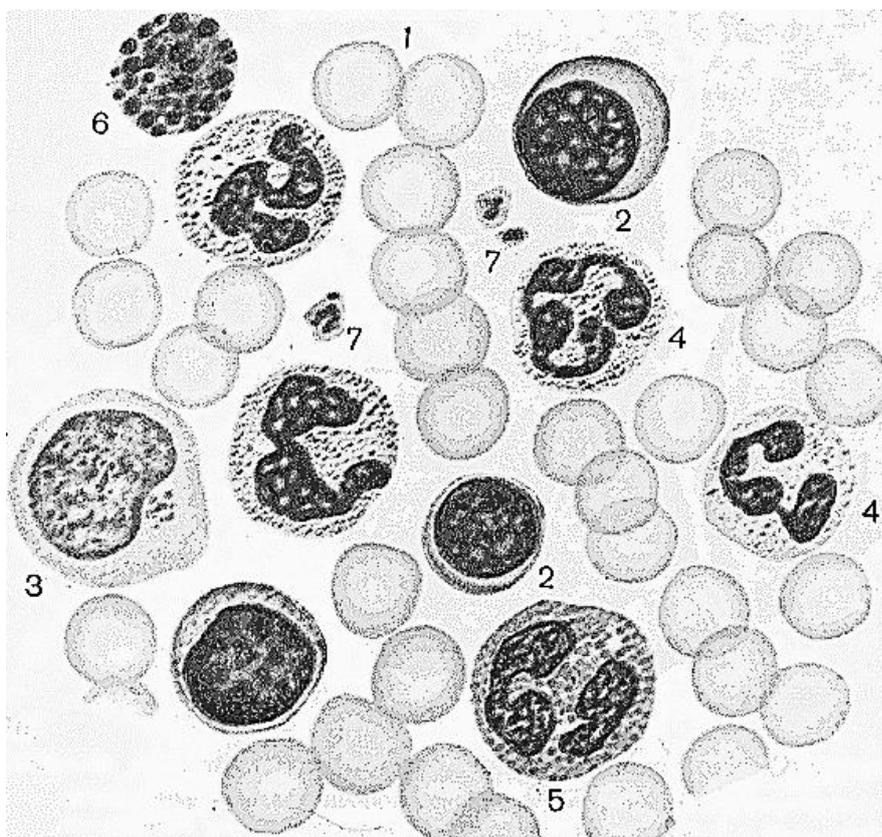


Рис. 63. Форменные элементы крови:
 1 — эритроциты; 2 — лимфоцит; 3 — моноцит; 4 — нейтрофилы; 5 — эозинофилы;
 6 — базофил; 7 — тромбоциты

В эритроцитах содержится белок гемоглобин. Гемоглобин окрашивает кровь в красный цвет. В составе гемоглобина имеется железо.

В артериальной крови гемоглобин соединяется с O_2 и образует *оксигемоглобин*. В венозной крови гемоглобин соединяется с CO_2 и образует *карбгемоглобин*.

Гемоглобин соединяется с угарным газом (CO) и образует *карбоксигемоглобин*. В результате этого молекулы гемоглобина теряют способность переносить кислород из легких в ткани, поэтому концентрация CO в воздухе до 0,1 % опасна для жизни.

Функция эритроцитов транспортная: они приносят O_2 к тканям и органам; уносят CO_2 от тканей и органов в легкие.

Лейкоциты — это белые клетки крови. Они имеют непостоянную форму тела и ядро. Для передвижения лейкоциты образуют ложноножки. Размеры лейкоцитов 6–25 микрометров. В 1 л крови содержится $4-9 \times 10^9$ лейкоцитов. Лейкоциты образуются в красном костном мозге, селезенке, лимфатических узлах. Лейкоциты живут 2–4 дня. Разрушаются в тканях в местах воспаления.

Виды лейкоцитов: базофилы, эозинофилы, нейтрофилы, моноциты, лимфоциты.

Основная функция лейкоцитов — защита организма от бактерий, чужеродных белков, инородных тел (*фагоцитоз*). Лимфоциты образуют защитные белки — антитела.

Тромбоциты — это кровяные пластинки. Они не имеют ядра. В 1 л крови содержится $180\text{--}320 \times 10^9$ тромбоцитов. Форма тромбоцитов округлая или овальная, размеры 2–5 микрометра. Тромбоциты образуются в красном костном мозге, живут 8–11 дней. Разрушаются тромбоциты в селезенке. *Функция тромбоцитов* — участие в свертывании крови. Свертывание крови защищает организм от потери крови при кровотечениях.

Тканевая жидкость находится между клетками тканей и органов. Плазма проходит из крови через стенки капилляров и образует тканевую жидкость. Из нее клетки получают питательные вещества и O_2 . В тканевую жидкость клетки выделяют CO_2 и другие продукты обмена, которые поступают в венозную часть капилляров.

Тканевая жидкость по составу похожа на плазму крови, но не содержит белков. Количество тканевой жидкости около 20 литров.

Функции тканевой жидкости: 1) окружающая среда для клеток тканей; 2) транспорт веществ и газов между клетками тканей и кровью.

Лимфа — это молочно-белая жидкость. По составу она похожа на плазму крови, но содержит меньше белков. Она образуется из тканевой жидкости и движется по лимфатическим сосудам. По ходу лимфатических сосудов располагаются лимфатические узлы. Из лимфатических узлов в лимфу поступают лимфоциты.

Самые крупные лимфатические сосуды образуют лимфатические протоки: грудной и правый, которые впадают в верхнюю полую вену. В сутки в кровь возвращается около 1–3 литров лимфы.

Функции лимфы: 1) распределяет H_2O в организме; 2) защищает организм (лимфоциты).

Контрольные вопросы:

1. Что образует внутреннюю среду организма?
2. Что такое кровь?
3. Назовите функции крови.
4. Из чего состоит кровь?
5. Что содержит плазма крови?
6. Назовите клетки крови.
7. Опишите строение эритроцитов.
8. Сколько эритроцитов содержится в 1 л крови?
9. Где образуются и где разрушаются эритроциты?
10. Назовите функцию эритроцитов.
11. Опишите строение лейкоцитов.
12. Сколько лейкоцитов содержится в 1 л крови?
13. Где образуются и где разрушаются лейкоциты?

14. Назовите виды лейкоцитов.
15. Назовите функцию лейкоцитов.
16. Опишите строение тромбоцитов.
17. Сколько тромбоцитов содержится в 1 л крови?
18. Где образуются и где разрушаются тромбоциты?
19. Сколько дней живут тромбоциты, эритроциты, лейкоциты?
20. Назовите функцию тромбоцитов.
21. Где находится и из чего образуется тканевая жидкость?
22. Назовите функции тканевой жидкости.
23. Что такое лимфа? Назовите состав лимфы.
24. Назовите функции лимфы.

Тема 9. КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И РАБОТА СЕРДЦА

Система, которая обеспечивает кровообращение, называется **кровеносной (сердечно-сосудистой)**. Она состоит из сердца и кровеносных сосудов.

Сердце — центральный орган кровеносной системы. Масса сердца 200–300 граммов. Сердце расположено в грудной полости слева. Оно находится в околосердечной сумке. Околосердечная сумка (**перикард**) образуется из соединительной и эпителиальной тканей. Она защищает сердце. Перикард выделяет жидкость, которая уменьшает трение сердца во время работы. **Стенка сердца** имеет 3 слоя: 1) **эндокард** — внутренний слой, который состоит из эпителиальной ткани; 2) **миокард** — средний слой, который состоит из поперечнополосатой сердечной мышечной ткани; 3) **эпикард** — наружный слой, который состоит из соединительной ткани, покрытой эпителием (рис. 64).

Сердце имеет **4 камеры**: 2 предсердия (левое и правое) и 2 желудочка (левый и правый). Между предсердиями и желудочками есть отверстия. Они содержат **створчатые клапаны**. Между левым предсердием и левым желудочком находится двухстворчатый клапан. Между правым предсердием и правым желудочком находится трехстворчатый клапан. Клапаны открываются только в сторону желудочков. Сухожильные нити, которые соединяют створки клапанов с мышцами стенки желудочков, не дают обратного движения крови из желудочка в предсердие.

2 полые вены подходят к правому предсердию, **4 легочные вены** подходят к левому предсердию. От правого желудочка отходит **легочной ствол**, который затем разделяется на **2 легочные артерии**. От левого желудочка отходит **аорта**. От аорты отходят 2 коронарные (венечные) артерии, которые питают кровью мышцу сердца.

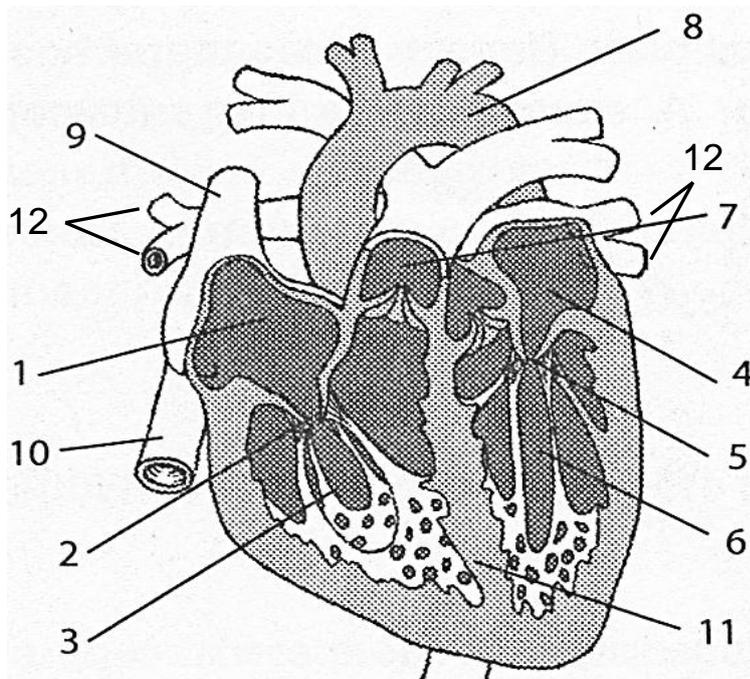


Рис. 64. Строение сердца человека:

1 — правое предсердие; 2 — трехстворчатый клапан; 3 — правый желудочек;
 4 — левое предсердие; 5 — двухстворчатый клапан; 6 — левый желудочек;
 7 — легочной ствол; 8 — дуга аорты; 9 — верхняя полая вена; 10 — нижняя полая вена,
 11 — межжелудочковая перегородка; 12 — легочные вены

В местах выхода кровеносных сосудов из желудочков имеются **полулунные клапаны**. Эти клапаны не пропускают кровь из сосудов обратно в желудочки.

Работа сердца — это его сокращения. Сердце работает ритмично. Оно сокращается 70–75 раз в 1 минуту. **Сердечный цикл** состоит из трех фаз:

1. Сокращение предсердий (**систола предсердий**) — 0,1 сек. В это время кровь поступает из предсердий в желудочки.

2. Сокращение желудочков (**систола желудочков**) — 0,3 сек. В это время кровь из желудочков поступает в сосуды.

3. Общая пауза (**диастола**) — 0,4 сек. В это время расслабляются предсердия и желудочки.

Сокращения предсердий и желудочков и общая пауза — это *сердечный цикл*. Один сердечный цикл длится **0,8 с**. Во время цикла предсердия работают 0,1 с, а 0,7 с отдыхают. Желудочки работают 0,3 с, а 0,5 с отдыхают. Поэтому сердечная мышца работает всю жизнь и не устает.

Вегетативная нервная система регулирует работу сердца. *Симпатическая нервная система* усиливает и ускоряет сокращения сердца. *Парасимпатическая нервная система* замедляет работу сердца.

Работу сердца регулируют и *биологически активные вещества*: гормоны, медиаторы и ионы. Регуляция работы сердца с участием гормонов называется *гуморальной регуляцией*. Адреналин (гормон надпочечников)

и ионы кальция усиливают работу сердца. Ацетилхолин (медиатор) и ионы калия ослабляют работу сердца.

Контрольные вопросы:

1. Что такое кровеносная система и из чего она состоит?
2. Что является центральным органом кровеносной системы?
3. Где расположено сердце?
4. Из каких тканей состоит перикард?
5. Какую функцию выполняет перикард?
6. Назовите слои стенки сердца.
7. Назовите камеры сердца.
8. Какой клапан находится между левым предсердием и левым желудочком?
9. Какой клапан находится между правым предсердием и правым желудочком?
10. Какие сосуды подходят к правому и левому предсердиям?
11. Какие сосуды отходят от правого и левого желудочков?
12. Какие клапаны находятся в местах выхода кровеносных сосудов из желудочков?
13. Что такое работа сердца?
14. Что такое сердечный цикл? Сколько времени он продолжается?
15. Назовите фазы сердечного цикла. Что происходит в каждой фазе?
16. Что регулирует работу сердца?
17. Как влияют на работу сердца симпатическая и парасимпатическая нервная система?
18. Что такое гуморальная регуляция?
19. Как адреналин и ацетилхолин влияют на работу сердца?

Тема 10. СТРОЕНИЕ СОСУДОВ. КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

При сокращении сердца кровь поступает в кровеносные сосуды. Кровеносная система имеет **3 вида сосудов**: артерии, капилляры и вены (рис. 65).

Артерии — это сосуды, которые несут кровь от сердца к органам и тканям. Самая крупная артерия в организме человека — аорта (диаметр до 2,5 сантиметров). В артериях кровь движется под большим давлением.

Стенка артерий имеет три слоя: 1) наружный — соединительная ткань, 2) средний — слой гладких мышц и эластические волокна, 3) внутренний — эпителиальная ткань. Такая стенка прочная и эластичная.

Крупные артерии распадаются на более мелкие артерии. Мелкие артерии распадаются на артериолы. Артериолы распадаются на капилляры.

Капилляры — самые мелкие сосуды. Их стенка состоит из одного слоя эпителиальных клеток. Диаметр капилляров около 7 микрометров.

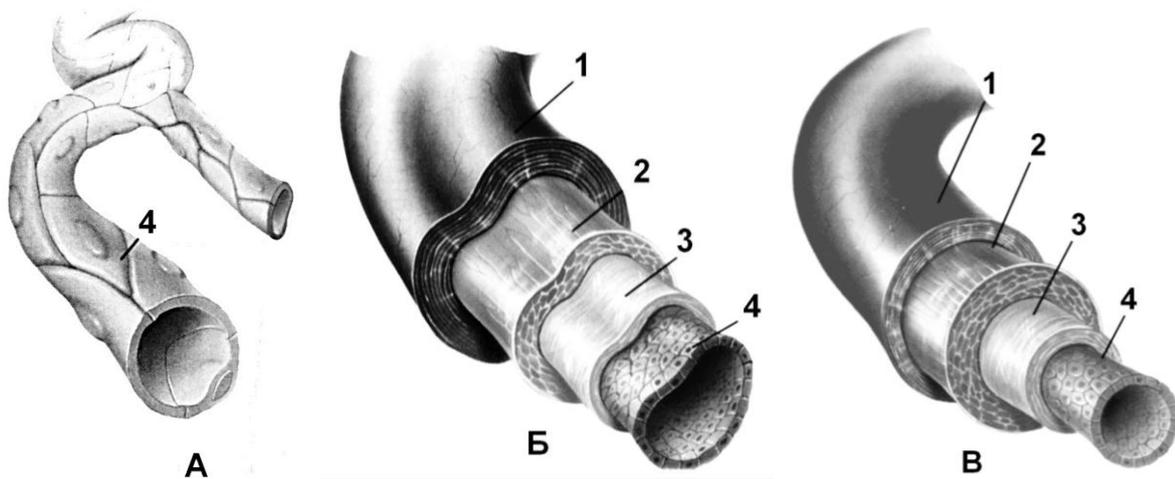


Рис. 65. Кровеносные сосуды:

A — капилляр; *B* — вена; *V* — артерия: 1 — соединительнотканый слой; 2 — гладкомышечный слой; 3 — эластические волокна; 4 — эпителиальный слой (эндотелий)

Обмен веществ и газов происходит через стенки капилляров: питательные вещества и O_2 из крови через стенки капилляров выходят в тканевую жидкость, затем поступают в клетки; продукты обмена веществ и CO_2 из клеток идут в тканевую жидкость, затем поступают в венозную часть капилляров.

Капилляры соединяют мелкие артерии и вены.

Вены — сосуды, которые несут кровь от органов и тканей к сердцу.

Стенка вен имеет три слоя: 1) наружный — соединительная ткань; 2) средний — мышечные и эластические волокна; 3) внутренний — эпителиальная ткань. Стенка вен более тонкая, чем стенка артерий.

Вены имеют полулунные клапаны, которые не дают крови двигаться обратно. Давление крови в венах небольшое (в полых венах отрицательное).

Движение крови по сосудам называется **кровообращением**.

Сосуды в организме человека образуют 2 круга кровообращения: большой и малый (рис. 66).

Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка и заканчивается в правом предсердии. Левая часть сердца содержит артериальную кровь. Артериальная кровь содержит питательные вещества и много кислорода. При сокращении левого желудочка кровь идет в аорту, от которой отходят артерии к органам. В органах артерии образуют капилляры. Через стенку капилляров в ткани идет O_2 и питательные вещества, а из тканей поступают продукты обмена и CO_2 . Кровь капилляров собирается в мелкие вены. Из мелких вен кровь собирается в две большие вены — верхнюю полую вену и нижнюю полую вену. Полые вены несут венозную кровь в правое предсердие. Правая часть сердца содержит венозную кровь. Венозная кровь содержит продукты обмена и много CO_2 .

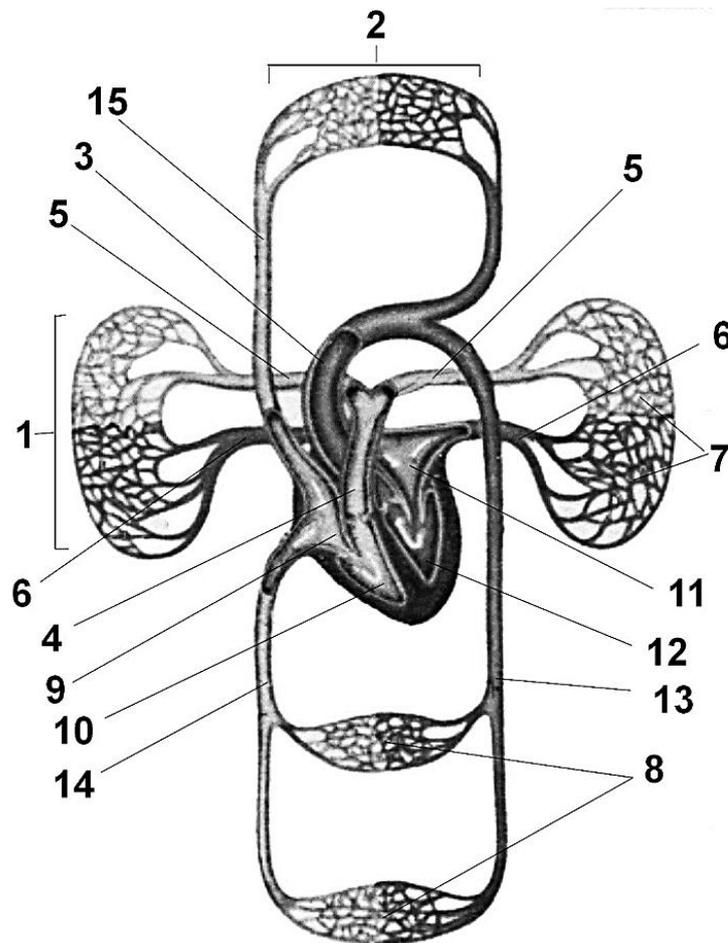


Рис. 66. Схема кругов кровообращения:

- 1 — малый круг кровообращения; 2 — большой круг кровообращения; 3 — аорта;
 4 — легочной ствол; 5 — легочные артерии; 6 — легочные вены;
 7 — капилляры альвеол; 8 — капилляры внутренних органов; 9 — правое предсердие;
 10 — правый желудочек; 11 — левое предсердие; 12 — левый желудочек;
 13 — брюшная аорта; 14 — нижняя полая вена; 15 — верхняя полая вена

Во всех артериях большого круга кровообращения течет артериальная кровь, а в венах — венозная.

Малый круг кровообращения (легочный) начинается от правого желудочка и заканчивается в левом предсердии. Из правого желудочка венозная кровь идет в легочной ствол, а затем в 2 легочные артерии, которые несут ее в легкие. В легких артерии распадаются на мелкие артерии, затем на капилляры. Капилляры окружают стенки альвеол, в которых происходит газообмен: из крови выходит CO_2 , а в кровь приходит O_2 . Артериальная кровь по 4 легочным венам поступает в левое предсердие.

В артериях малого круга кровообращения кровь венозная, в венах — артериальная.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды сосудов кровеносной системы.
2. Какие сосуды называются артериями?

3. Какой сосуд называется аортой?
4. Сколько слоев имеет стенка артерий? Назовите их.
5. Как называются самые мелкие кровеносные сосуды? Из чего состоит их стенка?
6. Что проходит через стенки капилляров?
7. Какие сосуды называются венами?
8. Сколько слоев имеет стенка вен? Назовите их.
9. Что такое кровообращение?
10. Где начинается и где заканчивается большой круг кровообращения?
11. Какую кровь содержит левая часть сердца?
12. Какую кровь содержит правая часть сердца?
13. Где начинается и где заканчивается малый круг кровообращения?
14. Какая кровь содержится в легочных артериях и легочных венах?

Тема 11. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Дыхание — это процесс, который обеспечивает обмен газов между организмом и внешней средой. В результате дыхания в клетки поступает O_2 и удаляется CO_2 . Обмен газов между внешней средой и организмом осуществляется **дыхательной системой**. Дыхательная система состоит из дыхательных путей и органов дыхания (легких).

Дыхательные пути: носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, бронхиолы.

Через ноздри воздух поступает в **носовую полость**. Она разделена костно-хрящевой перегородкой на правую и левую половины. Каждая половина имеет три носовых хода. В нижний носовой ход открывается канал слезной железы (рис. 67).

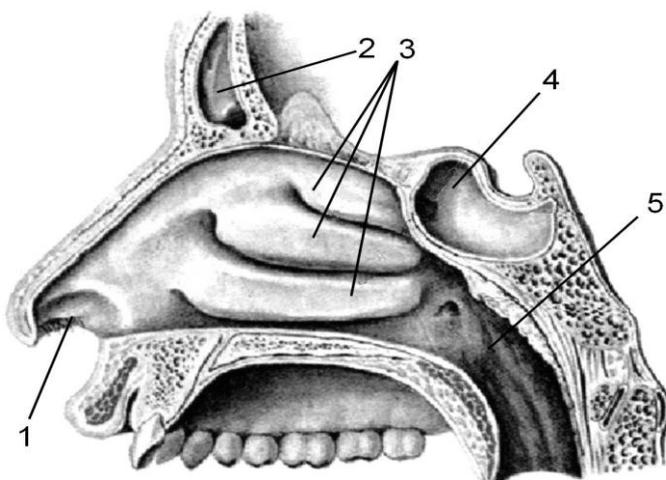


Рис. 67. Носовая полость:

1 — ноздря; 2 — лобная пазуха; 3 — носовые раковины; 4 — клиновидная пазуха;
5 — носоглотка

Оболочка носовой полости состоит из двух видов эпителия: мерцательного и железистого. Клетки мерцательного эпителия имеют реснички, которые очищают воздух от пыли. Клетки железистого эпителия выделяют слизь. Слизь задерживает микробы и увлажняет воздух. Оболочка носовых ходов содержит много кровеносных сосудов. Кровь согревает воздух в носовой полости. В носовой полости есть обонятельные рецепторы, которые воспринимают запахи.

Из носовой полости через внутренние отверстия (хоаны) воздух идет в **носоглотку**, затем в гортань. Вход в гортань закрывает надгортанный хрящ. Хрящи и мышцы образуют **гортань** (рис. 68). Полость гортани покрыта слизистой оболочкой.

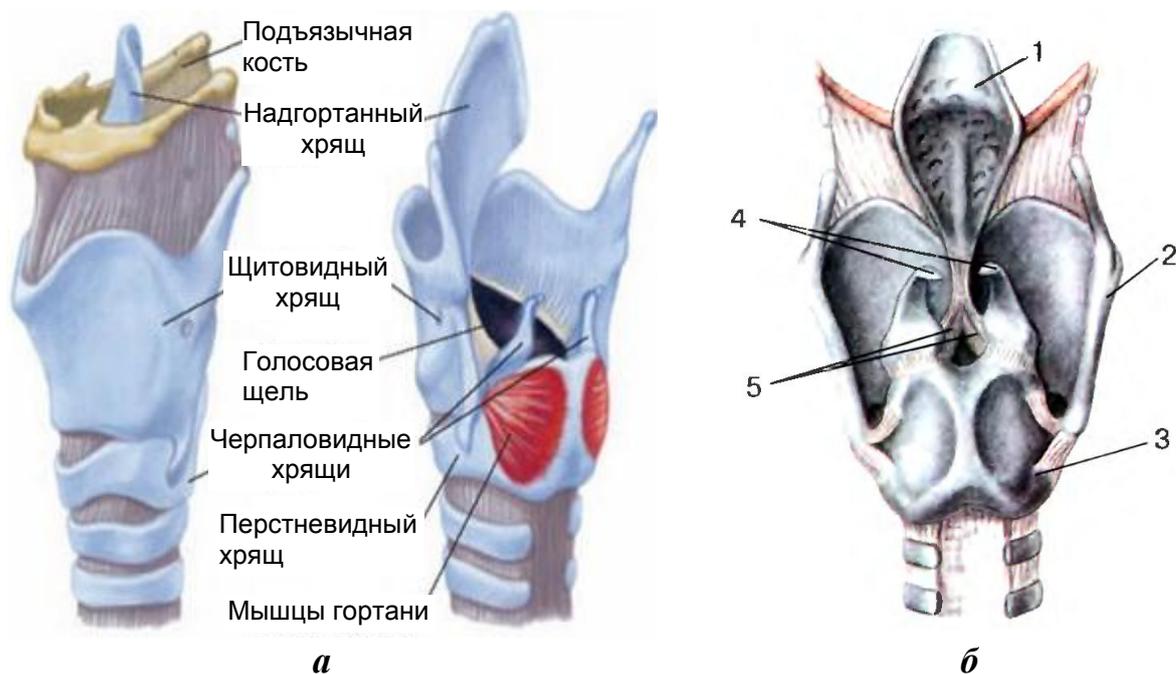


Рис. 68. Гортань:

a — вид сбоку; *б* — вид с задней стороны: 1 — надгортанник; 2 — щитовидный хрящ; 3 — перстневидный хрящ; 4 — рожковидные хрящи; 5 — голосовые связки

Хрящи гортани:

- 3 непарных (щитовидный, перстневидный и надгортанник);
- 3 парных (черпаловидные, рожковидные и клиновидные).

Щитовидный хрящ — самый большой хрящ гортани. В гортани находится *голосовой аппарат*. Он содержит голосовые связки и голосовую щель. Голосовые связки натянуты от черпаловидных хрящей к щитовидному хрящу. Между голосовыми связками находится *голосовая щель*. Голос возникает в результате колебания голосовых связок во время выдоха.

На уровне VI–VII шейных позвонков гортань переходит в **трахею**. Она состоит из 16–20 хрящевых полуколец. Длина трахеи 10–13 сантиметров.

Трахея делится на два **бронха**. Стенка бронхов состоит из хрящевых колец. Бронхи входят в правое и левое легкое. В легких бронхи ветвятся

и образуют **бронхиальное дерево**. Мелкие бронхи переходят в бронхиолы. На концах бронхиол находятся **альвеолы** (легочные пузырьки). Стенки альвеол образованы одним слоем эпителиальных клеток. Альвеолы окружены капиллярами. В легких находится 300–400 миллионов альвеол.

Легкие находятся в грудной полости. Правое легкое имеет 3 доли, левое — 2 доли (рис. 69). Легкое имеет верхушку и основание. На внутренней поверхности легких находятся *ворота легких*, через которые проходят бронхи, нервы и сосуды. Легкие покрыты оболочкой (**плеврой**). Плевра состоит из двух листков: наружного (париетальный), который выстилает грудную клетку, и внутреннего (висцеральный), который покрывает все легкое. Между листками находится плевральная полость. В ней имеется жидкость и нет воздуха.

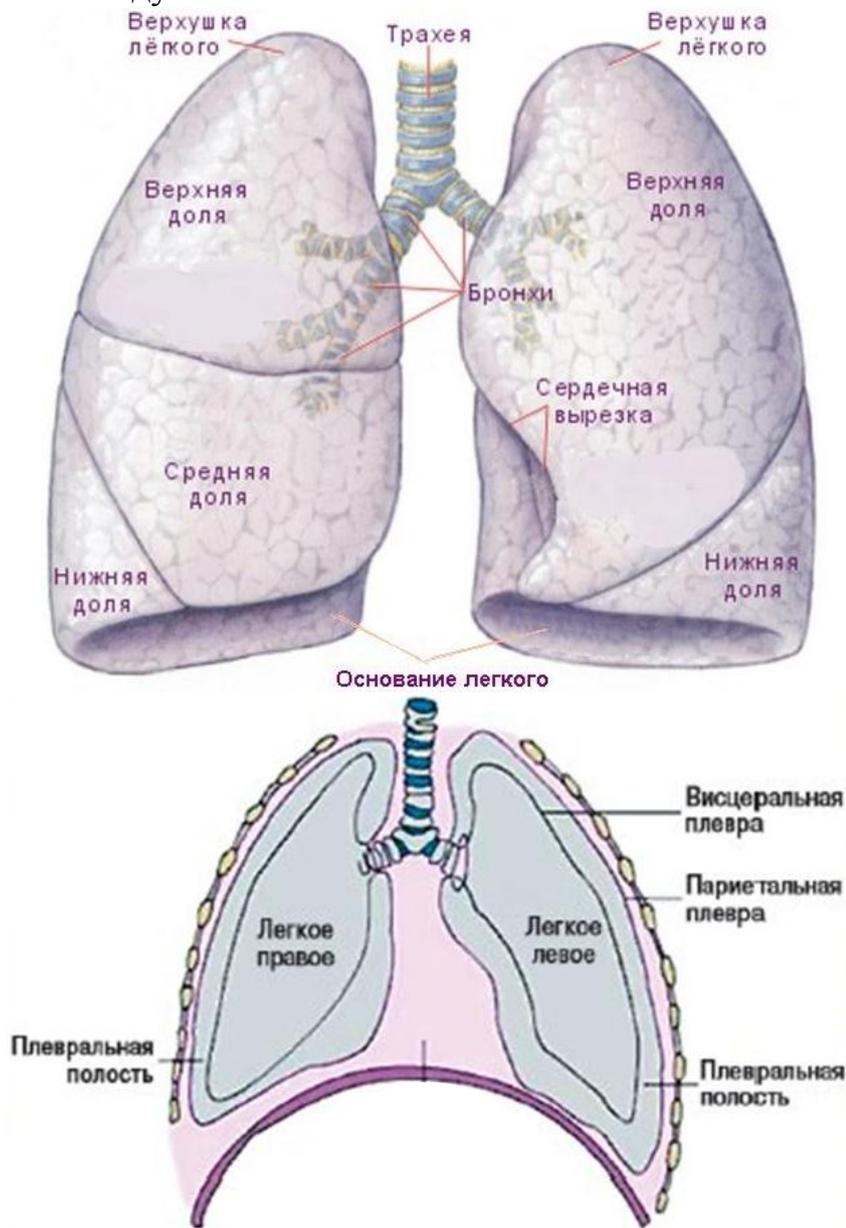


Рис. 69. Легкие человека

Обмен газов в альвеолах происходит путем диффузии. С *вдыхаемым* воздухом O_2 поступает в альвеолы, затем идет в кровь и соединяется с гемоглобином. Кровь становится артериальной. CO_2 из венозной крови поступает в альвеолы и с *выдыхаемым воздухом* удаляется из организма.

Обмен газов в легких происходит в результате дыхательных движений — вдоха и выдоха. В дыхательных движениях участвуют межреберные мышцы, грудные мышцы и диафрагма. Взрослый человек делает 16–18 дыхательных движений в минуту.

При вдохе сокращаются наружные межреберные мышцы и диафрагма. Межреберные мышцы поднимают ребра, объем грудной клетки увеличивается и легкие расширяются. Давление в них становится ниже атмосферного. Воздух по дыхательным путям идет в легкие.

При выдохе наружные межреберные мышцы и диафрагма расслабляются. Ребра опускаются, объем грудной клетки и легких уменьшается. Давление в альвеолах увеличивается. Воздух выходит по дыхательным путям из легких.

Нервную регуляцию дыхания обеспечивает дыхательный центр продолговатого мозга. Вдох рефлекторно вызывает выдох, а выдох вызывает вдох.

Гуморальная регуляция дыхания связана с изменением содержания CO_2 в крови. Увеличение концентрации CO_2 в крови повышает возбудимость дыхательного центра и вызывает учащение дыхания.

Контрольные вопросы:

1. Что такое дыхание?
2. Из чего состоит дыхательная система?
3. Что относится к дыхательным путям?
4. Назовите органы дыхания.
5. Расскажите о строении носовой полости.
6. Из чего состоит оболочка носовой полости?
7. Что происходит с воздухом в носовой полости?
8. Куда проходит воздух из носовой полости?
9. Из каких хрящей состоит гортань?
10. Где находится голосовой аппарат и что он содержит?
11. Куда проходит воздух из гортани?
12. Из чего состоит стенка трахеи и стенка бронхов?
13. Что такое альвеолы? Чем образована их стенка?
14. Что происходит в альвеолах?
15. Где находятся легкие?
16. Сколько долей имеет правое и левое легкое?
17. Чем покрыты легкие?
18. Как происходит обмен газов в легких?
19. Какие мышцы участвуют в дыхательных движениях?
20. Расскажите, как происходит вдох.

21. Расскажите, как происходит выдох.
22. Что обеспечивает нервную регуляцию дыхания?
23. С чем связана гуморальная регуляция дыхания?
24. Где находится дыхательный центр?

Тема 12. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Пищеварительная система — это пищеварительный канал и пищеварительные железы. В пищеварительной системе идет *пищеварение*. Пищеварение это механическая и химическая обработка пищи. *Механическая обработка* происходит с помощью зубов и мышц пищеварительного канала. *Химическая обработка* происходит под действием ферментов, которые образуются в пищеварительных железах.

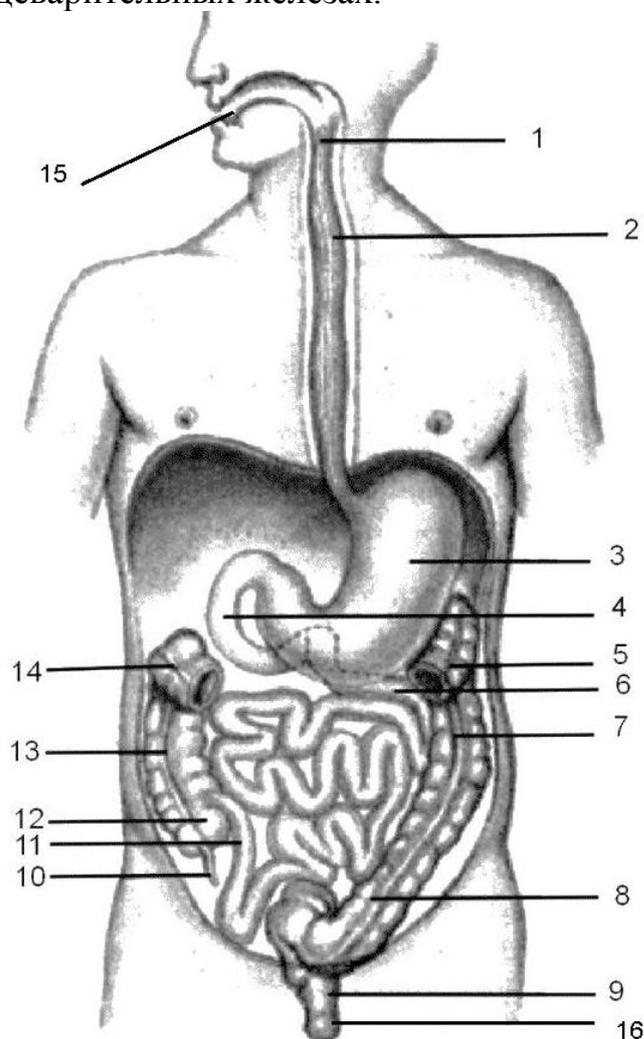


Рис. 70. Схема строения пищеварительного канала:

1 — глотка; 2 — пищевод; 3 — желудок; 4 — двенадцатиперстная кишка; 5, 14 — ободочная кишка; 6 — тощая кишка; 7 — нисходящая кишка; 8 — сигмовидная кишка; 9 — прямая кишка; 10 — аппендикс; 11 — подвздошная кишка; 12 — слепая кишка; 13 — восходящая кишка; 15 — ротовая полость; 16 — анальное отверстие

Отделы пищеварительного канала: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник, который заканчивается анальным отверстием (рис. 70).

Ротовую полость образуют губы, щеки, небо, язык и мышцы дна ротовой полости (рис. 71). **Язык** — мышечный орган, который покрыт слизистой оболочкой. Язык состоит из *корня, тела и вершушки*. В слизистой оболочке языка находятся вкусовые рецепторы. На вершукке языка расположены рецепторы, которые воспринимают сладкое. По бокам языка находятся рецепторы, которые воспринимают кислое и соленое. Рецепторы на корне языка воспринимают горькое.

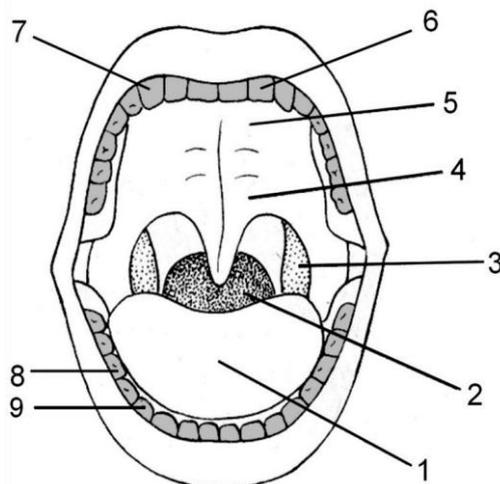


Рис. 71. Ротовая полость:

1 — язык; 2 — зев; 3 — небные миндалины; 4 — мягкое небо; 5 — твердое небо; 6 — резцы; 7 — клыки; 8 — большие коренные зубы; 9 — малые коренные зубы

Функции языка: 1) перемешивает кусочки пищи; 2) рецепторы определяют вкус и температуру пищи; 3) участвует в образовании звуков и в глотании.

Зубы формируются в период эмбрионального развития. На пятом-шестом месяце после рождения прорезываются молочные зубы. С 6 лет молочные зубы заменяются постоянными. Зубы расположены на верхней и нижней челюстях. У взрослого человека **32 зуба**: 8 резцов, 4 клыка, 8 малых и 12 больших коренных. *Зуб состоит* из коронки, шейки и корня (рис. 72). Внутри зуба имеется полость, в которой находится *пульпа* (рыхлая соединительная ткань, сосуды и нервы). Основу зуба образует дентин, который на коронке покрыт эмалью. На шейке и корне дентин покрыт цементом. Зубы измельчают и пережевывают пищу.

Функции ротовой полости:

- 1) определение вкуса пищи;
- 2) измельчение и смачивание пищи слюной;
- 3) начало химической обработки;
- 4) образование пищевого комка и глотание.

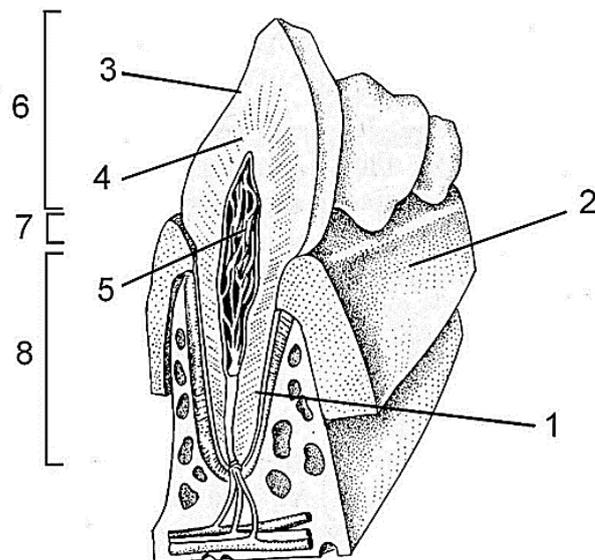


Рис. 72. Строение зуба:

1 — цемент; 2 — десна; 3 — эмаль; 4 — дентин; 5 — пульпа; 6 — коронка; 7 — шейка; 8 — корень

Глотание — это рефлексорный акт. Центр глотания находится в продолговатом мозге. При глотании сокращаются мышцы **глотки**, надгортанник закрывает вход в гортань, и пища продвигается в пищевод.

Пищевод — мышечная трубка длиной 25 сантиметров. При сокращении мышц пищевода пища проходит в желудок.

Желудок — это мышечный орган. Его объем 1,5–2 литра. Он располагается в верхней части брюшной полости слева под диафрагмой. В желудке выделяют малую (верхнюю) и большую (нижнюю) кривизну (рис. 73).

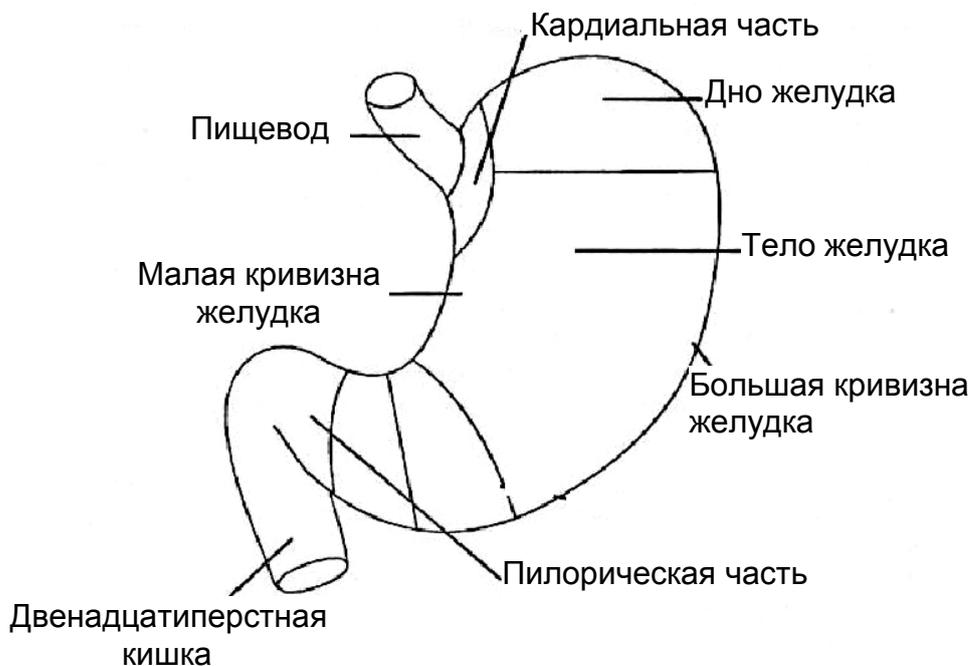


Рис. 73. Строение желудка

Части желудка: кардиальная часть, дно, тело и пилорическая часть.

Стенка желудка состоит из трех слоев: 1) **наружного серозного** (соединительная ткань); 2) **среднего** (мышечная ткань); 3) **внутреннего слизистого** (эпителиальная ткань). Слизистый слой образует складки. Мышцы стенки желудка состоят из трех слоев: продольного, кольцевого и кривого.

В слизистой оболочке желудка имеются *собственные железы*, которые содержат три типа клеток: 1) главные (выделяют пепсин и химозин); 2) обкладочные (выделяют соляную кислоту); 3) добавочные (выделяют слизь). Собственные железы желудка выделяют *желудочный сок*.

Функции желудка:

- 1) накопление и перемешивание пищевых масс;
- 2) химическая обработка пищи;
- 3) всасывание воды, соли, сахара и других веществ.

Тонкий кишечник имеет длину 5–6 метров. Он состоит из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок. Длина двенадцатиперстной кишки — 25–30 сантиметров. Протоки поджелудочной железы и печени открываются в двенадцатиперстную кишку.

Стенка тонкой кишки имеет 3 слоя: серозный, мышечный и слизистый.

Слизистая оболочка образует ворсинки. Количество ворсинок около 30 миллионов. Ворсинка покрыта однослойным эпителием. В ворсинках проходят кровеносные и лимфатические сосуды. Ворсинки всасывают питательные вещества. Слизистая оболочка содержит железы, которые вырабатывают кишечный сок.

Мышечная оболочка состоит из двух слоев гладких мышц: внутреннего (кругового) и наружного (продольного).

Функции тонкого кишечника:

- 1) расщепление питательных веществ до простых соединений;
- 2) всасывание простых соединений;
- 3) продвижение пищевых масс.

Толстый кишечник состоит из слепой кишки, ободочной (восходящая, поперечная, нисходящая и сигмовидная) и прямой кишки. На границе тонкой и толстой кишки находится *аппендикс* — червеобразный отросток слепой кишки. Толстый кишечник заканчивается анальным отверстием. Длина толстого кишечника 1,5–2 метра, диаметр 4–8 сантиметров.

Стенка толстой кишки имеет 3 слоя: серозный, мышечный и слизистый. Слизистая оболочка толстого кишечника образует складки, *ворсинок нет*. Мышечный слой толстой кишки больше, чем тонкой.

Функции толстого кишечника:

- 1) всасывание воды, минеральных солей, витаминов;
- 2) формирование каловых масс.

Контрольные вопросы:

1. Назовите части пищеварительной системы.
2. Какой процесс идет в пищеварительной системе?
3. С помощью чего происходит механическая обработка пищи?
4. Под действием чего происходит химическая обработка пищи?
5. Назовите отделы пищеварительного канала.
6. Что образует ротовую полость?
7. Где расположены зубы?
8. Какие зубы имеются у взрослого человека?
9. Расскажите о строении зуба.
10. Что такое язык?
11. Назовите рецепторы, которые находятся в слизистой оболочке языка.
12. Назовите функции языка.
13. Что такое глотание? Где находится центр глотания?
14. Что происходит при глотании?
15. Что такое пищевод?
16. Что такое желудок? Где он расположен?
17. Назовите части желудка.
18. Назовите слои стенки желудка.
19. Назовите функции желудка.
20. Расскажите о строении тонкого кишечника.
21. Расскажите о строении и функции ворсинки.
22. Куда открываются протоки печени и поджелудочной железы?
23. Расскажите о строении толстого кишечника.
24. Где находится аппендикс?

Тема 13. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ФЕРМЕНТЫ

Пищеварительные железы образуют пищеварительные ферменты, которые расщепляют пищу.

Пищеварительные железы — слюнные, поджелудочная, печень, железы желудка и кишечника.

В ротовую полость открываются **3 пары слюнных желез**: околоушные, подчелюстные и подъязычные. Они выделяют слюну, которая смачивает пищу и содержит пищеварительные ферменты.

Слизистая оболочка желудка содержит собственные железы, которые вырабатывают желудочный сок.

Слизистая оболочка тонкого кишечника содержит железы, которые вырабатывают кишечный сок.

Крупными пищеварительными железами являются **печень и поджелудочная железа**.

Печень — самая большая пищеварительная железа. Масса печени 1,5–2 килограмма. Она расположена в брюшной полости справа. Печень состоит из 4 долей. На нижней поверхности печени, в центре, находятся ворота печени. Через ворота проходят сосуды, нервы и желчные протоки. На нижней поверхности печени располагается **желчный пузырь** объемом 40–70 миллилитров. В клетках печени в сутки образуется 500–1200 миллилитров желчи, которая собирается в желчном пузыре. Желчь — жидкость желтого цвета. Она состоит из воды, желчных пигментов и кислот, холестерина, минеральных солей. Пищеварительных ферментов в желчи нет. Желчь образуется постоянно, но поступает в тонкий кишечник при приеме пищи. Через желчный проток желчь выделяется в двенадцатиперстную кишку.

Функции печени:

- 1) барьерная и защитная — очищает кровь от ядовитых веществ;
- 2) образование желчи;
- 3) участие в обмене белков, жиров и углеводов (синтезируются холестерин, белки плазмы крови, запасается гликоген).

Поджелудочная железа находится в брюшной полости за желудком. Длина ее 12–15 сантиметров. Она состоит из головки, тела, хвоста. Клетки поджелудочной железы образуют поджелудочный сок, который содержит ферменты. Поджелудочный сок поступает в двенадцатиперстную кишку.

Функции поджелудочной железы:

- 1) вырабатывает ферменты, которые участвуют в расщеплении белков, жиров и углеводов в тонком кишечнике;
- 2) вырабатывает гормоны (инсулин, глюкагон).

Ферменты (энзимы) — это биологически активные вещества (белки). Они выполняют роль катализаторов — ускоряют биохимические реакции. Пищеварительные ферменты образуются в слюнных железах, желудке, поджелудочной железе, кишечнике.

Свойства пищеварительных ферментов. Специфичность: каждый фермент расщепляет определенное питательное вещество. *Протеазы* (например, пепсин) расщепляют белки. *Липазы* расщепляют жиры. *Амилазы* (например, лактаза) расщепляют углеводы. *Нуклеазы* расщепляют нуклеиновые кислоты. **Действие в определенной химической среде:** пепсин (фермент желудочного сока) активен только в кислой среде. **Действие при определенной температуре:** оптимальная температура для работы ферментов 36–37 °С. Если температура изменяется, ферменты изменяют свою активность. Это приводит к нарушению пищеварения и заболеваниям. **Высокая биохимическая активность:** малое количество фермента расщепляет большую массу органического вещества.

Пережевывание пищи в ротовой полости. Слюнные железы вырабатывают в сутки 500–1500 миллилитров слюны. Ее количество зависит от состава пищи. Слюна содержит 99 % воды, минеральные и органические

вещества. В слюне содержится лизоцим, который имеет бактерицидное действие. Ферменты слюны действуют в слабощелочной среде.

Ферменты слюны *амилаза* и *мальтаза* расщепляют крахмал до глюкозы. В ротовой полости всасывание веществ происходит слабо.

Пищеварение в желудке проходит под действием желудочного сока. Желудочный сок содержит соляную кислоту (HCl) и **ферменты**:

- *пепсин* расщепляет сложные белки на простые;
- *химозин* створаживает белки молока;
- *липаза* действует на эмульгированные жиры молока.

Ферменты желудка активны в кислой среде. Пищеварение в желудке идет 5–6 часов.

Глюкоза, вода, растворенные соли и некоторые лекарственные препараты всасываются в желудке.

Образование и выделение желудочного сока регулируется нервными и гуморальными механизмами. Центр пищеварения находится в продолговатом мозге. Гормон гастрин обеспечивает гуморальную регуляцию выделения желудочного сока. Гастрин выделяется в кровь слизистой желудка.

Пищеварение в тонком кишечнике. В двенадцатиперстную кишку выделяются *поджелудочный сок* и *желчь*, которые играют важную роль в пищеварении.

Поджелудочный сок имеет щелочную реакцию и содержит разные **ферменты**:

- *трипсин* расщепляет полипептиды до аминокислот;
- *липаза* расщепляет жиры до глицерола и жирных кислот;
- *амилаза* расщепляет углеводы до глюкозы;
- *нуклеаза* расщепляет нуклеиновые кислоты до нуклеотидов.

Желчь эмульгирует (делит на маленькие капельки) жиры, помогает всасыванию жиров и жирорастворимых витаминов, активизирует ферменты кишечника, усиливает сокращения гладких мышц стенки кишки, уничтожает микроорганизмы.

Кишечный сок выделяют железы слизистой оболочки тонкого кишечника. За сутки образуется 2 литра кишечного сока, который имеет щелочную реакцию среды. Кишечный сок содержит **22 фермента**:

- *протеазы* (например, аминопептидаза) расщепляют белки;
- *липазы* расщепляют жиры;
- *амилазы* расщепляют углеводы;
- *нуклеазы* расщепляют нуклеиновые кислоты.

В тонком отделе кишечника пищеварение заканчивается и происходит всасывание простых веществ.

Всасывание в ворсинках тонкого кишечника. Аминокислоты, глюкоза, глицерол и жирные кислоты поступают в ворсинки. Аминокислоты и глюкоза всасываются в *кровеносные сосуды* ворсинок. Из глицерола

и жирных кислот в ворсинках синтезируются жиры, которые поступают в *лимфатические сосуды* ворсинок.

В **толстом кишечнике** происходит всасывание воды, минеральных солей и ядовитых веществ. Ядовитые вещества обезвреживаются в печени.

В толстом кишечнике содержатся бактерии, которые синтезируют витамины группы В и К, и образуются каловые массы. Через анальное отверстие каловые массы выводятся из организма.

Контрольные вопросы:

1. Назовите пищеварительные железы.
2. Назовите слюнные железы ротовой полости
3. Что такое печень? Где она расположена?
4. Где образуется и где собирается желчь?
5. Назовите функции печени.
6. Где находится поджелудочная железа? Из чего она состоит?
7. Что образуют клетки поджелудочной железы?
8. Что такое ферменты? Где они образуются?
9. Назовите свойства пищеварительных ферментов.
10. Назовите состав слюны.
11. Назовите ферменты слюны.
12. Какие вещества расщепляют ферменты слюны? В какой среде они действуют?
13. Что содержит желудочный сок?
14. Какие вещества расщепляют ферменты желудочного сока? В какой среде они действуют?
15. Где находится центр пищеварения?
16. Что обеспечивает гуморальную регуляцию выделения желудочного сока?
17. Какие вещества всасываются в желудке?
18. Назовите ферменты поджелудочного сока.
19. Какие вещества расщепляет фермент трипсин и до каких соединений?
20. Какие вещества расщепляет фермент липаза и до каких соединений?
21. Какие вещества расщепляет фермент амилаза и до каких соединений?
22. Какие вещества расщепляет фермент нуклеаза и до каких соединений?
23. Назовите функции желчи.
24. Какие ферменты содержит кишечный сок?
25. Куда всасываются аминокислоты и глюкоза?
26. Где синтезируются жиры и куда они поступают?
27. Что происходит в толстом кишечнике?

Тема 14. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И РАБОТА ПОЧЕК

При обмене веществ в организме образуются аммиак, мочевая кислота, мочеви́на, вода, различные соли.

Выделение обеспечивает освобождение организма от продуктов обмена. Выделение идет через кожу, дыхательную и пищеварительную системы. Главное значение в выделении продуктов обмена имеет мочевыделительная система.

Мочевыделительная система состоит из двух почек, двух мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала (рис. 74).

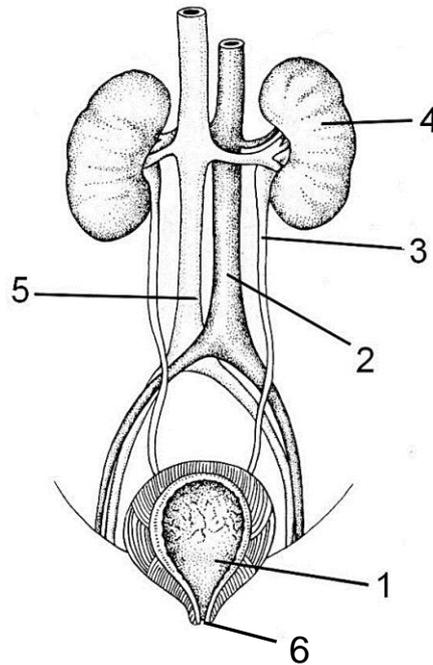


Рис. 74. Строение мочевыделительной системы:
1 — мочевой пузырь; 2 — брюшная аорта; 3 — мочеточник; 4 — почка;
5 — нижняя полая вена; 6 — мочеиспускательный канал

Почки — парные органы бобовидной формы. Они лежат в брюшной полости в поясничном отделе, по бокам от позвоночника. Вес каждой почки 150 граммов, длина около 10 сантиметров. На вогнутой стороне почки находятся *ворота почки*. Через ворота идут мочеточник, почечные артерии и вены, нервы, лимфатические сосуды. Каждая почка покрыта капсулой — оболочкой из соединительной ткани.

Почка состоит из 2 слоев: наружного *коркового* и внутреннего *мозгового* (рис. 75). В корковом слое находятся почечные тельца нефронов, а в мозговом — канальцы нефронов, которые образуют 15–20 пирамид. В центре почки находится полость — *лоханка*. В нее открываются пирамиды. Между пирамидами располагается корковое вещество.

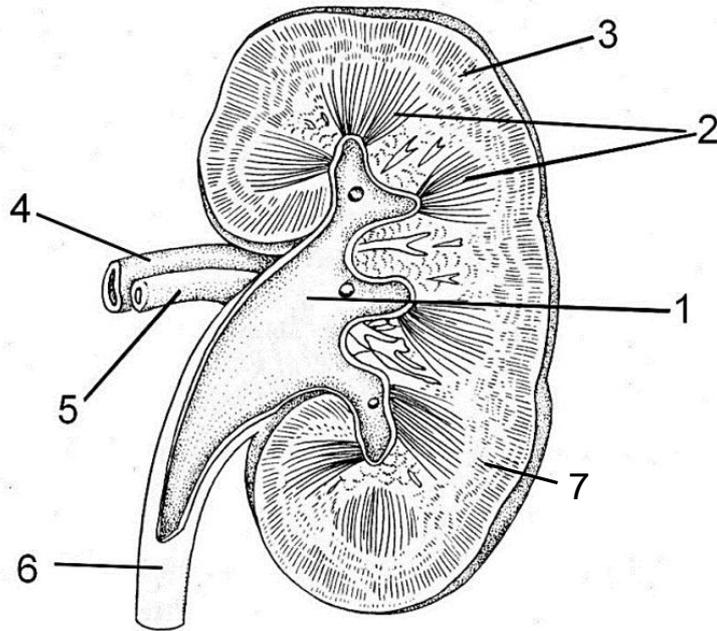


Рис. 75. Строение почки (продольный разрез):
 1 — почечная лоханка; 2 — мозговой слой (пирамиды); 3 — корковый слой;
 4 — почечная вена; 5 — почечная артерия; 6 — мочеточник; 7 — капсула

Нефрон является структурной и функциональной единицей почки (рис. 76). В почке содержится около 1 миллиона нефронов.

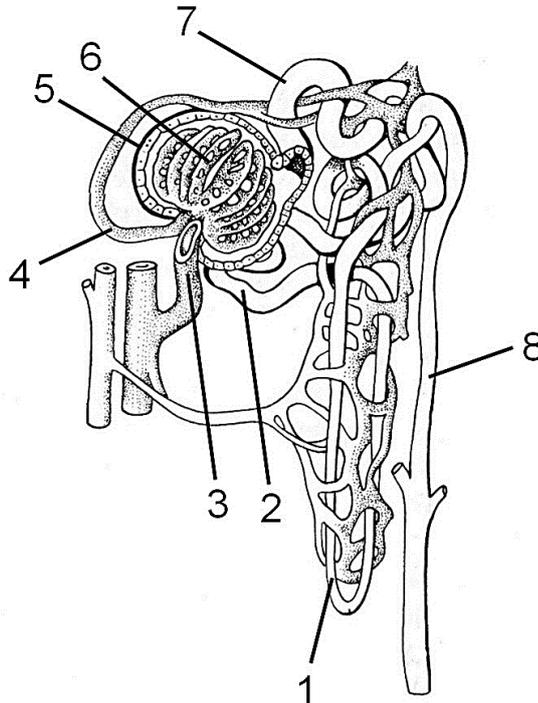


Рис. 76. Строение нефрона:
 1 — петля Генле; 2 — извитой каналец II порядка; 3 — приносящая артерия;
 4 — выносящая артерия; 5 — капсула; 6 — сосудистый клубочек;
 7 — извитой каналец I порядка; 8 — собирательная трубочка

Нефрон состоит из *почечного тельца* (капсула нефрона, в которой находится сосудистый клубочек) и *канальцев*. Почечное тельце находится в корковом слое почки. От капсулы нефрона отходит извитой каналец, который делает несколько изгибов: *извитой каналец I порядка*, *петля Генле*, *извитой каналец II порядка*.

Извитой каналец первого (I) порядка (*нисходящая часть канальца*) расположен в корковом веществе почки и идет к мозговому слою. В мозговом слое он образует петлю Генле (*средняя часть канальца*). Петля возвращается в корковое вещество, и там образует извитой каналец второго (II) порядка (*восходящая часть канальца*). Каналец второго порядка впадает в собирательную трубочку. Собирательные трубочки открываются в полость лоханки. От лоханки отходит *мочеточник*.

Моча по мочеточникам идет в *мочевой пузырь*. Мочевой пузырь — это полый мышечный орган объемом около 700–750 миллилитров. От мочевого пузыря начинается *мочеиспускательный канал*, по которому моча выводится наружу.

Образование мочи. В почках образуется моча, которая содержит продукты обмена. Моча образуется в 2 стадии: образование первичной мочи (*фильтрация*) и образование вторичной мочи (*реабсорбция*).

Образование первичной мочи. Первичная моча образуется при *фильтрации* плазмы крови из капилляров клубочка в полость *капсулы нефрона*. Первичная моча по составу похожа на плазму крови, но в ней нет белков и клеток крови. Она содержит продукты диссимиляции и большое количество нужных организму веществ — глюкозу, аминокислоты, минеральные соли. В сутки образуется 150–180 литров первичной мочи.

Образование вторичной мочи. *Реабсорбция (обратное всасывание)* происходит в *канальцах нефрона*. Из капсулы нефрона первичная моча идет в извитые канальцы, где происходит обратное всасывание в кровь воды, глюкозы, аминокислот, ионов натрия, калия. Вторичная моча содержит мочевины, мочевую кислоту, аммиак, сульфаты и др. В сутки образуется 1,5 литра вторичной мочи.

Образование мочи регулируется нервной и гуморальной (гормонами) системами. Центр мочеиспускания находится в спинном мозге.

Функции почек:

- регулируют объем крови, лимфы и тканевой жидкости;
- регулируют кислотно-щелочное равновесие;
- регулируют артериальное давление;
- регулируют обмен углеводов и белков;
- секретируют биологически активные вещества (эритропоэтин);
- поддерживают гомеостаз.

Контрольные вопросы:

1. Какие вещества образуются в процессе обмена веществ в организме?
2. Какие системы органов участвуют в выделении продуктов обмена?
3. Назовите части мочевыделительной системы.
4. Где расположены почки?
5. Чем покрыты почки?
6. Что проходит через ворота почки?
7. Назовите слои почки.
8. Что находится в корковом и мозговом слоях почки?
9. Что является структурной и функциональной единицей почки?
10. Из каких частей состоит нефрон?
11. Из чего состоит почечное тельце?
12. В каком слое почки находятся капсулы нефронов?
13. Какие части имеет каналец нефрона?
14. Куда открываются собирательные трубочки?
15. Назовите стадии образования мочи.
16. Где и как происходит образование первичной мочи?
17. Где и как происходит образование вторичной мочи?
18. Что содержит первичная моча?
19. Что содержит вторичная моча?
20. Где находится центр мочеиспускания?
21. Назовите функции почек.

Тема 15. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КОЖИ

Кожа образует наружный покров тела. Она **состоит из трех слоев**:

- 1) наружного — эпидермиса; 2) среднего — собственно кожи (дермы); 3) внутреннего — подкожной жировой клетчатки (рис. 77).

Эпидермис образован эпителиальной тканью. Эпидермис хорошо развит на ладонях и подошвах. Наружный слой эпидермиса роговой, внутренний — ростковый.

Роговой слой состоит из мертвых клеток, которые удаляются и заменяются новыми.

Ростковый слой находится ниже рогового слоя. Клетки росткового слоя делятся и образуют новые клетки, которые заменяют клетки рогового слоя эпидермиса. Клетки росткового слоя содержат пигмент меланин. Он придает коже определенный цвет и защищает организм от вредного действия ультрафиолетовых лучей. Под действием солнечного света в коже образуется витамин D. Витамин D регулирует обмен кальция и фосфора. Дефицит витамина D вызывает у детей тяжелое заболевание — рахит.

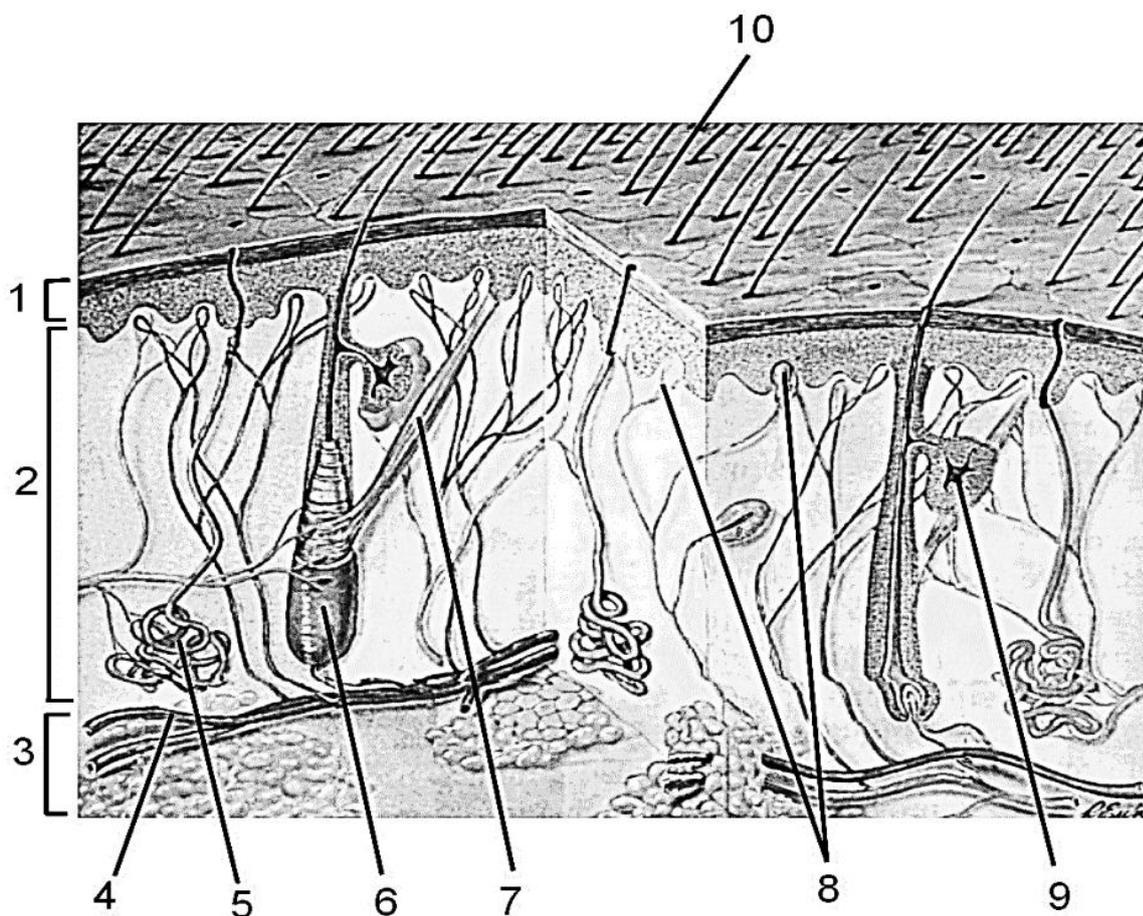


Рис. 77. Строение кожи:

1 — эпидермис; 2 — дерма; 3 — подкожная жировая клетчатка;
 4 — кровеносные сосуды; 5 — потовая железа; 6 — корень волоса в волосяной сумке;
 7 — мышцы; 8 — нервные окончания; 9 — сальная железа; 10 — стержень волоса

Собственно кожа (дерма) лежит под эпидермисом. Дерма образована рыхлой волокнистой соединительной тканью. В дерме выделяют сосочковый и сетчатый слои.

Сосочковый слой образует выступы в эпидермис. Сосочковый слой содержит волокна, которые придают коже прочность и упругость, кровеносные и лимфатические сосуды, рецепторы (осязательные, холодовые, тепловые и болевые).

Сетчатый слой находится под сосочковым. Он содержит волосяные сумки, сальные и потовые железы.

Ногти являются производными рогового слоя эпидермиса. Они растут всю жизнь.

Волосы являются роговыми образованиями кожи. Они состоят из стержня и корня, который заканчивается волосяной луковицей. К волосяной луковице подходят сосуды и нервы. Корень и волосяная луковица волоса окружены волосяной сумкой. К ней прикрепляется мышца, которая поднимает волос.

Сальные железы выделяют кожное сало, которое смазывает волосы и кожу. Оно делает кожу эластичной, предохраняет от высыхания и намокания, усиливает барьерные и бактерицидные свойства. Сальные железы открываются в волосяные сумки.

Потовая железа имеет тело (железистая трубка) и выводной проток, который открывается на поверхности кожи. У человека 2–3 миллиона потовых желез. Много их на лице и ладонях. Потовые железы выделяют пот. Пот — бесцветная жидкость, которая содержит H_2O , $NaCl$, аммиак, мочевины, минеральные соли. За сутки выделяется 500 мл пота. В жаркое время года, при напряженной мышечной работе его количество увеличивается.

Под дермой находится **подкожная жировая клетчатка**, которая образована жировой соединительной тканью. Жир защищает ткани и органы от механических воздействий и холода.

Функции кожи:

- защищает организм от вредных воздействий факторов внешней среды (механических, химических, проникновения микроорганизмов);
- участвует в терморегуляции (поддерживает и сохраняет температуру тела);
- участвует в обмене веществ (обмене витамина D, мочевины, водно-солевым);
- является органом осязания (рецепторы кожи).

Контрольные вопросы:

1. Что такое кожа? Назовите слои кожи.
2. Какой тканью образован эпидермис?
3. Назовите слои эпидермиса.
4. Из каких клеток состоит роговой слой эпидермиса?
5. Из каких клеток состоит ростковый слой эпидермиса?
6. Как называется пигмент кожи и в каком слое он находится?
7. Какой витамин синтезируется в коже?
8. Назовите слои дермы.
9. Какой тканью образован сосочковый слой дермы и что он содержит?
10. Где находится сетчатый слой дермы и что он содержит?
11. Расскажите о строении волоса.
12. Что подходит к волосяной луковице?
13. Что выделяют сальные железы?
14. Расскажите о строении потовой железы.
15. Что содержит пот?
16. Сколько пота выделяется за сутки?
17. Что находится под дермой?
18. Какой тканью образована подкожная жировая клетчатка?
19. Назовите функции кожи.

Тема 16. ПОЛОВАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

Размножение — свойство организмов воспроизводить себе подобных. Большинству многоклеточных организмов свойственно половое размножение, в котором участвуют мужская и женская половые клетки (гаметы). Половые клетки вырабатываются в половых железах (гонадах). Кроме гамет в половых железах образуются половые гормоны.

Мужская половая система состоит из *внутренних* и *наружных половых органов*. *Внутренние половые органы* — это два яичка и их придатки, семявыносящие протоки с семенными пузырьками и предстательная железа. *Наружные половые органы* — это половой член и мошонка. **Яички (семенники)** — это мужские половые железы. Они расположены в мошонке. В них развиваются мужские гаметы (сперматозоиды) и образуются мужские половые гормоны (тестостерон). Размеры яичек — 3–5 сантиметров, масса — 15–30 граммов (рис. 78).

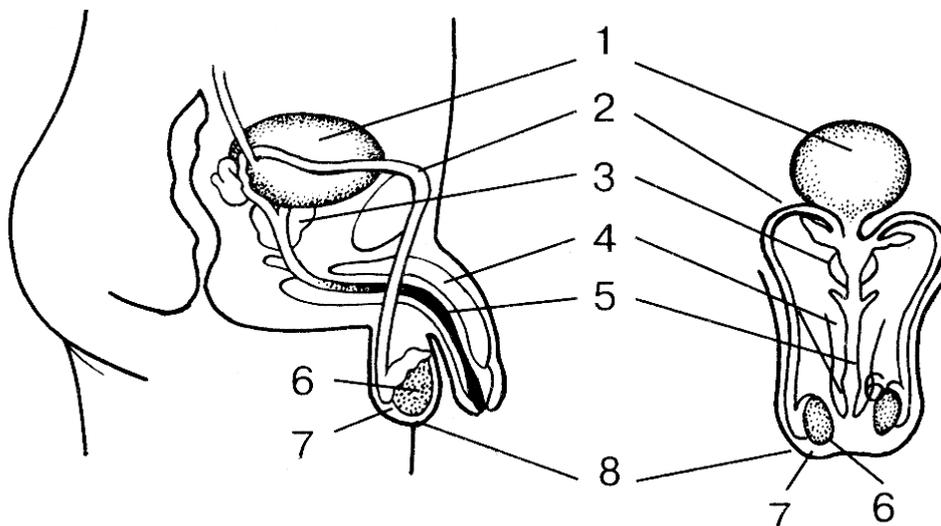


Рис. 78. Строение органов мужской половой системы:

1 — мочевого пузыря; 2 — семявыносящие протоки; 3 — предстательная железа; 4 — половой член; 5 — мочеиспускательный канал; 6 — яички; 7 — придатки яичек; 8 — мошонка

Женская половая система состоит из *внутренних* и *наружных половых органов*. *Внутренние половые органы* — это два яичника, два яйцевода, матка и влагалище. *Наружные половые органы* — это большие и малые половые губы, клитор. **Яичники** — это женские половые железы. Яичники расположены в брюшной полости. Длина яичника 3–4 сантиметра, масса 6–7 граммов. В яичниках образуются женские гаметы (яйцеклетки) и женские половые гормоны (эстрогены). **Яйцеводы** имеют длину 10–12 сантиметров. В яйцеводе происходит *оплодотворение*. **Матка** — мышечный полый орган, в котором происходит *развитие плода* (рис. 79).

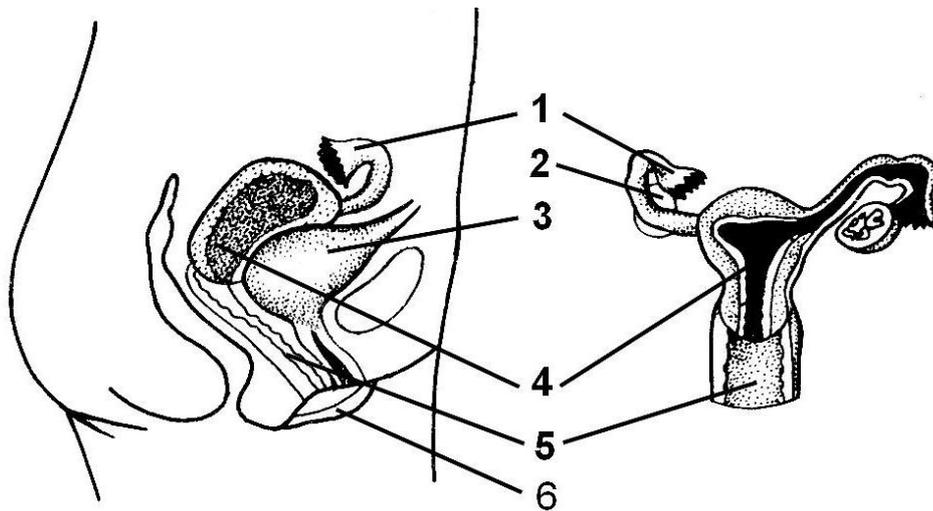


Рис. 79. Строение органов женской половой системы:
 1 — яйцеводы; 2 — яичники; 3 — мочевого пузыря; 4 — матка; 5 — влагалище;
 6 — половые губы

Процесс образования *половых клеток* называется **гаметогенезом** (рис. 80).

Процесс образования *женских половых клеток* называется **овогенезом**. Образование яйцеклеток происходит раз в месяц с периода полового созревания (12–13 лет) и до 45–50 лет.

Процесс образования *мужских половых клеток* называется **сперматогенезом**. Образование сперматозоидов происходит с периода полового созревания до глубокой старости.

Овогенез включает 3 периода:

1) **период размножения (деления)** — клетки с диплоидным набором хромосом ($2n$) делятся митозом и образуются овогонии ($2n$);

2) **период роста** — в овогониях накапливаются запасные питательные вещества. Клетки растут и образуются овоциты I порядка с диплоидным набором хромосом ($2n$);

3) **период созревания** — клетки делятся мейозом. После мейоза I из овоцита I порядка образуется 2 клетки с гаплоидным набором хромосом ($1n$): одна большая — овоцит II порядка и одна маленькая — редуционное тельце. После мейоза II из редуционного тельца образуется 2 редуционных тельца, из овоцита II порядка — 1 яйцеклетка и 1 редуционное тельце.

Таким образом, в конце периода созревания *из одного овоцита I порядка образуются 1 яйцеклетка и 3 редуционных тельца*. Все они имеют гаплоидный набор хромосом ($1n$).

Сперматогенез включает 4 периода:

1) **период размножения (деления)** — клетки с диплоидным набором хромосом ($2n$) делятся митозом и образуются сперматогонии ($2n$);

2) **период роста** — сперматогонии растут и образуются сперматоциты I порядка ($2n$);

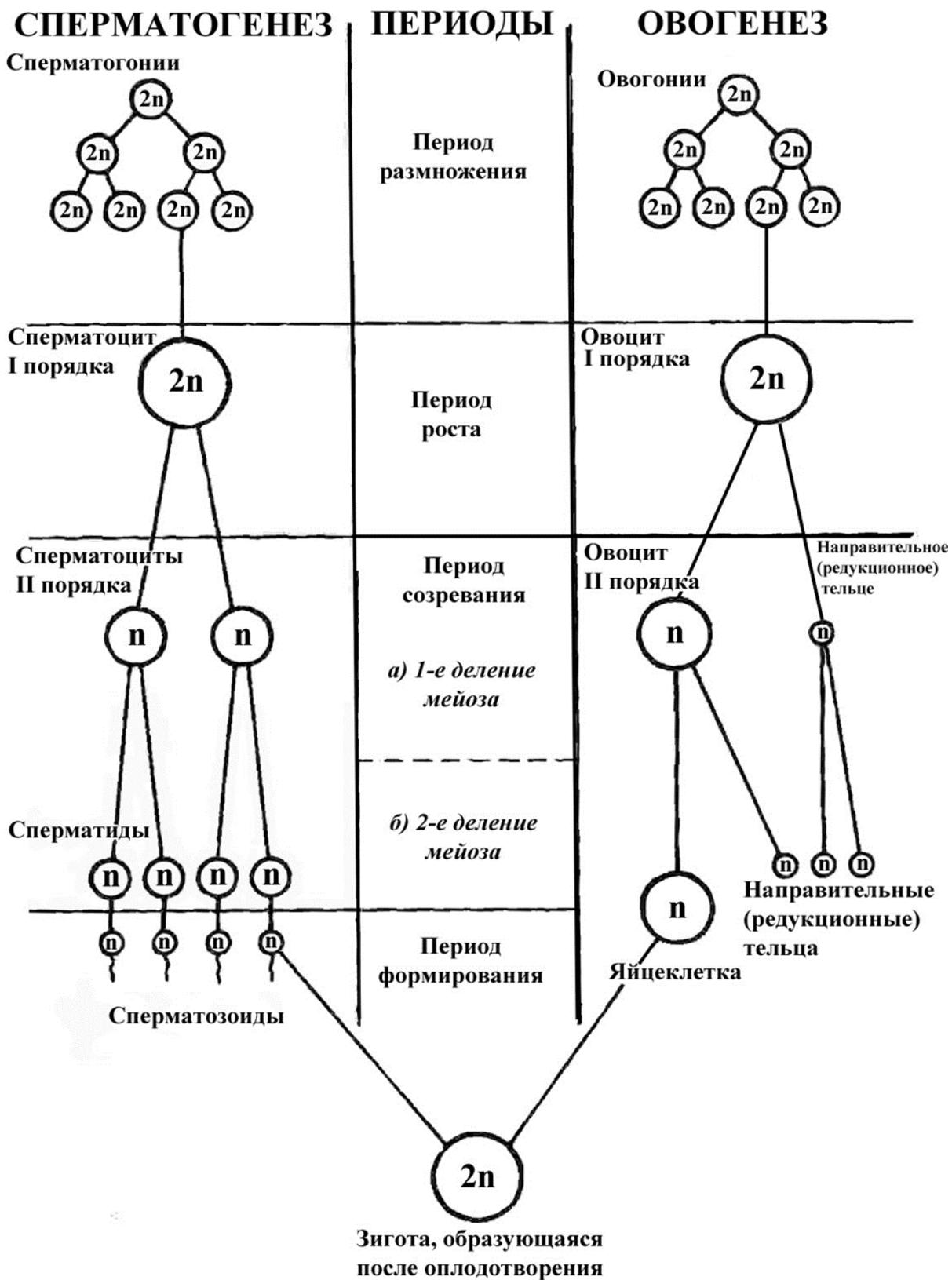


Рис. 80. Гаметогенез

3) **период созревания** — клетки делятся мейозом. После мейоза I из каждого сперматоцита I порядка образуется 2 сперматоцита II порядка

с гаплоидным набором хромосом ($1n$). После мейоза II из каждого сперматоцита II порядка образуются 2 сперматиды. В результате, в конце периода созревания из *одного сперматоцита I порядка образуются 4 сперматиды с гаплоидным набором хромосом (n)*;

4) **период формирования** — из сперматид образуются сперматозоиды (n).

Половые клетки (*гаметы*) имеют сложное строение.

Яйцеклетка имеет округлую форму, размер около 0,1 миллиметра. Она содержит ядро с гаплоидным набором хромосом, цитоплазму с органеллами и питательные вещества (желток). Яйцеклетка неподвижна. Она покрыта двумя оболочками — первичной и вторичной (рис. 81).

Сперматозоиды имеют головку, шейку и хвостик. В головке есть ядро с гаплоидным набором хромосом и акросома (комплекс Гольджи). В шейке — клеточный центр (две центриоли) и митохондрии (рис. 82). Сперматозоиды имеют небольшие размеры (0,5–0,7 микрометра).

Яйцеклетка и сперматозоид сливаются при **оплодотворении и образуется зигота**. Зигота содержит диплоидный набор хромосом ($2n$).

Из зиготы в материнском организме начинается развитие зародыша. Зародыш человека развивается в матке.

Контрольные вопросы:

1. Что такое размножение?
2. Назовите части мужской половой системы.
3. Что такое яички? Где они расположены?
4. Что образуется в яичках?
5. Назовите части женской половой системы.
6. Что такое яичники? Где они расположены?
7. Что образуется в яичниках?
8. Что происходит в яйцеводах и матке?
9. Какой процесс называется гаметогенезом?
10. Какой процесс называется овогенезом?
11. Какой процесс называется сперматогенезом?
12. Назовите периоды овогенеза. Какие процессы происходят в каждом периоде?
13. Как называется женская гамета? Расскажите о ее строении.
14. Назовите периоды сперматогенеза. Какие процессы происходят в каждом периоде?
15. Как называется мужская гамета? Расскажите о ее строении.
16. Какой набор хромосом имеют гаметы?
17. Как образуется зигота, и какой набор хромосом она содержит?
18. Что развивается из зиготы?
19. Где развивается зародыш человека?

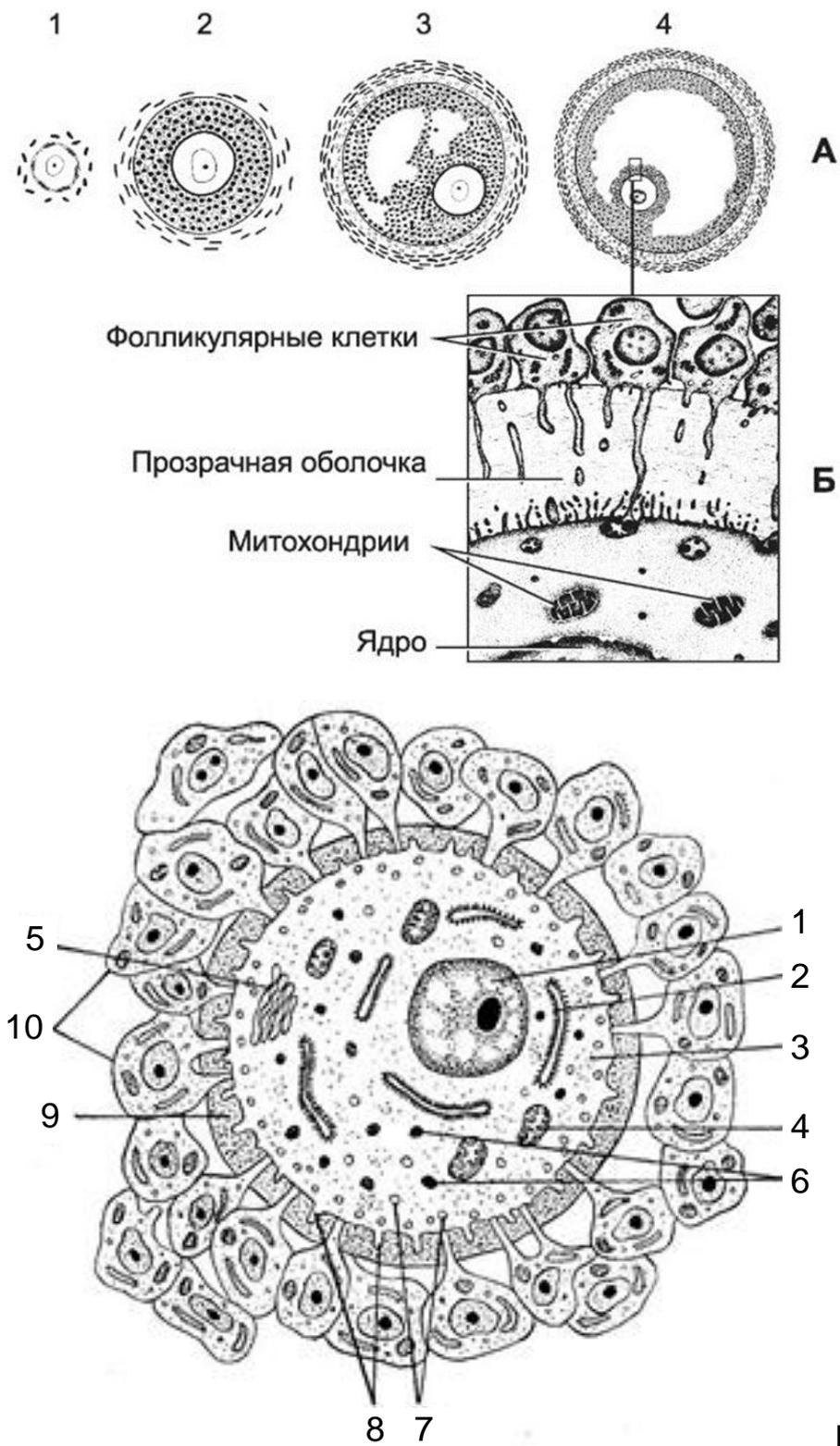


Рис. 81. А — стадии развития фолликул в яичнике женщины: 1 — первичный; 2 — вторичный; 3 — третичный; 4 — зрелый фолликул с яйцеклеткой; Б — оболочки яйцеклетки: первичная — прозрачная (блестящая), вторичная — фолликулярная; В — строение яйцеклетки: 1 — ядро; 2 — ЭПС; 3 — цитоплазма; 4 — митохондрия; 5 — комплекс Гольджи; 6 — лизосомы; 7 — запасные питательные вещества; 8 — мембрана; 9 — первичная оболочка; 10 — вторичная оболочка



Рис. 82. Строение сперматозоида

РАЗДЕЛ IV. ГЕНЕТИКА

Тема 1. ГЕНЕТИКА КАК НАУКА. МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ЗАКОН ЕДИНООБРАЗИЯ ГИБРИДОВ И ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ

Генетика изучает законы наследственности и изменчивости. *Наследственность* — это сходство детей и родителей. *Изменчивость* — это отличие детей от родителей.

В 1865 г. Грегор Мендель открыл законы наследственности. Г. Мендель проводил опыты на растениях гороха. Эти растения отличаются друг от друга по внешним признакам. Например, цветы у гороха могут быть белые или красные, семена гороха — желтые или зеленые.

Признаки, наличие одного из которых у организма исключает присутствие другого, называются **альтернативными**.

Гены, которые определяют альтернативные признаки, называются **аллельными генами**. Аллельные гены находятся в одинаковых участках гомологичных хромосом.

Все гены, которые потомки получают от родителей, называются **генотипом**.

Если в генотипе организма имеются одинаковые аллельные гены (AA , aa), он называется **гомозиготным**. Гомозиготы образуют один тип гамет и не дают расщепления при скрещивании с такими же по генотипу организмами.

Если в генотипе организма имеются разные аллельные гены (один ген доминантный, второй ген рецессивный, *например*, Aa , Bb), организм называется **гетерозиготным**. Гетерозиготы образуют два типа гамет и дают расщепление при скрещивании с такими же по генотипу организмами.

Число типов гамет, которые образует организм, определяют по формуле: $N = 2^n$, N — число типов гамет, n — *число генов в гетерозиготном состоянии*. Например, гомозигота (AA) образует один тип гамет — A ($2^0 = 1$); гетерозигота (Aa) образует два типа гамет — A и a ($2^1 = 2$). Аллельные гены лежат в гомологичных хромосомах. Хромосомы расходятся при образовании гамет, и в гамету попадает один ген из пары.

Признаки и свойства организма, которые определяются генотипом и факторами окружающей среды, называются **фенотипом**.

Признак, который подавляет проявление другого признака, называется **доминантным**. Ген, который определяет этот признак, называется **доминантным геном**. Доминантный признак проявляется в гомозиготном (AA) и гетерозиготном (Aa) состоянии (например, желтый цвет семян гороха) генов.

Признак, который проявляется только в гомозиготном (aa) состоянии и не проявляется в гетерозиготном, при наличии доминантного гена (Aa), называется **рецессивным** признаком (например, зеленый цвет семян гороха). Ген, который определяет этот признак, называется **рецессивным геном**.

Г. Мендель использовал в своей работе метод скрещивания или **гибридологический метод**. Скрещивание называется **моногибридным**, если анализируются различия по одной паре альтернативных признаков.

Для записи скрещивания Г. Мендель ввел специальные обозначения: **A** — ген желтого цвета семян, **a** — ген зеленого цвета семян, **P** — родители, **G** — гаметы, «x» — знак скрещивания, **F₁** — потомки первого поколения.

Мендель скрещивал гомозиготное растение гороха с желтыми семенами и гомозиготное растение гороха с зелеными семенами:

P.	AA	x	aa
	<i>(желтый цвет семян)</i>		<i>(зеленый цвет семян)</i>
G.	Ⓐ		ⓐ
F₁.		Aa	

Результаты скрещивания: полученное потомство одинаковое по фенотипу — 100 % имеет желтый цвет семян и по генотипу 100 % являются гетерозиготными.

По результатам скрещивания Г. Мендель сформулировал **первый закон**. Он называется **законом единообразия гибридов первого поколения** и читается так: при скрещивании гомозиготных особей, которые отличаются по одной паре альтернативных признаков, все гибриды (потомки) первого поколения имеют одинаковый генотип и фенотип.

Потом Г. Мендель скрещивал между собой гибриды первого поколения:

P. (F₁)	Aa	x	Aa
	<i>(желтый цвет семян)</i>		<i>(желтый цвет семян)</i>
G.	Ⓐ ⓐ		Ⓐ ⓐ
F₂.	AA,	2Aa,	aa
	<i>(желтый цвет семян),</i>	<i>(желтый цвет семян),</i>	<i>(зеленый цвет семян)</i>

Результаты скрещивания: полученное потомство неодинаковое по фенотипу — 3 части растений с желтыми семенами и 1 часть растений с зелеными семенами (75 % : 25 %), по генотипу — 1 часть растений гомозиготные доминантные : 2 части растений гетерозиготные : 1 часть растений гомозиготные рецессивные (25 % : 50 % : 25 %)

По результатам этого скрещивания Г. Мендель сформулировал **второй закон**. Он называется **законом расщепления признаков** и читается так: при скрещивании гетерозиготных особей, которые отличаются по од-

лее парам альтернативных признаков, во втором поколении наблюдается случайное комбинирование генов разных аллельных пар и независимое наследование признаков.

В основе независимого наследования признаков лежит:

- 1) случайное расхождение хромосом при мейозе;
- 2) случайное слияние гамет при оплодотворении.

Цитологические основы законов Г. Менделя объясняет *гипотеза чистоты гамет*:

1. У гибридов гены не смешиваются и находятся в чистом аллельном состоянии.

2. В процессе мейоза из каждой пары генов в гамету попадает один ген.

Аллельные гены расположены в гомологичных хромосомах. При мейозе, когда образуются гаметы, гомологичные хромосомы расходятся. Каждая хромосома несет в гамету свои гены.

Значение законов Г. Менделя:

1. *Универсальные* — объясняют механизм передачи признаков у всех живых организмов.

2. *Имеют статистический характер* — выявляются на большом количестве организмов и позволяют определить вероятность появления в потомстве определенного признака.

Контрольные вопросы:

1. Какое скрещивание называется дигибридным?
2. Сделайте генетические записи для дигибридного скрещивания.
3. Какой закон сохраняется для гибридов первого поколения?
4. Как называется и как формулируется третий закон Г. Менделя?
5. В чем смысл *гипотезы чистоты гамет*?
6. Назовите значение законов Г. Менделя.

Тема 3. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

У организмов число генов во много раз больше, чем число хромосом. Каждая хромосома содержит большое количество генов. Гены, которые находятся в одной хромосоме, наследуются вместе и называются **сцепленными генами**.

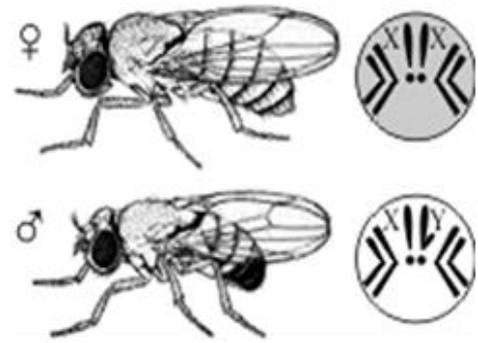
Группа генов пары гомологичных хромосом называется **группой сцепления**.

В 1911 г. Томас Морган описал **сцепление генов** — передачу группы генов из поколения в поколение.

Опыты Т. Морган проводил на мухах дрозофилах.

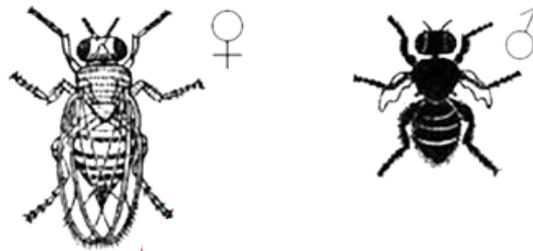
Муши дрозофилы являются удобной моделью для проведения генетических исследований, потому что:

- имеют небольшое количество хромосом (8);
- имеют большое число потомков;
- у них раннее половое созревание и быстрая смена поколений;
- к ним можно применить гибридологический метод.



Т. Морган наблюдал наследование цвета тела и длины крыльев. Он ввел следующие обозначения: **В** — серое тело, **в** — черное тело, **V** — длинные крылья, **v** — короткие крылья.

В первом опыте Т. Морган скрещивал гомозиготных мух, которые имели серое тело и длинные крылья, черное тело и короткие крылья:



В первом поколении все гибриды были одинаковыми и имели доминантные признаки:

P. **BBVV** x **bbvv**
 (серое тело, длинные крылья) (черное тело, короткие крылья)
G. **(BV)** **(bv)**
F₁. **BbVv**

По фенотипу: 100 % серое тело, длинные крылья.

По генотипу: 100 % дигетерозиготные.

В этом опыте подтвердился первый закон Г. Менделя.

Во втором опыте Т. Морган скрещивал рецессивную самку дрозофилы с дигетерозиготным самцом:

 **P.** **bbvv** x **BbVv**
 (черное тело, короткие крылья) (серое тело, длинные крылья)
G. **(bv)** **(BV)** **(bv)**
F₂. **bbvv, 50 %** **BbVv, 50 %**

По фенотипу: 50 % — черное тело, короткие крылья; 50 % — серое тело, длинные крылья.

По генотипу: 50 % — рецессивные гомозиготные; 50 % — дигетерозиготные.

По закону Г. Менделя в потомстве должно быть равное количество мух каждого генотипа и фенотипа — по 25 %. Но Т. Морган получил 2 типа потомков по 50 %. Все потомки имели признаки родителей. Комбинирования признаков не наблюдалось.

Т. Морган сделал вывод, что цвет тела и длина крыльев наследуются вместе, потому что гены, определяющие эти признаки у мух дрозофил, находятся в одной хромосоме. Одна из пары гомологичных хромосом содержит 2 доминантных гена (BV), а другая — 2 рецессивных (bv) (рис. 83).

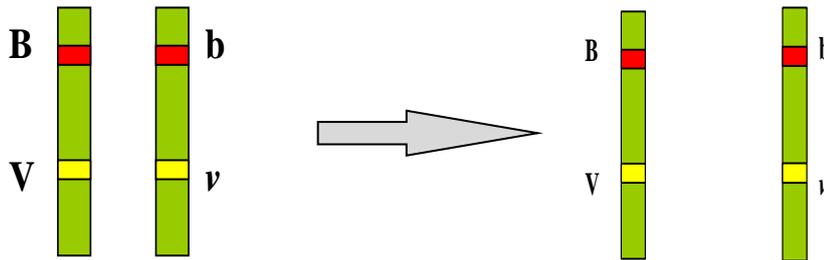


Рис. 83. Расположение генов в хромосомах и расхождение хромосом

В процессе мейоза одна хромосома (с генами BV) попадает в одну гамету, а другая хромосома (с генами bv) — в другую. У дигетерозиготного самца дрозофилы образуется не 4, а 2 типа гамет.

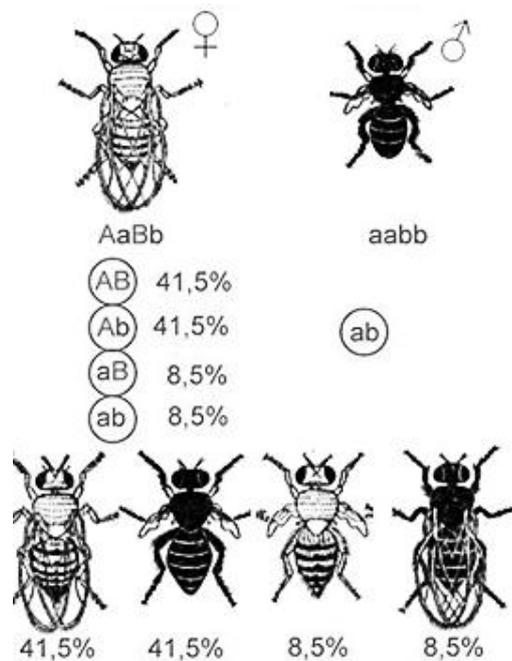
Таким образом, Т. Морган открыл явление **сцепленного наследования** — это совместное наследование признаков, за которые отвечают гены, расположенные в одной паре гомологичных хромосом.

У самца мухи дрозофилы признаки всегда наследуются вместе, поэтому **сцепление генов полное**.

В третьем опыте Т. Морган скрещивал дигетерозиготную самку дрозофилы с рецессивным самцом:

P.	BbVv	x	bbvv
	<i>(серое тело, длинные крылья)</i>		<i>(черное тело, короткие крылья)</i>
G.	Bv bV BV bv		bv
F₂.	BbVv,	Bbv v,	bbVv,
	41,5 %	8,5 %	8,5 %
			bbvv
			41,5 %

По фенотипу: 41,5 % — серое тело, длинные крылья; 41,5 % — черное тело, короткие крылья; 8,5 % — серое тело, короткие крылья; 8,5 % — черное тело, длинные крылья.



По закону Г. Менделя в потомстве должно быть равное количество мух каждого генотипа и фенотипа — по 25 %. Но Т. Морган получил 2 типа потомков (по 41,5 %) с признаками родителей и 2 типа потомков (по 8,5 %) с новыми признаками. Появление новых признаков Т. Морган объяснил результатом кроссинговера при мейозе и установил, что у самки мухи дрозофилы **сцепление генов неполное**. У самки дрозофилы образуется 2 типа гамет: кроссоверные и некроссоверные. Кроссоверные гаметы (**Bv** и **bV**) — это гаметы, в которые попали хромосомы после кроссинговера. Некроссоверные гаметы (**BV** и **bv**) — это гаметы, в которые попали хромосомы без кроссинговера (рис. 84).

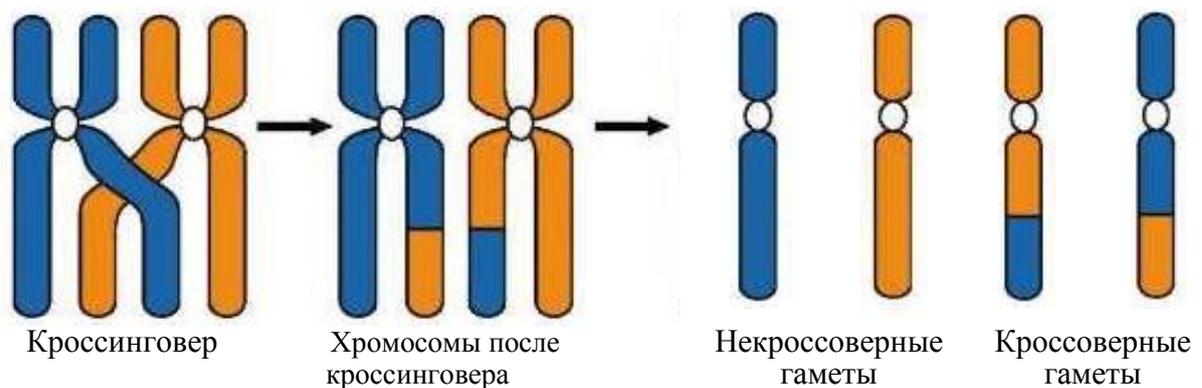


Рис. 84. Схема кроссинговера

По результатам своих работ Т. Морган сформулировал **хромосомную теорию наследственности**:

1. Гены располагаются в хромосоме в линейном порядке и находятся в определенных участках. Аллельные гены занимают одинаковые участки в гомологичных хромосомах.

2. Гены пары гомологичных хромосом образуют группу сцепления. *Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом.*

3. Между гомологичными хромосомами возможен обмен аллельными генами (кроссинговер).

4. Расстояние между генами одной хромосомы пропорционально проценту кроссинговера. Единица расстояния — морганида (1 морганида = 1 % кроссинговера).

Контрольные вопросы:

1. Как наследуются гены, расположенные в одной хромосоме?
2. Что такое группа сцепления?
3. Кто и когда изучал сцепление генов?
4. Почему мухи дрозофилы являются удобной моделью для генетических исследований?
5. Что получил Т. Морган в 1-м опыте?
6. Каких мух скрещивал Т. Морган во 2-м опыте?
7. Каких мух скрещивал Т. Морган в 3-м опыте?
8. Чем объяснил Т. Морган появление новых признаков у потомков?
9. Какое сцепление генов называется неполным?
10. Назовите положение хромосомной теории наследственности.

Тема 4. ГЕНЕТИКА ПОЛА

Пол — комплекс морфологических, физиологических, биохимических и других признаков организма, которые обеспечивают репродукцию (размножение).

Первичные половые признаки — это признаки, которые принимают прямое участие в размножении (например, внутренние и наружные половые органы). Они закладываются в эмбриогенезе.

Вторичные половые признаки развиваются под действием половых гормонов и появляются у организмов в период полового созревания (например, тембр голоса, рост волос на лице, особенности телосложения).

Кариотип человека имеет 46 хромосом, или 23 пары (рис. 85). У мужчин и женщин есть различия в кариотипе.

Хромосомы делятся на *аутосомы* и *половые хромосомы*.

Аутосомы — пары хромосом одинаковые у мужского и женского организма. У человека их 22 пары. Гены аутосом определяют многие признаки (например, цвет волос, цвет глаз, число пальцев на руке, цвет кожи, рост).

Половые хромосомы (гетерохромосомы) — хромосомы разные у мужского и женского организма. Это хромосомы 23 (двадцать третьей) пары. У женщины это две гомологичные X-хромосомы. У мужчин это негомологичные X-хромосома и Y-хромосома.

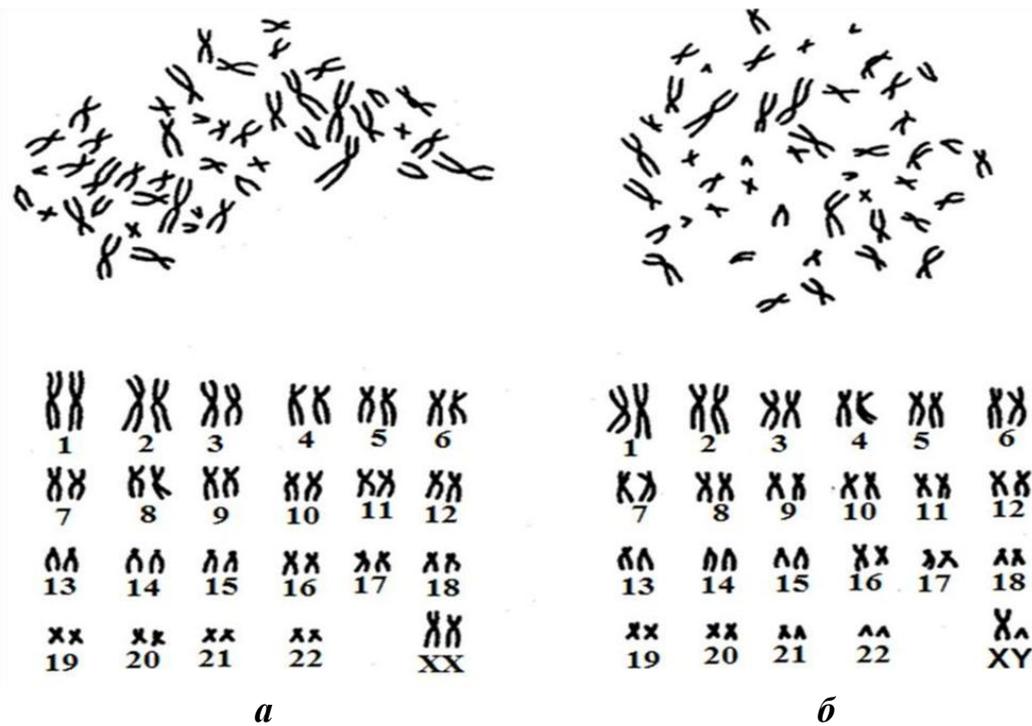


Рис. 85. Кариотип человека:
a — женский; *б* — мужской

Пол, который имеет две одинаковые половые хромосомы (X и X), называется *гомогаметным*. При мейозе он образует один тип гамет. Пол, который имеет разные половые хромосомы (X и Y), называется *гетерогаметным*. При мейозе он дает два типа гамет.

У мухи дрозофилы, человека и всех млекопитающих *женский пол гомогаметный (XX), мужской пол гетерогаметный (XY)*.

Пол организма определяется в момент образования зиготы и зависит от сочетания половых хромосом в зиготе. Если яйцеклетку оплодотворяет сперматозоид с X-хромосомой, из зиготы развивается женский организм. Если яйцеклетку оплодотворяет сперматозоид с Y-хромосомой, из зиготы развивается мужской организм. Возможность образования мужской и женской зиготы одинакова и составляет 50 %.

Если обозначить генотипы женщины и мужчины половыми хромосомами, то можно сделать запись и увидеть, что расщепление по полу идет в отношении 1 : 1.

P.	XX	x	XY
G.	(X)		(X) (Y)
F ₁ .	XX,		XY
	50 %		50 %.

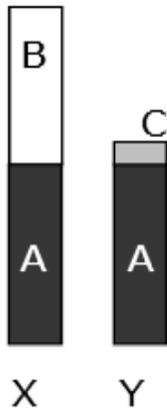
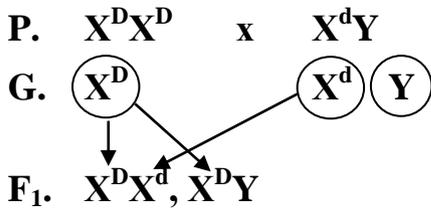


Рис. 86. Участки половых хромосом:
 А — гомологичные;
 В, С — негомологичные

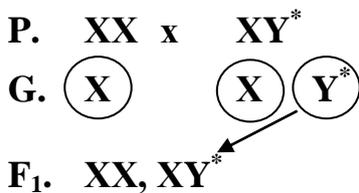
В половых хромосомах имеются гомологичные участки и негомологичные участки (рис. 86). В гомологичных участках располагаются аллельные гены, которые определяют пол организма (развитие половых признаков). Г. Мендель показал, что половые признаки наследуются так же, как и другие признаки организма.

Признаки, которые определяются генами, расположенными в негомологичном участке X-хромосомы, называются *сцепленными с полом*.

Например, гены *гемофилии* (рецессивный признак, X^h) и *нормального свертывания крови* (доминантный признак, X^H); гены *дальтонизма* (рецессивный признак, X^d) и *нормального цветового зрения* (доминантный признак, X^D). Сцепленные с полом признаки передаются от матери к дочерям и сыновьям, а от отца — только дочерям.



В негомологичном участке Y-хромосомы могут находиться гены «*волосатых*» ушей и *перепонки между пальцами*. Они называются *голландрическими*. Эти признаки передаются от отца только сыновьям.



Контрольные вопросы:

1. Что такое пол?
2. Что такое репродукция?
3. Какие признаки называются первичными половыми?
4. Какие признаки называются вторичными половыми?
5. Сколько хромосом имеет кариотип человека?
6. Какие хромосомы называются аутосомами?
7. Назовите признаки, которые определяют гены аутосом.
8. Какие хромосомы называются гетерохромосомами?
9. Какой пол называется гомогаметным?
10. Какой пол называется гетерогаметным?

11. Какие признаки называются сцепленными с полом?
12. Назовите признаки, которые определяют гены X-хромосомы.
13. Назовите признаки, которые определяют гены Y-хромосомы.
14. Когда и как определяется пол ребенка?
15. Сделайте генетическую запись наследования пола у человека.

Тема 5. ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изменчивость — это отличие детей от родителей. Это свойство позволяет организмам адаптироваться к новым условиям окружающей среды. Изменчивость организмов дает материал для их эволюции.

Виды изменчивости: 1) фенотипическая (ненаследственная); 2) генотипическая (наследственная).

Фенотипическая (модификационная) изменчивость — это изменение фенотипа без изменения структуры генотипа. Модификации — это адаптации организма к условиям окружающей среды. Например, при холодном климате животные имеют более густую шерсть. Структура генотипа при модификациях не изменяется, а изменяется только активность генов, поэтому модификации не наследуются.

Свойства модификаций:

- 1) не наследуются, то есть не передаются потомкам;
- 2) имеют групповой характер, потому что похожие изменения наблюдаются у всех организмов, на которые действовал фактор (например, летом на солнце загорают все люди);
- 3) имеют обратимый характер, потому что при изменении факторов окружающей среды модификации исчезают (например, загар у человека);
- 4) имеют адаптивный характер, потому что полезны для организма в определенных условиях (например, у человека высоко в горах в крови увеличивается количество эритроцитов, чтобы обеспечить клетки тела кислородом);
- 5) предсказуемые — действие фактора внешней среды на организм можно спрогнозировать;
- 6) не являются материалом для естественного отбора.

Границы модификационной изменчивости признака называют его *нормой реакции*. Норма реакции называется *широкой*, если признак изменяется в широких пределах (например, рост, масса тела человека). Норма реакции называется *узкой*, если признак изменяется незначительно (например, цвет глаз человека).

Генотипическая изменчивость — это изменения фенотипа, которые вызваны изменением генотипа. Она бывает *комбинативная* и *мутационная*.

Комбинативная изменчивость является результатом комбинации генов родителей у потомков (см. рис. 84). Структура генов при этом не изме-

няется. Новые комбинации генов приводят к появлению организмов с новыми признаками. Например, при скрещивании двух растений гороха с желтыми семенами появляются растения с зелеными семенами.

Механизмы комбинативной изменчивости:

1. Независимое расхождение хромосом и хроматид при мейозе.
2. Комбинации генов при кроссинговере.
3. Случайное сочетание гамет при оплодотворении.

Комбинативная изменчивость обеспечивает адаптацию организмов к изменяющимся условиям окружающей среды.

Мутационная изменчивость или мутации — это изменения наследственного материала. Они происходят под влиянием факторов окружающей среды.

Свойства мутаций:

- 1) наследуются;
- 2) индивидуальные;
- 3) постоянные;
- 4) не адаптируют организм к условиям среды;
- 5) непредсказуемые;
- 6) являются материалом для естественного отбора.

Факторы среды, которые вызывают появление мутаций, называются *мутагенными факторами* или *мутагенами*. Группы мутагенов:

1. *Физические* — рентгеновские лучи, ионизирующая радиация, ультрафиолетовые лучи, температура.

2. *Химические* — гормоны, ферменты, пищевые консерванты, лекарственные препараты.

3. *Биологические* — вирусы, бактерии, продукты жизнедеятельности гельминтов.

Мутагены вызывают разные изменения в генетическом материале — **мутации**:

1. **Генные мутации** вызваны изменениями структуры гена. В результате этих мутаций образуются аномальные ферменты и у человека развиваются болезни обмена веществ (например, *гемофилия*, *альбинизм*).

2. **Хромосомные мутации** вызваны изменениями структуры хромосом. В результате этих мутаций у человека нарушается развитие органов и систем органов (например, не развивается гортань, появляются пороки сердца).

3. **Геномные мутации** вызваны изменениями числа хромосом. В результате этих мутаций у человека развиваются хромосомные болезни (например, *синдром Дауна* — к двум хромосомам 21 пары добавляется третья хромосома).

Контрольные вопросы:

1. Что такое изменчивость?
2. Какое значение имеет изменчивость для живых организмов?

3. Назовите формы изменчивости.
4. Что такое модификации? Приведите примеры.
5. Назовите свойства модификаций.
6. Что определяет норма реакции?
7. Какая норма реакции называется широкой и узкой? Приведите примеры.
8. Какая изменчивость называется генотипической? Назовите ее формы.
9. Назовите механизмы комбинативной изменчивости.
10. Что такое мутации?
11. Назовите свойства мутаций.
12. Что такое мутагены? Приведите примеры мутагенов.
13. Какие мутации называются генными? Приведите примеры.
14. Какие мутации называются хромосомными? Приведите примеры.
15. Какие мутации называются геномными? Приведите примеры.

Тема 6. ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА

Генетика человека изучает кариотип человека в норме и при наследственных болезнях; причины, диагностику, лечение и профилактику наследственных болезней.

Человек — сложный объект генетических исследований.

Трудности генетики человека:

- большое число хромосом (46) и генов (около 23 000);
- позднее половое созревание (12–16 лет);
- малое число потомков в семьях;
- редкая смена поколений;
- нельзя применить гибридологический метод (нельзя проводить опыты на человеке);
- нельзя создать одинаковые условия жизни для всех людей.

Успехи генетики человека:

- человек хорошо изучен в клинике врачами всех специальностей;
- международное сотрудничество между генетиками мира;
- большое число особей в популяции человека;
- имеется много методов генетики человека.

Основные методы генетики человека:

- 1) генеалогический;
- 2) цитогенетический;
- 3) биохимический.

Генеалогический метод основан на построении и анализе родословной. Метод позволяет определить:

- 1) является ли данный признак наследственным (по появлению его у родственников);

2) тип наследования (доминантный или рецессивный, сцепленный с полом или аутосомный);

3) вероятность рождения ребенка с наследственной болезнью.

Для построения родословной используют специальные символы (рис. 87).

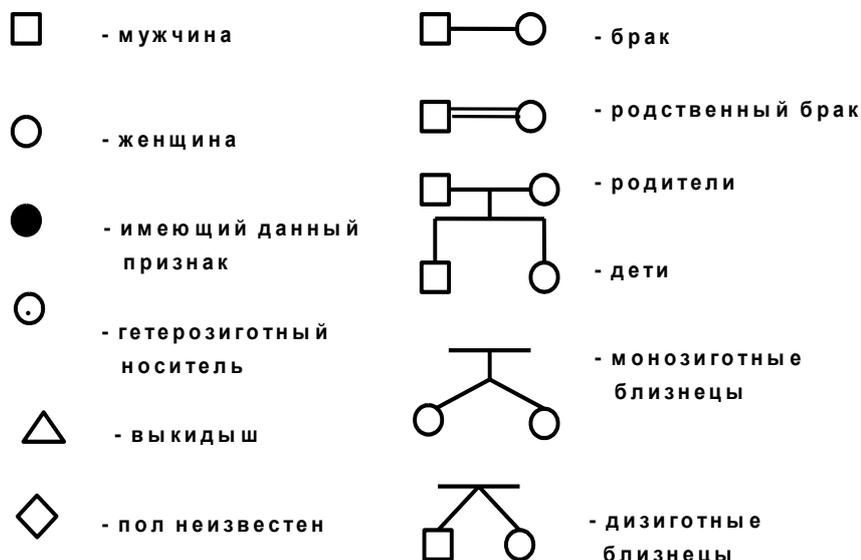


Рис. 87. Символы генеалогии

Типы наследования признаков:

1. **Аутосомно-доминантный тип** характеризуется следующим:

- больные в каждом поколении;
- у больных родителей рождается больной ребенок;
- болеют в равной степени мужчины и женщины;
- вероятность наследования — 100 %, если хотя бы один родитель гомозиготный; 75 % — если оба родители гетерозиготные; 50 % — если один родитель гетерозиготный, второй — гомозиготный по рецессивному признаку (рис. 88).

Так наследуются: полидактилия (лишние пальцы), веснушки, карий цвет глаз.

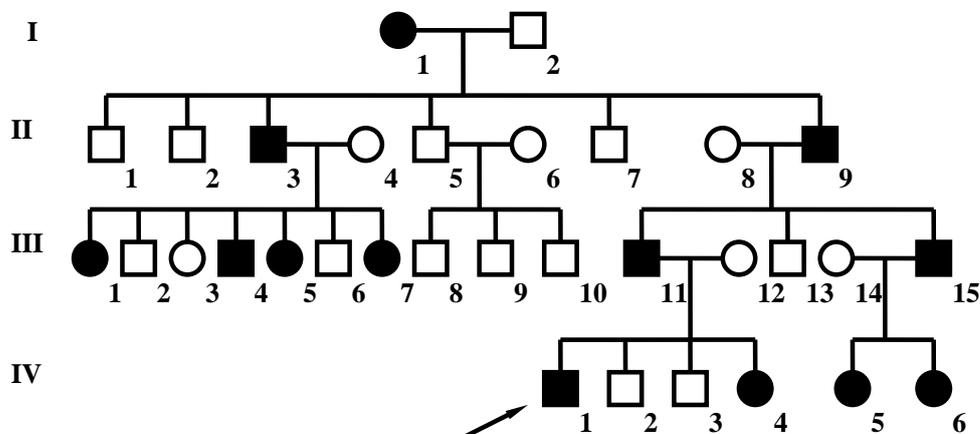


Рис. 88. Аутосомно-доминантный тип наследования

2. Аутосомно-рецессивный тип характеризуется следующим:

- больные не в каждом поколении (рис. 89);
- у здоровых родителей (гетерозигот) рождается больной ребенок (гомозигота);
- болеют в равной степени мужчины и женщины;
- высокий риск рождения больного ребенка при близкородственных браках;
- вероятность наследования — 25 %, если оба родителя гетерозиготные; 50 % — если один родитель гетерозиготный, а второй — гомозиготный по рецессивному признаку.

Так наследуются: голубой цвет глаз и альбинизм.

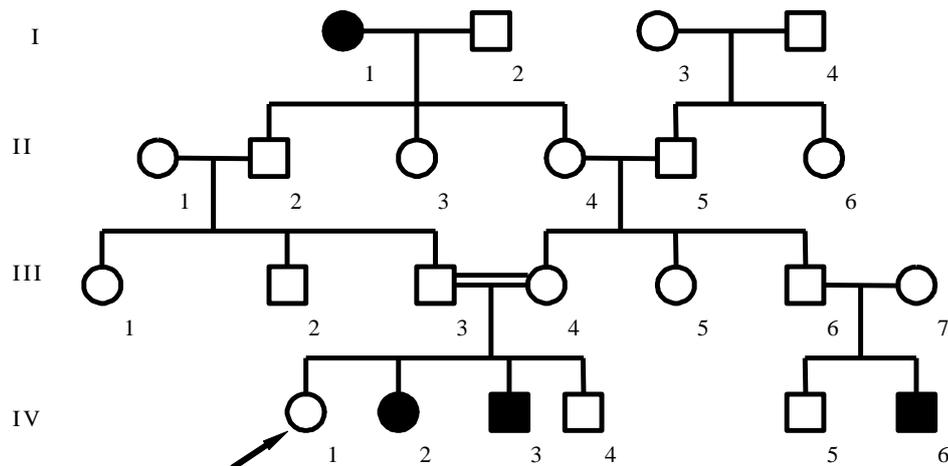


Рис. 89. Аутосомно-рецессивный тип наследования

3. X-сцепленный доминантный тип наследования похож на аутосомно-доминантный, за исключением того, что *мужчина передает признак всем дочерям* (Y-хромосому он отдает сыновьям).

Так наследуются: гипоплазия эмали зубов (тонкая эмаль зубов), рахит, который не лечится витамином D (рис. 90).

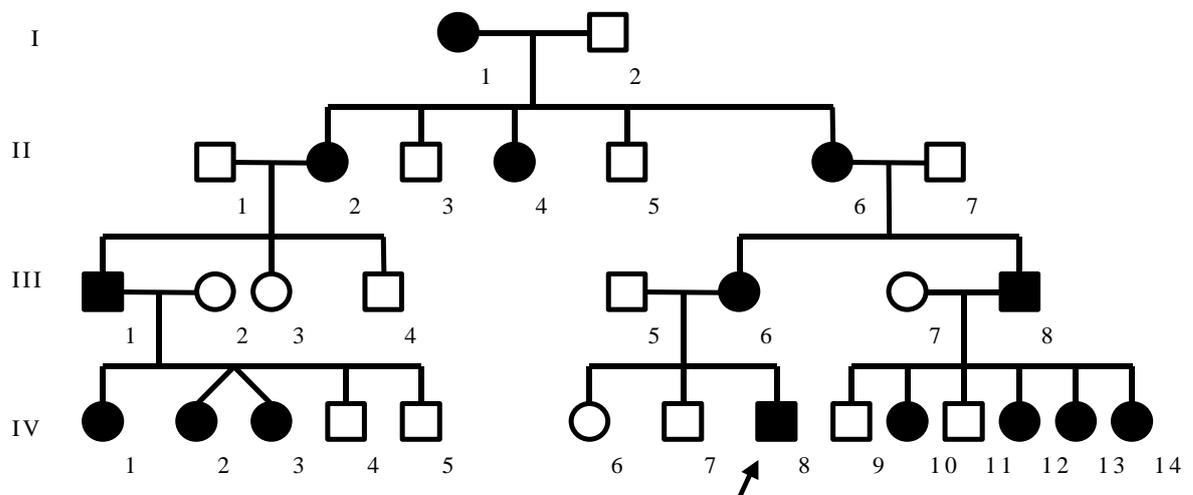


Рис. 90. X-сцепленный доминантный тип наследования

4. **X-сцепленный рецессивный тип наследования** похож на ауто-сомно-рецессивный, за исключением того, что болеют в основном *мужчины*. Вероятность наследования — 25 % от всех детей; 50 % — у мальчиков (рис. 91).

Так наследуются: дальтонизм и гемофилия.

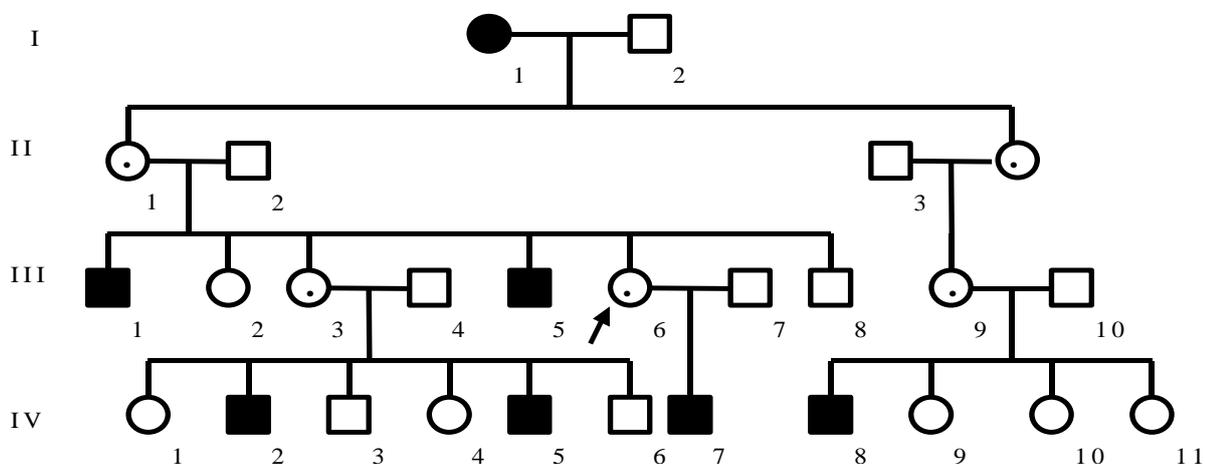


Рис. 91. X-сцепленный рецессивный тип наследования

5. **Голандрический тип наследования** характеризуется следующим:

- болеют только мужчины;
- у больного отца больны все сыновья.

Так наследуются: «волосатость» ушей, перепонки между пальцами (рис. 92).

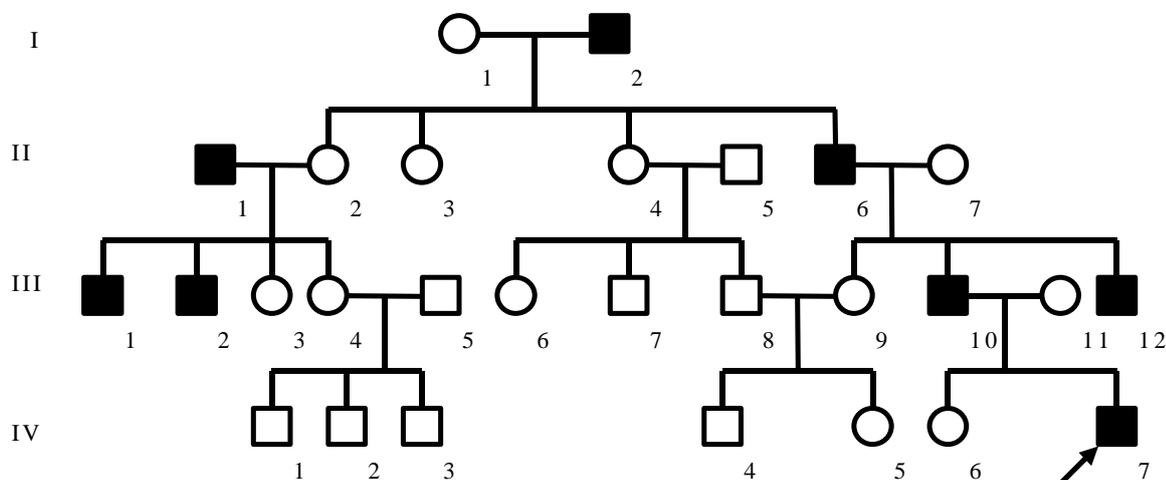


Рис. 92. Голандрический тип наследования

Цитогенетический метод изучает кариотип (число и структуру хромосом) человека при помощи микроскопа (рис. 93). Для этого метода используют лимфоциты или клетки эпителия кожи человека. Цитогенетический метод применяют для диагностики *геномных и хромосомных мутаций, пола организма* (мужской или женский).

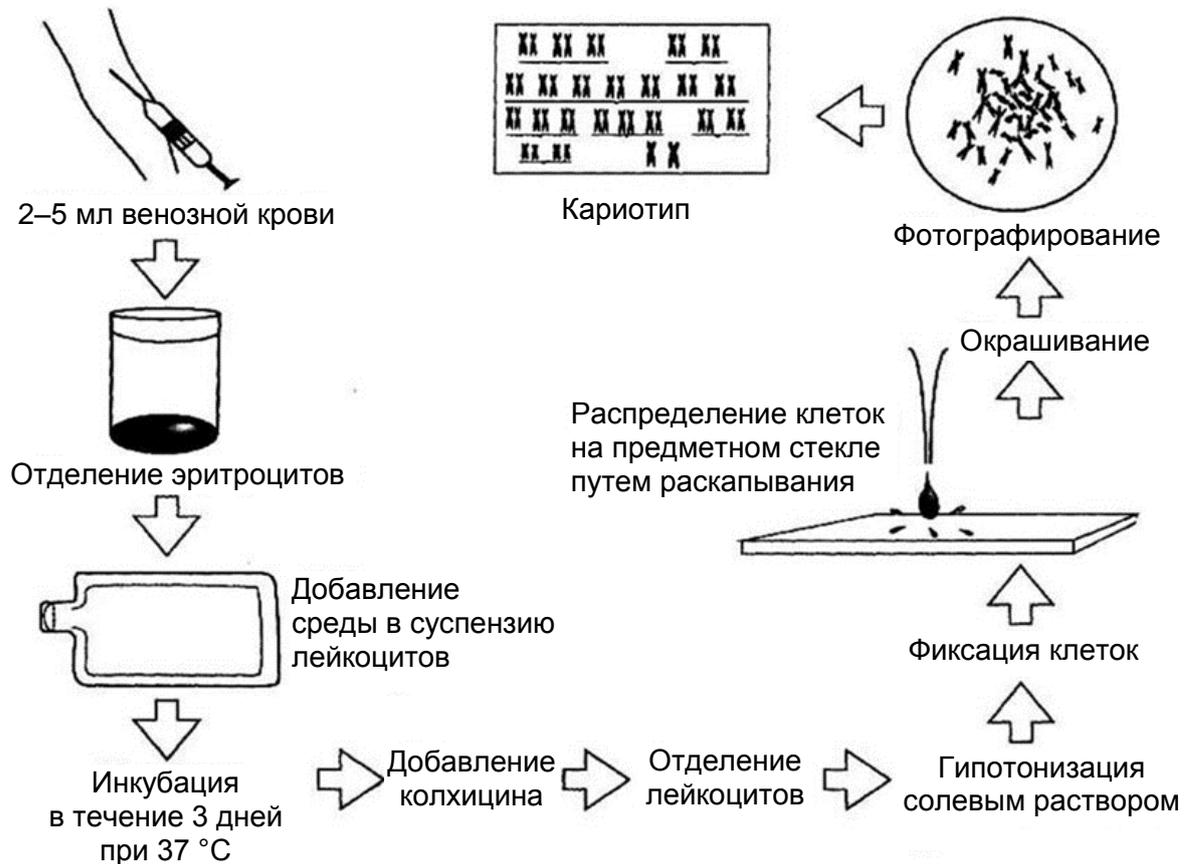


Рис. 93. Этапы цитогенетического метода

Биохимический метод позволяет определить содержание в организме белков-ферментов, аминокислот, продуктов обмена веществ в норме и при наследственных болезнях. Биохимический метод применяют для диагностики *генных мутаций (болезней обмена веществ)*.

Контрольные вопросы:

1. Что изучает генетика человека?
2. Назовите трудности генетики человека.
3. Назовите успехи генетики человека.
4. Назовите методы генетики человека.
5. Что такое генеалогический метод?
6. Что позволяет определить генеалогический метод?
7. Запишите специальные символы родословной.
8. Назовите типы наследования признаков.
9. Охарактеризуйте аутосомно-доминантный тип наследования.
10. Охарактеризуйте аутосомно-рецессивный тип наследования.
11. Охарактеризуйте X-сцепленный доминантный тип наследования.
12. Охарактеризуйте X-сцепленный рецессивный тип наследования.
13. Охарактеризуйте голландрический тип наследования.
14. Опишите цитогенетический метод.
15. Опишите биохимический метод.

Тема 7. НАСЛЕДСТВЕННЫЕ БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА

В настоящее время известно более 5000 наследственных болезней. *Медицинская генетика* — раздел генетики человека, который изучает наследственные болезни.

Наследственные болезни вызваны изменением генотипа (мутациями).

Геномные и хромосомные мутации вызывают у человека хромосомные болезни (синдромы): Дауна, Шерешевского–Тернера, Клайнфельтера, трисомии по X-хромосоме, синдром кошачьего крика (синдром Лежена).

Синдром Дауна вызван трисомией по 21 паре хромосом ($47, XX, 21^+$; $47, XY, 21^+$). *Трисомия* — геномная мутация, при которой к двум хромосомам одной пары добавляется третья (лишняя) хромосома.

Признаки: узкие глаза, маленький нос, открытый рот, большой язык, низко расположенные ушные раковины, нарушение умственного развития, сниженная жизнеспособность (рис. 94).

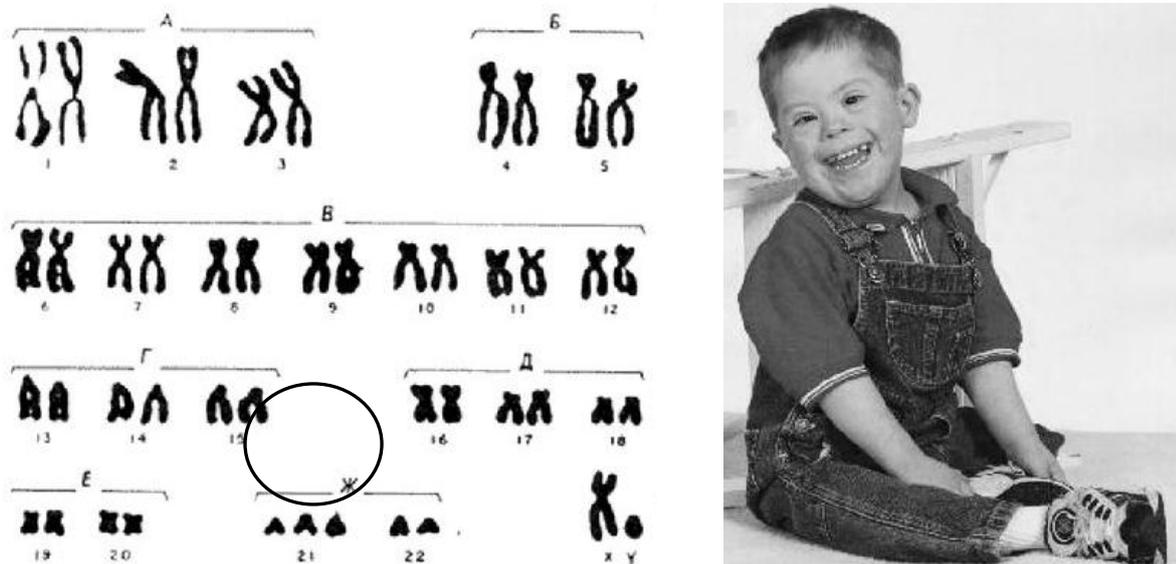


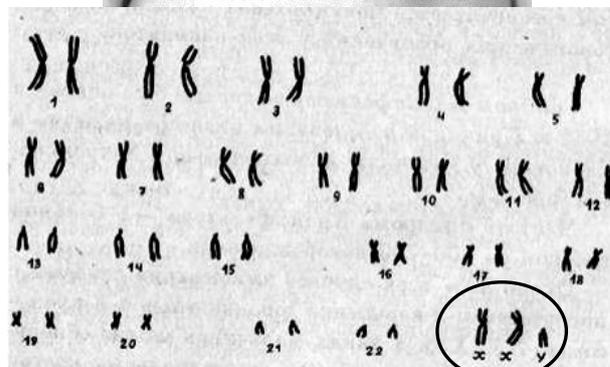
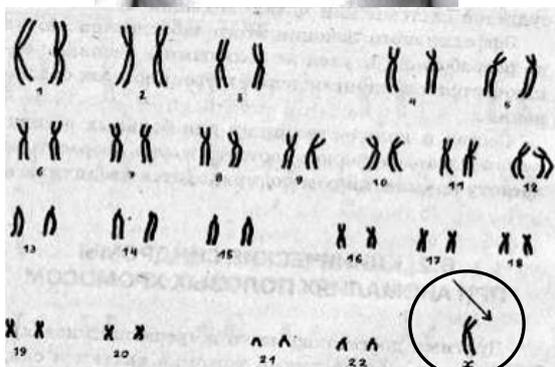
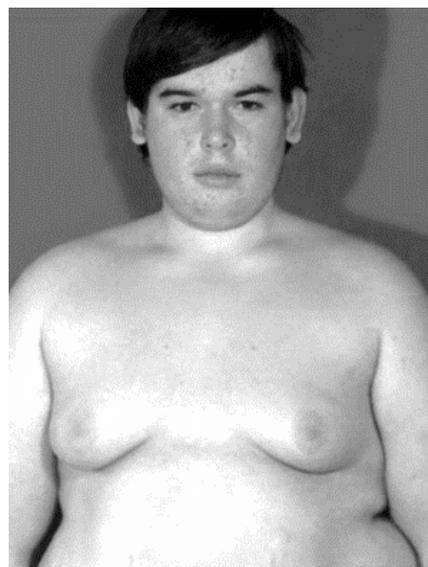
Рис. 94. Кариотип и фенотип ребенка с синдромом Дауна

Синдром Шерешевского–Тернера вызван моносомией по 23-й паре хромосом ($45, X0$). *Моносомия* — геномная мутация, при которой отсутствует одна хромосома пары. Синдром Шерешевского–Тернера развивается у женщин при отсутствии одной X-хромосомы.

Признаки: низкий рост (140 см), короткая шея, вторичные половые признаки не развиты, бесплодие (рис. 95).

Синдром Клайнфельтера вызван изменением числа половых хромосом у мужчин. Больные имеют лишнюю X-хромосому ($47, XXY$).

Признаки: женский тип телосложения, высокий рост, относительно длинные руки и ноги, недоразвитые первичные и вторичные половые признаки, сниженный интеллект (рис. 95).



Синдром Шерешевского–Тернера

Синдром Клайнфельтера

Рис. 95. Кариотип и фенотип детей с хромосомными болезнями пола

Синдром трисомии X вызван изменением числа половых хромосом у женщин. Больные имеют лишнюю X-хромосому (47, XXX).

Признаки: мужской тип телосложения, высокий рост, нарушение умственного развития.

Синдром кошачьего крика (синдром Лежена) вызван отсутствием части короткого плеча 5 хромосомы (46, XX,5p⁻; 46, XY,5p⁻).

Признаки: плач похожий на кошачий крик, деформированные ушные раковины, нарушение рефлексов глотания и сосания, нарушение умственного и физического развития.

Генные мутации вызывают у человека болезни обмена веществ. Наследственные болезни, которые возникают при **мутации генов аутосом** — это **фенилкетонурия и альбинизм**.

Фенилкетонурия — заболевание с аутосомно-рецессивным типом наследования. Болезнь возникает при нарушении превращения аминокислоты фенилаланин в другую аминокислоту — тирозин. Фенилаланин накапливается в организме и превращается в токсичные вещества, которые повреждают нервную систему.

Признаки: повышение нервной возбудимости и мышечного тонуса, судороги, нарушение умственного развития.

Альбинизм — заболевание с аутосомно-рецессивным типом наследования. Болезнь возникает при нарушении превращения аминокислоты тирозин в пигмент меланин.

Признаки: молочный цвет кожи, белые волосы, красный зрачок, потому что отсутствует пигмент в радужной оболочке глаза. У больных высокая чувствительность к ультрафиолетовым лучам.

Наследственные болезни, которые возникают при *мутации генов половых хромосом* — это *гемофилия и дальтонизм*. Этими заболеваниями чаще болеют мужчины.

Гемофилия — рецессивное заболевание, сцепленное с X-хромосомой. Болезнь характеризуется нарушением свертывания крови.

Признаки: кровоизлияния в суставы, мышцы и внутренние органы, кровотечения при травмах и порезах.

Дальтонизм — рецессивное заболевание, сцепленное с X-хромосомой. Болезнь характеризуется нарушением цветового зрения (больной не может различать цвета: красный, зеленый, синий).

Медико-генетическое консультирование — раздел профилактической медицины, главная цель которого — предупреждение рождения ребенка с наследственным заболеванием.

Задачи медико-генетического консультирования:

– профилактика наследственных болезней, консультирование семей и больных с наследственной патологией;

– определение вероятности рождения в семье ребенка с наследственной патологией;

– дородовая диагностика наследственных заболеваний и пороков развития.

Контрольные вопросы:

1. Что изучает медицинская генетика?

2. Чем вызваны наследственные болезни?

3. Какие мутации вызывают хромосомные болезни?

4. Назовите хромосомные болезни.

5. Чем обусловлен синдром Дауна? Перечислите признаки этого заболевания.

6. Чем обусловлен синдром Шерешевского–Тернера? Перечислите признаки этого заболевания.

7. Чем обусловлен синдром Клайнфельтера? Перечислите признаки этого заболевания.

8. Чем обусловлен синдром трисомии X? Перечислите признаки этого заболевания.

9. Чем обусловлен синдром Лежена? Перечислите признаки этого заболевания.
10. Какие болезни вызывают генные мутации? Назовите эти болезни.
11. Что такое альбинизм? Перечислите признаки этого заболевания.
12. Что такое фенилкетонурия? Перечислите признаки этого заболевания.
13. Что такое гемофилия? Перечислите признаки этого заболевания.
14. Что такое дальтонизм?
15. Что такое медико-генетическое консультирование?
16. Назовите задачи медико-генетического консультирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Введение* в медицинскую биологию для иностранных слушателей подготовительного отделения : учеб.-метод. пособие / Е. В. Чаплинская [и др.]. 3-е изд., испр. Минск : БГМУ, 2019. 147 с.
2. *Основы* биологии. Практические задания для иностранных учащихся подготовительного отделения / Е. В. Чаплинская [и др.]. Минск : БГМУ, 2020. 150 с.
3. *Заяц, Р. Г.* Биология. Для школьников, абитуриентов, студентов / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. 2-е изд. Минск : Букмастер, 2015. 256 с.
4. *Биология* для поступающих в вузы / Р. Г. Заяц [и др.]. 3-е изд., испр. Минск : Вышэйшая школа, 2012. 639 с.
5. *Биология* : терминологический словарь / Р. Г. Заяц [и др.]. Минск : Вышэйшая школа, 2013. 224 с.
6. *Заяц, Р. Г.* Биология. Тесты : для поступающих в вузы / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. Минск : Вышэйшая школа, 2015. 749 с.
7. *Заяц, Р. Г.* Биология. Сборник задач для абитуриентов / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. Минск : Вышэйшая школа, 2017. 144 с.
8. *Биология.* Пособие для абитуриентов : учеб.-метод. пособие / О. И. Левэ [и др.]. Гродно : ГрГМУ, 2016. 384 с.
9. *Елизаров, Л. Ю.* Пособие по биологии для довузовского обучения иностранных учащихся (медико-биологический профиль) / под ред. В. Н. Чернышова Москва : ВУНМЦ, 2004. 366 с.
10. *Шепелевич, Е. И.* Биология для школьников и абитуриентов / Е. И. Шепелевич, В. М. Стрельченя, Т. В. Максимова. 4-е изд. Минск : Адукацыя і выхаванне, 2019. 640 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Список сокращений.....	4
Раздел I. Цитология	5
Тема 1. Биология как наука. Основные свойства живого	5
Тема 2. Клетка — структурная и функциональная единица живого. Химический состав клетки	6
Тема 3. Клеточная оболочка. Поступление веществ в клетку.....	10
Тема 4. Органеллы клетки. Обмен веществ в клетке	13
Тема 5. Строение клеточного ядра и хромосом	17
Тема 6. Строение и функции нуклеиновых кислот.	19
Тема 7. Синтез белка в клетке.....	22
Тема 8. Размножение клеток. Митоз	25
Тема 9. Мейоз.....	28
Раздел II. Многообразие органического мира	31
Тема 1. Группы живых организмов. Бактерии	31
Тема 2. Характеристика царства Протисты.....	33
Тема 3. Паразитические протисты.....	36
Тема 4. Характеристика типа Плоские черви. Класс Сосальщикои	38
Тема 5. Характеристика класса Ленточные черви	42
Тема 6. Характеристика типа Круглые черви	44
Тема 7. Характеристика типа Членистоногие	48
Тема 8. Характеристика класса Паукообразные	51
Тема 9. Характеристика класса Насекомые.....	54
Тема 10. Характеристика типа Хордовые.....	57
Тема 11. Характеристика класса Костные рыбы.....	60
Тема 12. Характеристика класса Земноводные.....	63
Тема 13. Характеристика класса Пресмыкающиеся.....	67
Тема 14. Характеристика класса Млекопитающие.....	71
Раздел III. Человек и его здоровье	75
Тема 1. Науки о человеке. Общий обзор организма человека.....	75
Тема 2. Строение, соединение и рост костей	79
Тема 3. Опорно-двигательная система.....	81

Тема 4. Нервная система. Строение и функции спинного мозга	87
Тема 5. Строение головного мозга	90
Тема 6. Органы чувств. Строение и функции органа зрения	94
Тема 7. Строение и функции органа слуха.....	97
Тема 8. Внутренняя среда организма. Кровь и ее функции.....	100
Тема 9. Кровеносная система. Строение и работа сердца	103
Тема 10. Строение сосудов. Круги кровообращения	105
Тема 11. Дыхательная система. Строение органов дыхания.....	108
Тема 12. Пищеварительная система. Строение органов пищеварения	112
Тема 13. Пищеварительные железы. Пищеварительные ферменты.....	116
Тема 14. Выделительная система. Строение и работа почек	120
Тема 15. Строение и функции кожи.....	123
Тема 16. Половая система. Строение и образование половых клеток	126
Раздел IV. Генетика	132
Тема 1. Генетика как наука. Моногибридное скрещивание. Закон единообразия гибридов и закон расщепления признаков.....	132
Тема 2. Дигибридное скрещивание. Закон независимого наследования признаков	134
Тема 3. Сцепление генов. Хромосомная теория наследственности	136
Тема 4. Генетика пола.....	140
Тема 5. Изменчивость	143
Тема 6. Генетика человека	145
Тема 7. Наследственные болезни человека	150
Список использованной литературы.....	153

Учебное издание

Чаплинская Елена Васильевна
Бутвиловский Валерий Эдуардович
Сычик Людмила Михайловна и др.

ОСНОВЫ БИОЛОГИИ

Учебное пособие

4-е издание

Ответственный за выпуск В. В. Давыдов
Компьютерный набор Е. В. Чаплинской
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 04.06.24. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Хегох Марафон Бизнес».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 9,07. Уч.-изд. л. 7,72. Тираж 84 экз. Заказ 289.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1559-9



9 789852 115599