

**АНАТОМИЯ, ЗООЛОГИЯ,
ЦИТОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА**
для иностранных учащихся
подготовительного отделения

Минск БГМУ 2015

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БИОЛОГИИ

АНАТОМИЯ, ЗООЛОГИЯ ЦИТОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

**для иностранных учащихся
подготовительного отделения**

Учебно-методическое пособие

6-е издание, исправленное



Минск БГМУ 2015

УДК 611-018-054.6 (075.8)
ББК 28.706 я73
А64

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 16.09.2015 г., протокол № 1

А в т о р ы: канд. мед. наук, доц. В. Э. Бутвиловский (разделы I, II); канд. биол. наук, доц. В. В. Давыдов (раздел II); канд. мед. наук, ассист. А. В. Бутвиловский (раздел I); канд. биол. наук, доц. Н. И. Мезен (разделы III, IV); канд. мед. наук, доц. Л. М. Сычик (разделы II, III)

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф. П. Г. Пивченко; д-р мед. наук, проф. В. А. Переверзев

Анатомия, зоология, цитология и генетика для иностранных учащихся подготовительного отделения : учеб.-метод. пособие / В. Э. Бутвиловский [и др.]. – 6-е изд., испр. – Минск : БГМУ, 2015. – 146 с.

ISBN 978-985-567-308-9.

Излагаются основные теоретические положения и контрольные вопросы разделов анатомии человека, зоологии, цитологии и генетики (46 тем практических занятий). Первое издание вышло в 2010 году. В данном издании изменен список литературы.

Предназначено для иностранных учащихся подготовительного отделения.

УДК 611-018-054.6 (075.8)
ББК 28.706 я73

ISBN 978-985-567-308-9

© УО «Белорусский государственный медицинский университет», 2015

Раздел I. ЧЕЛОВЕК И ЕГО ЗДОРОВЬЕ

Тема 1. БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИВОГО

Биология — это наука о живых организмах (bios — жизнь; logos — наука). Американский ученый Дж. Бернал определил **жизнь как функцию белков и нуклеиновых кислот**.

Объекты изучения биологии различны. Это — бактерии (микробы), 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);
- онтогенез и филогенез;
- раздражимость;
- гомеостаз;
- рост.

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, CO₂).

Наследственность и изменчивость связаны с размножением. Наследственность обеспечивает передачу признаков при репродукции из поколения в поколение. *Наследственность* — это сходство детей и родителей. *Изменчивость* приводит к появлению новых признаков при изменении условий среды. *Изменчивость* — это отличие детей от родителей.

Размножение (или репродукция) — это способность живых организмов воспроизводить себе подобных. Организмы стареют и умирают. Вместо них остаются новые, молодые организмы. Каждый организм при размножении получает наследственную информацию о признаках, которые формируются в процессе индивидуального развития (онтогенеза).

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

Филогенез — историческое развитие вида.

Раздражимость — это реакция организма, органа, клетки на действие факторов внешней среды. Ответная реакция одноклеточных организмов называется таксисом. Ответная реакция на факторы внешней среды орга-

низмов, которые имеют нервную систему, называется рефлексом. Например, реакция глаза человека на яркий свет.

Гомеостаз — это свойство организма поддерживать постоянство внутренней среды.

Все живые организмы имеют клеточное строение. Строение, химический состав, размножение и развитие клеток изучает **цитология** (лат. cytos — клетка, logos — наука). **Клетка** — это структурная, функциональная и генетическая единица живого. Клетки разных живых организмов имеют похожее строение. Клетка содержит оболочку, цитоплазму (гиалоплазма, органеллы и включения) и ядро. Размеры, форма и функции клеток различны.

Контрольные вопросы

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

Тема 2. 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 и систем, а также их регуляцию.

Гигиена — наука, изучающая 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 четыре типа тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная (рис. 1).

Эпителиальная ткань (эпителий):

- покрывает тело, выстилает его полости, внутренние органы и образует большинство желез;
- клетки плотно прилегают друг к другу;
- межклеточного вещества мало;
- клетки эпителия лежат на слое соединительной ткани;
- высокая способность к восстановлению (регенерации) за счет митоза.

Виды эпителия: однослойный и многослойный, ороговевающий и неороговевающий, мерцательный, железистый и т. д.

Функции эпителиальной ткани:

1. Защитная.
2. Участвует в обмене веществ (всасывание и выделение).
3. Секреторная (клетки желез).

Соединительная ткань:

- образует скелет, подкожную жировую клетчатку, кровь, лимфу, входит в состав всех внутренних органов;
- клетки расположены рыхло;
- много межклеточного вещества;
- высокая способность к восстановлению (регенерации).

Виды соединительной ткани: твердая (кости, хрящи); плотная волокнистая (связки, сухожилия); рыхлая волокнистая (дерма кожи); жировая (подкожно-жировая клетчатка); жидкая (кровь, лимфа).

Функции соединительной ткани:

1. Трофическая (питательная) — участие в обмене веществ.
2. Защитная — фагоцитоз и участие в выработке иммунитета.
3. Механическая (опорная) — образование связок, сухожилий, хрящей, костей.
4. Кроветворная (красный костный мозг).
5. Восстановительная (регенерация).

Мышечная ткань образует скелетные мышцы и мышцы внутренних органов (например, стенки кровеносных сосудов).

Свойства мышечной ткани:

- возбудимость (способность воспринимать раздражения и отвечать на них);
- сократимость (способность изменять длину).

Виды мышечной ткани: гладкая, поперечно-полосатая скелетная, сердечная.

Функция мышечной ткани: двигательная.

Нервная ткань:

- образует головной и спинной мозг, нервные узлы, нервы;
- состоит из нервных клеток — нейронов. Между нейронами лежат клетки нейроглии. Нейроглия выполняет питательную, опорную и защитную функции.

Свойства: возбудимость (способность принимать раздражения и отвечать на них) и проводимость (способность передавать возбуждение).

Функции нервной ткани: рецепторная и проводящая.

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

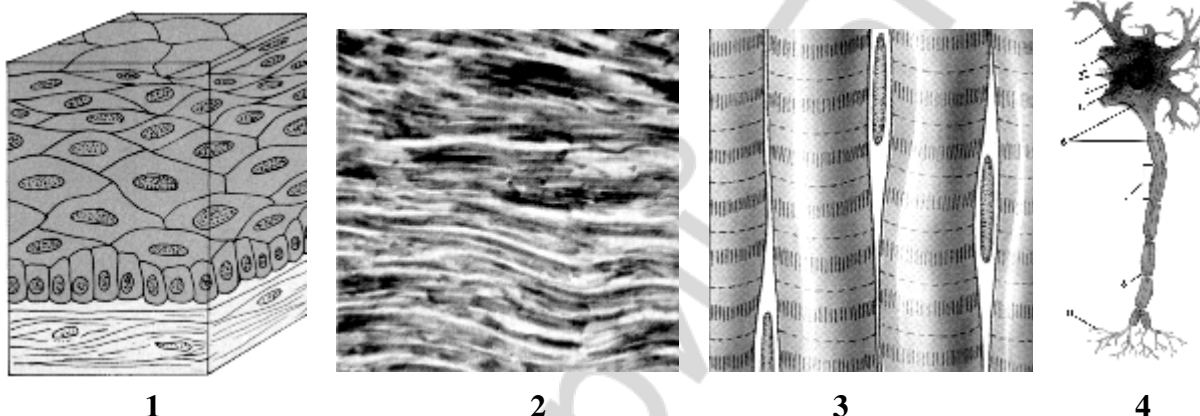


Рис. 1. Ткани организма человека:

1 — многослойный плоский ороговевающий эпителий; 2 — плотная волокнистая ткань (связка); 3 — поперечно-полосатая мышечная ткань; 4 — нервная ткань

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).

Тело человека имеет две полости — грудную и брюшную. Между грудной и брюшной полостями расположена мышца диафрагма.

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

Контрольные вопросы

1. Что изучают анатомия, физиология и гигиена?
2. Что такое ткань?
3. Какие ткани входят в состав организма человека?

4. В состав каких органов входит эпителиальная ткань?
5. Назовите виды эпителиальной ткани.
6. Назовите функции эпителиальной ткани.
7. Что образует соединительная ткань?
8. Назовите виды соединительной ткани.
9. Назовите функции соединительной ткани.
10. Что образует мышечная ткань?
11. Назовите свойства мышечной ткани.
12. Назовите виды мышечной ткани.
13. Назовите функцию мышечной ткани.
14. Что образует нервная ткань?
15. Из чего состоит нервная ткань?
16. Назовите свойства нервной ткани.
17. Назовите функции нервной ткани.
18. Что образуют ткани?
19. Что такое орган? Назовите органы человека.
20. Что такое система органов? Назовите системы органов человека.
21. Назовите части тела человека.
22. Назовите полости организма человека.
23. Что такое диафрагма? Где она расположена?
24. Какие органы расположены в грудной полости?
25. Какие органы расположены в брюшной полости?

Тема 3. 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*.

Клетки костной ткани:

- остециты (основные клетки, которые обеспечивают обмен веществ);
- остеобласты (клетки, которые делятся и образуют остециты);
- остеокласты (клетки, которые разрушают старые остециты).

Межклеточное вещество состоит из коллагеновых волокон и основного вещества.

Химический состав кости: 50 % воды, 12,5 % белков (оссеин), 21,8 % неорганических солей (фосфат и карбонат кальция) и 15,7 % жиров и углеводов.

Органические вещества (белки, жиры, углеводы) делают кость пластичной и 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. 2):

- трубчатая кость имеет тело (диафиз) и две головки (эпифизы);
- между телом и головками кости 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. Хрящ — это твердая соединительная ткань;
- внутри трубчатых костей содержится желтый костный мозг. Желтый костный мозг — это жировая ткань;
- тело кости покрыто надкостницей. Надкостница — это соединительная ткань, которая содержит нервные окончания и кровеносные сосуды. Клетки надкостницы (остеобласты) делятся, и кость растет в толщину.

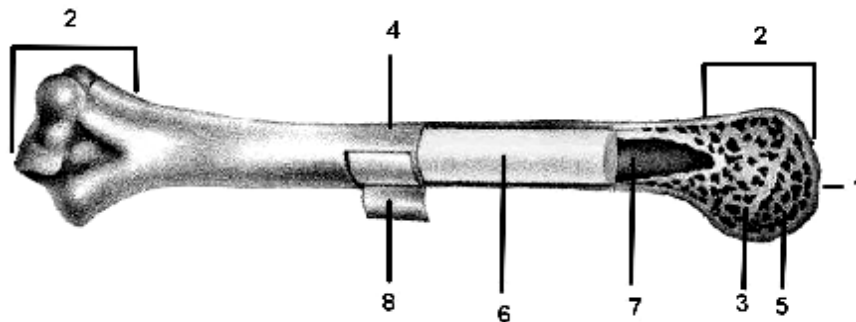


Рис. 2. Строение трубчатой кости:

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

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

Неподвижное соединение костей происходит двумя способами: с помощью швов (соединение костей черепа) или срастания костей (кости таза с крестцом, крестцовые позвонки) (рис. 3).

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

Подвижное соединение костей называется суставом (рис. 4).

Каждый сустав состоит из нескольких частей:

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

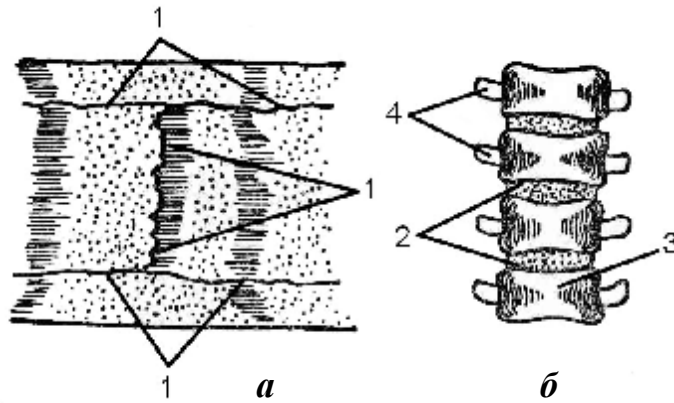


Рис. 3. Неподвижное (а) и полуподвижное (б) соединение костей:

1 — швы между костями черепа; 2 — хрящевые прослойки между позвонками; 3 — тела позвонков; 4 — отростки позвонков

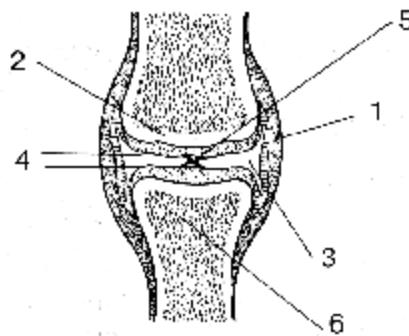


Рис. 4. Строение сустава:

1 — суставная сумка; 2 — головка; 3 — суставная полость; 4 — хрящ; 5 — суставные поверхности; 6 — впадина

Сустав соединяет несколько костей. Суставная поверхность одной кости выпуклая. Она называется головкой. Суставная поверхность другой кости — вогнутая. Она называется впадиной (углубление). Суставные поверхности костей покрыты гладким хрящом. Хрящ облегчает движение костей в суставе.

Суставная сумка покрывает суставные поверхности костей. Внутри этой сумки находится полость сустава, в которой содержится суставная жидкость. Эта 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 и другие.

Контрольные вопросы

1. В состав какой системы организма 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 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 4. СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА

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. 5).

Скелет головы (череп) имеет два отдела: 1) мозговой; 2) лицевой (рис. 6).

Мозговой отдел содержит 8 костей:

- 2 теменные;
- 2 височные;
- 1 лобная, 1 затылочная, 1 решетчатая и 1 клиновидная.

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).

В мозговом отделе черепа находится головной мозг.

Все кости черепа, кроме нижней челюсти, соединяются неподвижно.

Скелет туловища образуют позвоночник и грудная клетка (рис. 7).

Позвоночник содержит 33–34 позвонка и имеет 5 отделов:

- 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.

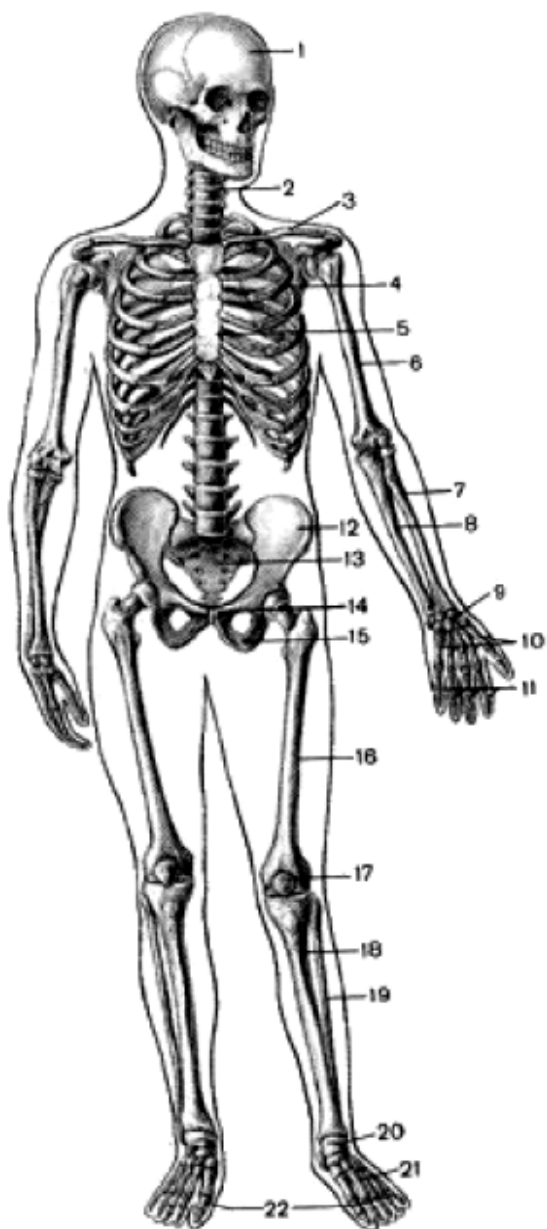


Рис. 5. Скелет человека (вид спереди):
 1 — череп; 2 — позвоночный столб; 3 — ключица; 4 — ребра; 5 — грудина; 6 — плечевая кость; 7 — лучевая кость; 8 — локтевая кость; 9 — кости запястья; 10 — кости пясти; 11 — фаланги пальцев рук; 12 — подвздошная кость; 13 — крестец; 14 — лобковая кость; 15 — седалищная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

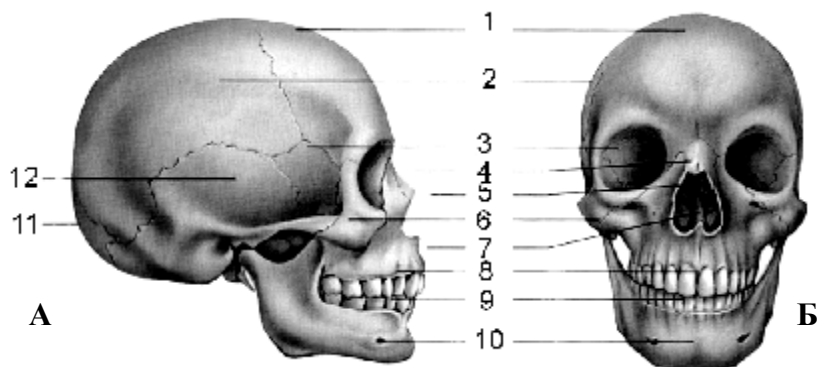


Рис. 6. Строение черепа:

А — вид сбоку; Б — вид спереди; 1 — лобная кость; 2 — теменная кость; 3 — клиновидная кость; 4 — носовая кость; 5 — носовая раковина; 6 — скуловая кость; 7 — сошник; 8 — верхняя челюсть; 9 — зубы; 10 — нижняя челюсть; 11 — затылочная кость; 12 — височная кость

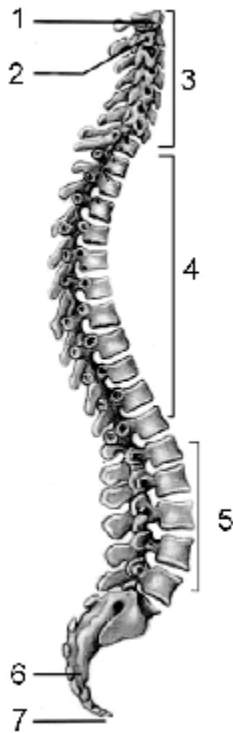


Рис. 7. Позвоночный столб (вид сбоку):
 1 — атлант; 2 — эпистрофей; 3 — шейные позвонки;
 4 — грудные позвонки; 5 — поясничные позвонки;
 6 — крестец; 7 — копчик

Каждый позвонок состоит из тела, дуги и нескольких отростков. 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. 8).

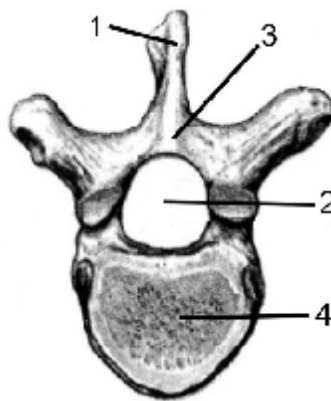


Рис. 8. Строение позвонка:
 1 — остистый отросток; 2 — позвоночное отверстие; 3 — дуга позвонка; 4 — тело позвонка

Позвоночник человека образует **четыре физиологических изгиба**:
 — в шейном и поясничном отделах позвоночника изгибы направлены выпуклостью вперед (лордозы);
 — в грудном и крестцовом отделах — выпуклостью назад (кифозы).
 Физиологические изгибы уменьшают толчки при ходьбе, прыжках и беге, увеличивают размеры грудной клетки и таза.

Грудная клетка образована ребрами, грудиной и грудными позвонками.

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. 9).

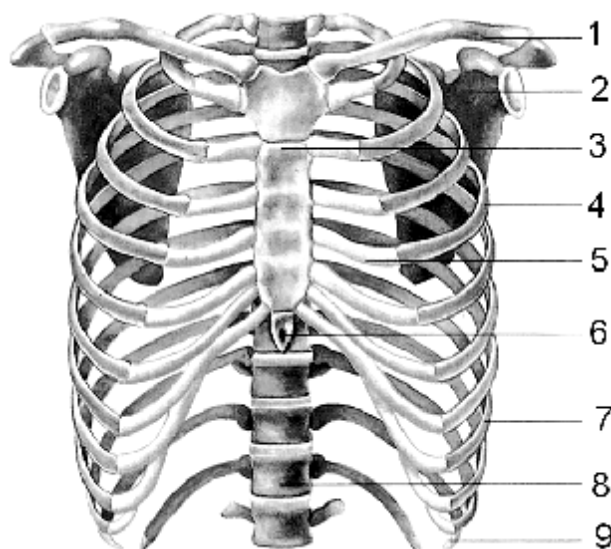


Рис. 9. Грудная клетка и пояс свободной верхней конечности:

1 — ключица; 2 — лопатка; 3 — грудьна; 4 — истинные ребра; 5 — реберный хрящ; 6 — мечевидный отросток грудины; 7 — ложные ребра; 8 — позвоночник; 9 — колеблющиеся ребра

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

Скелет конечностей состоит из скелета пояса, который фиксирует конечности к осевому скелету, и скелета свободной конечности.

– *скелет верхних конечностей* состоит из плечевого пояса и скелета свободной верхней конечности (или 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, кости пястья и фаланги 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, кости плюсны и фаланги пальцев) и надколенника.

Функции скелета человека:

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

Контрольные вопросы

1. Из чего состоит скелет человека? Назовите его отделы.
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. Что образует скелет туловища человека?
7. Назовите отделы позвоночника и число позвонков каждого отдела.
8. Расскажите о строении позвонка.
9. Назовите физиологические изгибы позвоночника человека.
10. Какие функции выполняют физиологические изгибы позвоночника человека?
11. Какие кости образуют грудную клетку?
12. Сколько пар ребер у человека и как они соединяются с грудиной?
13. Что находится в грудной клетке?
14. Из чего состоит скелет конечностей?
15. Назовите кости плечевого пояса.
16. Назовите отделы и кости скелета руки.
17. Как называется пояс нижних конечностей? Какие кости его образуют?
18. Назовите отделы и кости скелета ноги.
19. Какие функции выполняет скелет человека?

Тема 5. МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

Мышцы и скелет образуют опорно-двигательную систему. Мышцы являются активной частью опорно-двигательной системы. У человека более 600 скелетных мышц (около $\frac{1}{3}$ массы тела взрослого человека).

Мышцы состоят из мышечной ткани. Организм человека содержит гладкую мышечную ткань и поперечнополосатую мышечную ткань (рис. 10).

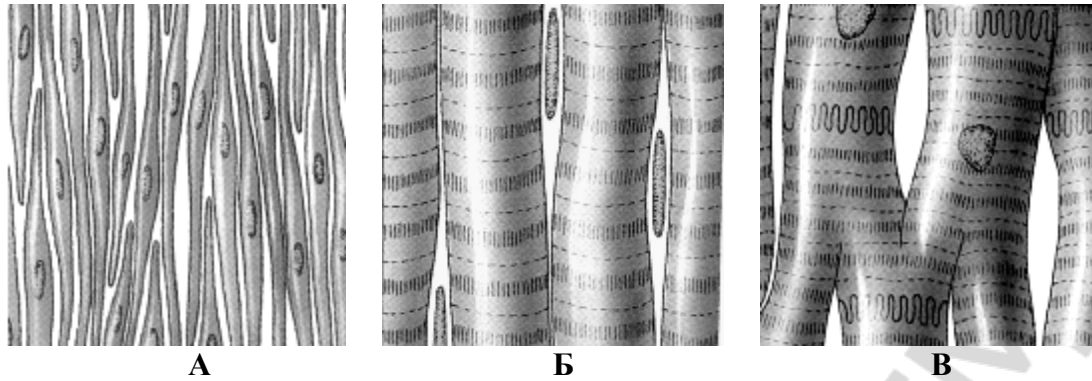


Рис. 10. Мышечная ткань:

А — гладкая; Б — поперечно-полосатая скелетная; В — поперечно-полосатая сердечная

Гладкая мышечная ткань:

- 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 сократительные волокна (миофибриллы);
- сокращается медленно и работает постоянно.

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань:

- образует мышцы скелета, ротовой полости, языка, глотки, верхней части пищевода, гортани, мимические мышцы и диафрагму;
- состоит из длинных мышечных волокон (до 10–12 сантиметров длиной). Каждое волокно состоит из цитоплазмы, большого количества ядер и специальных органоидов — миофибрилл с темными и светлыми участками (дисками);
- сокращается быстро и быстро устает.

Мышца сердца образована поперечнополосатой мышечной тканью особого строения. Она работает постоянно и не устает.

Мышцы содержат сократительные белки актин и миозин. В мышцах находятся кровеносные сосуды, нервы и нервные окончания (рецепторы).

Поперечнополосатые мышечные волокна образуют пучки. Мышечные пучки образуют скелетную мышцу, которая покрыта капсулой из соединительной ткани. Каждая мышца состоит из тела (мышечное брюшко) и сухожилия. С помощью сухожилий мышцы прикрепляются к костям скелета (рис. 11). Мимические мышцы присоединяются одним концом к кости, а вторым — к коже.

По форме скелетные мышцы бывают:

- длинные (мышцы конечностей) и короткие (межреберные мышцы);
- широкие (мышцы живота);
- толстые и тонкие (глубокие мышцы спины);
- двуглавые (бицепс), трехглавые (трицепс).

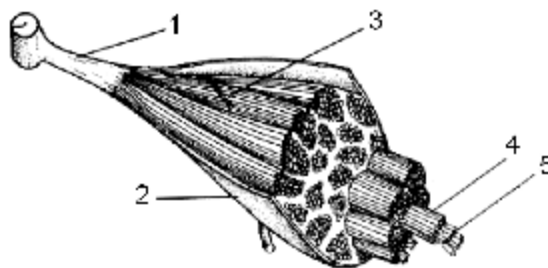


Рис. 11. Строение скелетной мышцы:

1 — сухожилие; 2 — капсула; 3 — пучок мышечных волокон; 4 — мышечное волокно; 5 — миофибриллы

По функции скелетные мышцы бывают:

- сгибатели — расположены впереди сустава (двуглавая мышца),
- разгибатели — расположены позади сустава (трехглавая мышца)

(рис. 12);

- приводящие (расположены кнутри от сустава),
- отводящие (расположены кнаружи от сустава);
- вращатели внутрь и наружу.

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 (рис. 13).

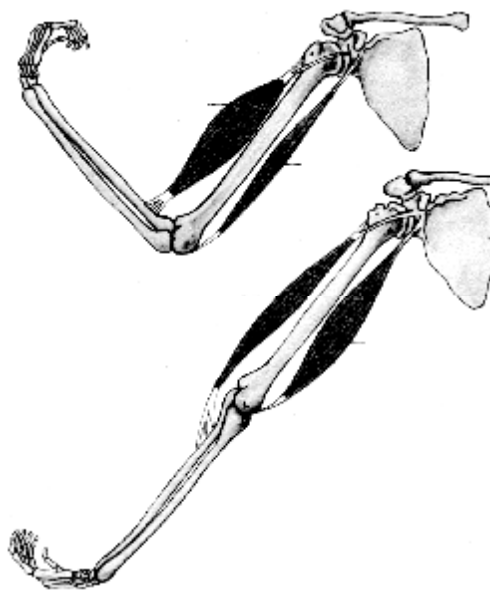


Рис. 12. Мышцы-сгибатели и разгибатели руки:

1 — двуглавая мышца (сгибатель); 2 — трехглавая мышца (разгибатель)

Работа мышц — это сокращение мышц. Для работы мышц нужна энергия, которую они получают при расщеплении АТФ. Работа мышц имеет рефлекторный характер. Рефлекс — это ответная реакция организма на раздражение с участием нервной системы. В ответ на раздражение в мышечных рецепторах возникает возбуждение (импульс). Возбуждение от рецепторов передается по центроостремительным (чувствительным) нейронам в спинной мозг, где находятся вставочные нейроны, а из спинного мозга в мышцу импульс идет по центробежным (двигательным) нейронам. В ответ на это мышца сокращается.

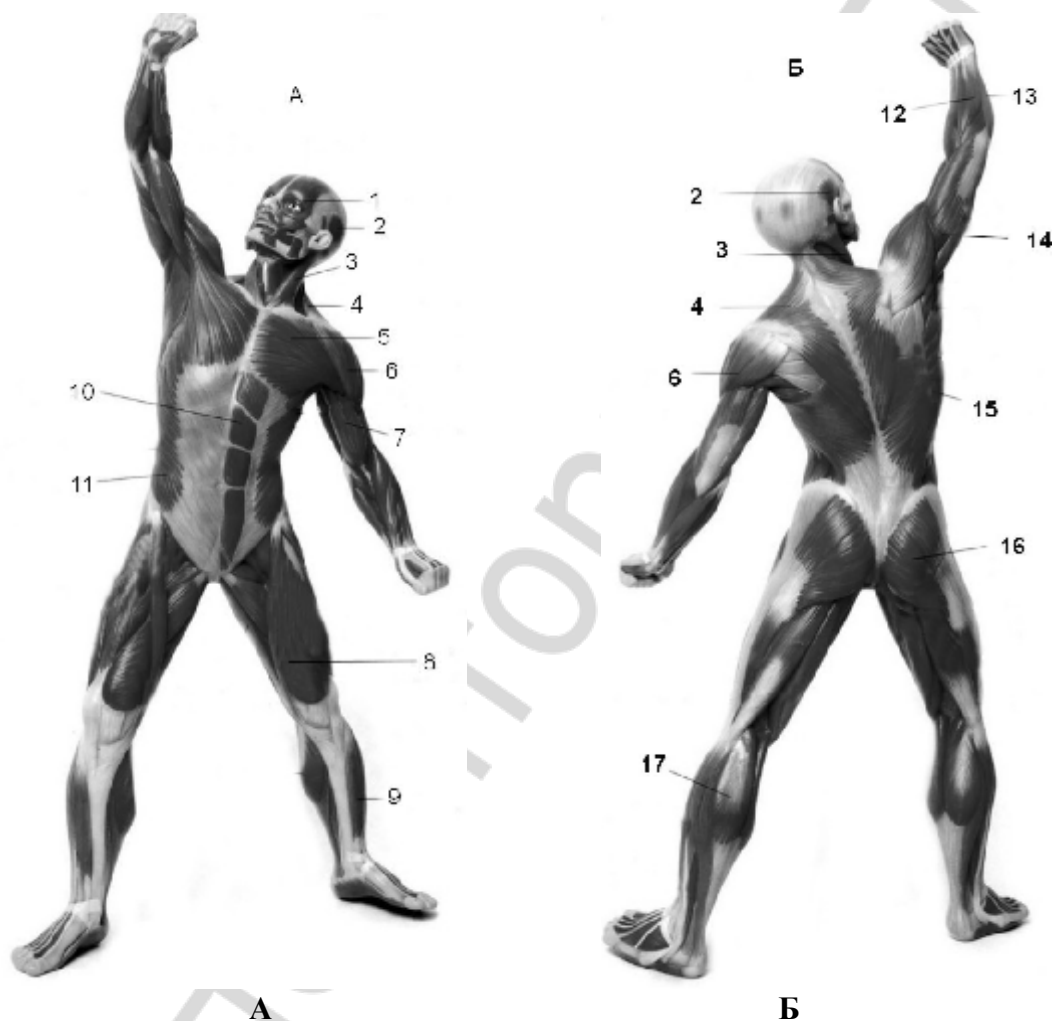


Рис. 13. Скелетные мышцы человека:

А — вид спереди; Б — вид сзади; 1 — круговая мышца глаза; 2 — височная мышца; 3 — грудино-ключично-сосцевидная мышца; 4 — трапециевидная мышца; 5 — большая грудная мышца; 6 — дельтовидная мышца; 7 — двуглавая мышца; 8 — портняжная мышца; 9 — малоберцовая мышца; 10 — прямая мышца живота; 11 — наружная косая мышца живота; 12 — разгибатели кисти; 13 — сгибатели кисти; 14 — трехглавая мышца плеча; 15 — широчайшая мышца спины; 16 — большая ягодичная мышца; 17 — икроножная мышца

Путь, по которому проходит возбуждение, называется *рефлекторной дугой*. Рефлекторная дуга состоит из: рецептора, центроостремительного

нейрона, вставочного нейрона, центробежного нейрона, мышцы (рабочий орган) (рис. 14).

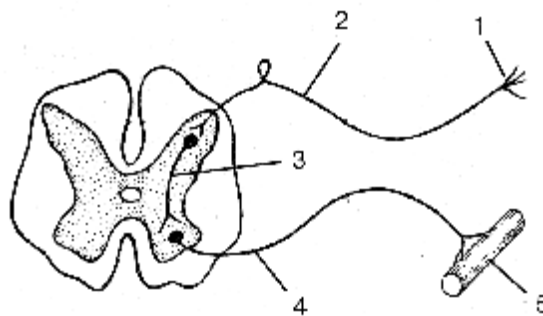


Рис. 14. Схема строения рефлекторной дуги.

1 — рецептор; 2 — чувствительный нейрон; 3 — вставочный нейрон; 4 — двигательный нейрон; 5 — рабочий орган

Скелетные мышцы иннервирует соматическая нервная система. Она обеспечивает быструю реакцию мышц на раздражение.

Кроме того, мышцы иннервируются и вегетативной нервной системой, которая стимулирует их работоспособность.

Роль отделов центральной нервной системы (ЦНС) в регуляции работы мышц:

- средний мозг регулирует тонус мышц;
- мозжечок обеспечивает равновесие и координацию движений.

Функции мышц:

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

Контрольные вопросы

1. Какие виды мышечной ткани содержит организм человека?
2. Где находится гладкая мышечная ткань?
3. Какое строение имеет гладкая мышечная ткань?
4. Что образует поперечнополосатая мышечная ткань?
5. Какое строение имеет поперечнополосатая скелетная мышечная ткань?
6. Какая ткань образует мышцу сердца?
7. Как называются белки мышц?
8. Расскажите о строении скелетной мышцы.
9. Как прикрепляются мышцы к костям?
10. Как делятся мышцы по форме?
11. Как делятся мышцы по функции?
12. Назовите группы мышц по месту расположения.

13. Что такое работа мышц?
14. Что такое рефлекс?
15. Что называется рефлекторной дугой?
16. Назовите части рефлекторной дуги.
17. Какие отделы ЦНС регулируют работу мышц?
18. Какие функции выполняют мышцы?

Тема 6. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА. КРОВЬ И ЕЕ ФУНКЦИИ

Понятие о внутренней среде организма предложено в 1878 г. французским физиологом К. Бернаром.

Все клетки организма нуждаются в поступлении питательных веществ и O_2 и в удалении продуктов жизнедеятельности. Связь между органами дыхания, пищеварения, выделения и всеми клетками организма обеспечивает внутренняя среда организма (кровь, тканевая жидкость, лимфа).

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.

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 грудной и правый лимфатический протоки, 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) защитная.

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

Функции крови:

- дыхательная (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 из форменных элементов (клеток крови) и жидкого межклеточного вещества (плазмы).

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. 15).

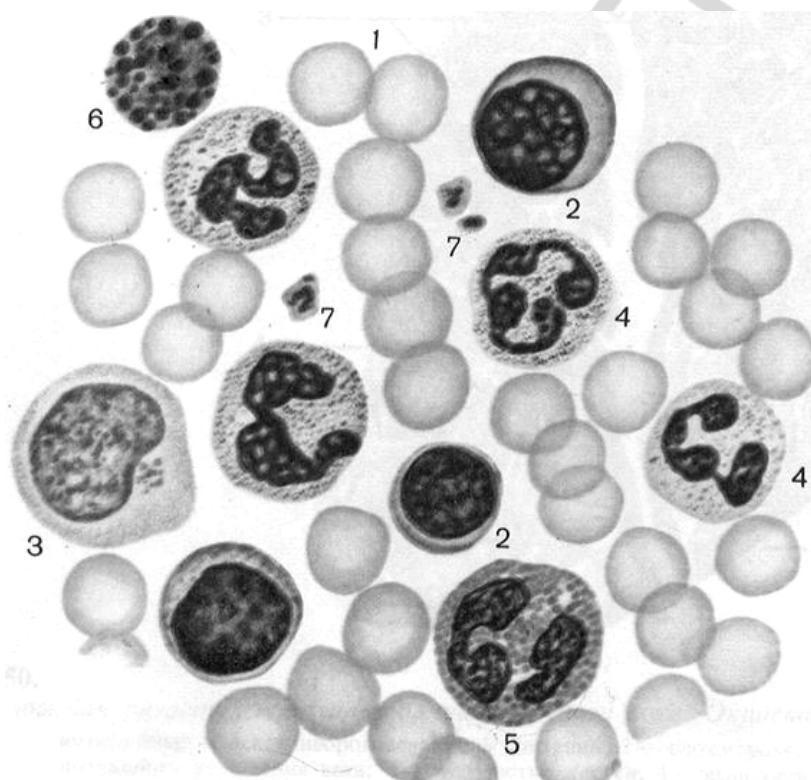


Рис. 15. Форменные элементы крови:

1 — эритроциты; 2 — лимфоцит; 3 — моноцит; 4 — нейтрофилы; 5 — эозинофилы; 6 — базофил; 7 — тромбоциты

Эритроциты — красные клетки крови. Они имеют форму двояковогнутого диска и не имеют ядра. Диаметр эритроцитов 7–8 микрометров. Эритроциты образуются в красном костном мозге. Живут около 120 дней. В них содержится белок гемоглобин. Гемоглобин окрашивает кровь в красный цвет. В составе гемоглобина имеется железо. В 1 мл крови содержится 4–5 миллионов эритроцитов. Они разрушаются в печени и селезенке.

Функция эритроцитов транспортная: 1) они приносят O_2 к тканям и органам; 2) уносят CO_2 от тканей и органов в легкие. Это объясняется спо-

способностью гемоглобина присоединять или отдавать кислород или углекислый газ.

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

Концентрация CO в воздухе до 0,1 % опасна для жизни. Гемоглобин соединяется с CO и образуется карбоксигемоглобин.

Лейкоциты — это белые клетки крови. Они имеют непостоянную форму тела и ядро. Для передвижения лейкоциты образуют ложноножки. Размеры лейкоцитов 6–25 микрометров. В 1 мл крови содержится 6–8 тысяч лейкоцитов. Лейкоциты образуются в красном костном мозге, селезенке, лимфатических узлах. Они живут 2–4 дня. Разрушаются в селезенке, в лимфатических узлах.

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

Основная функция лейкоцитов — защита организма от бактерий, чужеродных белков, инородных тел. Это происходит благодаря их способности к фагоцитозу. Лимфоциты образуют защитные белки — антитела.

Тромбоциты — это кровяные пластинки. Они не имеют ядра. В 1 мл крови содержится 180–320 тысяч тромбоцитов. Форма тромбоцитов округлая или овальная, размеры 2–5 микрометров. 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.

Контрольные вопросы

1. Что образует внутреннюю среду организма?
2. Где находится и из чего образуется тканевая жидкость?
3. Что получают клетки из тканевой жидкости?
4. Что выделяют клетки в тканевую жидкость?
5. Что такое лимфа? Назовите состав лимфы.
6. Из чего образуется лимфа?
7. Что располагается по ходу лимфатических сосудов?
8. Назовите функции лимфы.
9. Что такое кровь?
10. Назовите функции крови.
11. Из чего состоит кровь?
12. Что содержит плазма крови?
13. Назовите клетки крови.
14. Расскажите о строении эритроцитов.
15. Сколько дней живут эритроциты?
16. Как называется белок эритроцитов? Какие функции он выполняет?

17. Сколько эритроцитов содержится в 1 мл крови?
18. Где образуются и где разрушаются эритроциты?
19. Как образуются оксигемоглобин, карбгемоглобин и карбоксигемоглобин?
20. Назовите функции эритроцитов.
21. Расскажите о строении лейкоцитов.
22. Сколько дней живут лейкоциты?
23. Сколько лейкоцитов содержится в 1 мл крови?
24. Где образуются и где разрушаются лейкоциты?
25. Назовите виды лейкоцитов.
26. Назовите функцию лейкоцитов.
27. Расскажите о строении тромбоцитов.
28. Сколько тромбоцитов содержится в 1 мл крови?
29. Сколько дней живут тромбоциты?
30. Где образуются и где разрушаются тромбоциты?
31. Назовите функцию тромбоцитов.

Тема 7. 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. Это мышечный орган. Масса сердца 200–300 грамм. 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 (рис. 16).

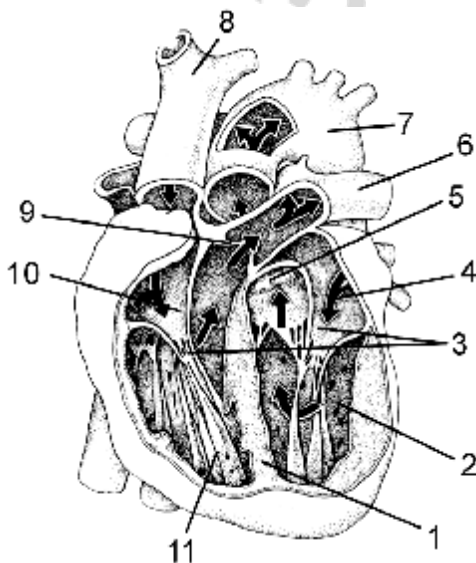


Рис. 16. Строение сердца человека:
 1 — межжелудочковая перегородка;
 2 — левый желудочек; 3 — створчатые клапаны; 4 — левое предсердие; 5 — полулунный клапан в устье аорты; 6 — левая легочная артерия; 7 — дуга аорты; 8 — верхняя полая вена; 9 — полулунные клапаны в основании легочного ствола; 10 — правое предсердие; 11 — правый желудочек

Стенка сердца имеет 3 слоя: 1) *эндокард* — внутренний слой, который состоит из эпителиальной ткани; 2) *миокард* — средний слой, который состоит из поперечно-полосатой мышечной ткани особого строения; 3) *эпикард* — наружный слой, который состоит из соединительной ткани, покрытой эпителием.

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.

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

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 продолжается **0,8 сек.** Во время цикла предсердия работают 0,1 сек., а 0,7 сек. отдыхают. Желудочки работают 0,3 сек., а 0,5 сек. отдыхают. Поэтому сердечная мышца не устает и работает всю жизнь.

Работа сердца регулируется **вегетативной нервной системой**. Симпатическая нервная система усиливает и ускоряет сокращения сердца. Парасимпатическая нервная система замедляет работу сердца.

Работу сердца регулируют и **биологически активные вещества**: гормоны и ионы. Регуляция работы сердца с участием гормонов называется *гуморальной регуляцией*. Адреналин (гормон надпочечников) и ионы кальция усиливают работу сердца. Ацетилхолин 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 находится сердце?
4. Из каких тканей образована околосердечная сумка?
5. Что выделяет околосердечная сумка?
6. Назовите слои стенки сердца.
7. Из каких камер состоит сердце?
8. Какой клапан находится между левым предсердием и левым желудочком?
9. Какой клапан находится между правым предсердием и правым желудочком?
10. Назовите функцию створчатых клапанов.
11. Какие сосуды подходят к правому и левому предсердиям?
12. Какие сосуды отходят от правого и левого желудочков?
13. Какие клапаны находятся в местах выхода кровеносных сосудов из желудочков?
14. Что такое работа сердца?
15. Назовите фазы сердечного цикла. Что происходит в каждой фазе?
16. Что такое сердечный цикл? Сколько времени он продолжается?
17. Что регулирует работу сердца?
18. Как изменяют работу сердца симпатическая и парасимпатическая нервная система?
19. Что такое гуморальная регуляция?
20. Как адреналин и ацетилхолин влияют на работу сердца?

Тема 8. СТРОЕНИЕ СОСУДОВ. КРУГИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

При сокращении сердца кровь поступает в кровеносные сосуды. Кровеносная система имеет **три вида сосудов**: артерии, капилляры и вены (рис. 17).

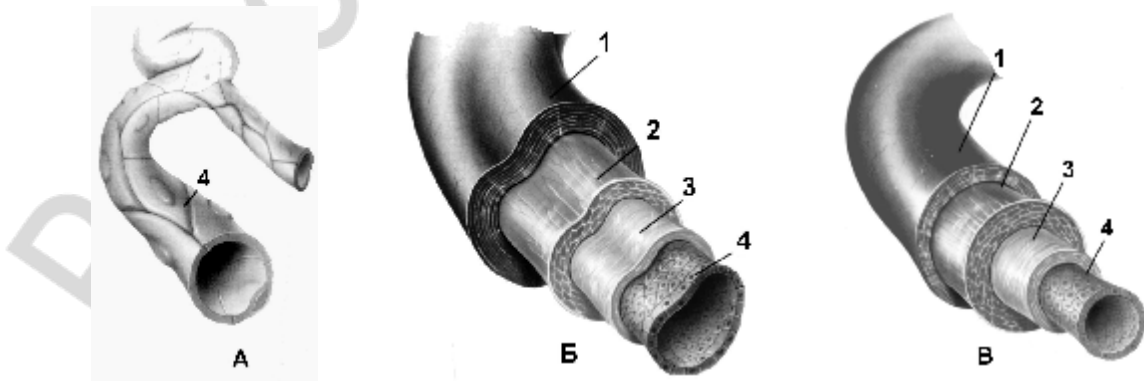


Рис. 17. Кровеносные сосуды:

А — капилляр; Б — артерия; В — вена; 1 — соединительнотканый слой; 2 — гладкомышечный слой; 3 — слой эластических волокон; 4 — эндотелий

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. Такие стенки прочные и эластичные.

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-ми микрометров, толщина стенок около 1-го микрометра, длина 0,2–0,7 миллиметра. Общая площадь сечения всех капилляров тела составляет 6300 м².

Через стенку капилляров происходит обмен веществ и газов: 1) питательные вещества и кислород из крови через стенки капилляров выходят в ткани; 2) продукты обмена веществ и углекислый газ из клеток и тканей идут в капилляры.

Капилляры соединяют мелкие артерии и вены.

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

Стенка вен имеет три слоя: 1) соединительная ткань; 2) мышечная ткань; 3) эпителиальная ткань. Стенки вен более тонкие, чем стенки 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. 18).

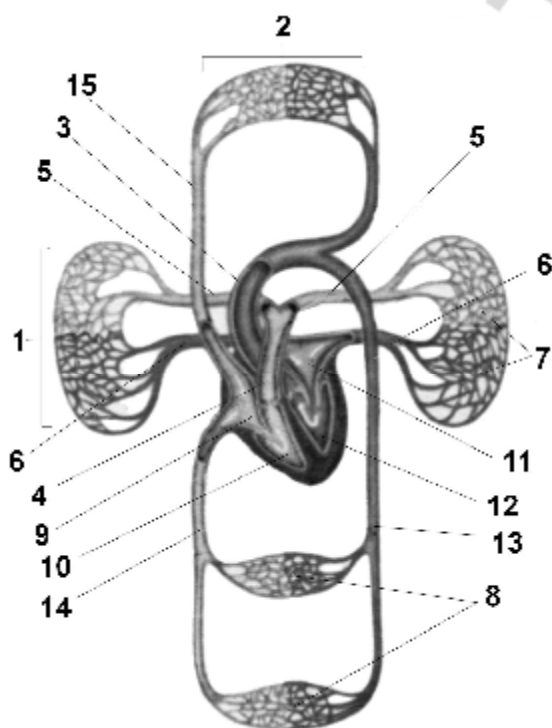


Рис. 18. Схема кругов кровообращения: 1 — малый круг кровообращения; 2 — большой круг кровообращения; 3 — аорта; 4 — легочной ствол; 5 — легочные артерии; 6 — легочные вены; 7 — капилляры альвеол; 8 — капилляры внутренних органов; 9 — правое предсердие; 10 — правый желудочек; 11 — левое предсердие; 12 — левый желудочек; 13 — брюшная аорта; 14 — нижняя полая вена; 15 — верхняя полая вена

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. Артерии в органах образуют капилляры. Через стенку капилляров в ткани идет кислород 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 .

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 к легким. В легких артерии распадаются на более 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-м 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 называется кровообращением?
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 9. ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Дыхание — это процесс, который обеспечивает газообмен 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. 19).

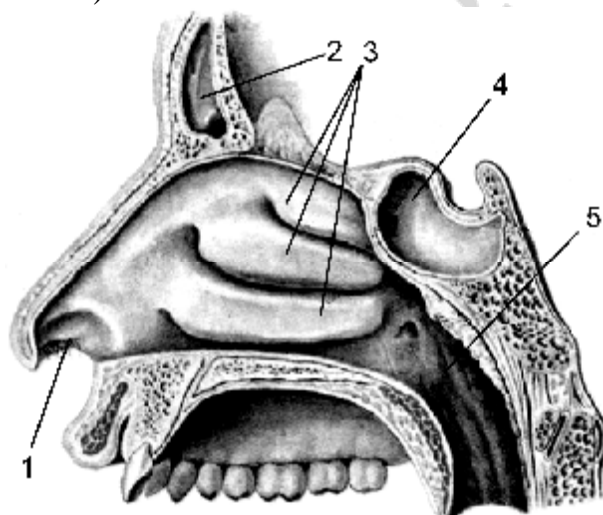


Рис. 19. Носовая полость:

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

Эпителиальная оболочка носовой полости содержит реснички, железы и много кровеносных сосудов. Кровь согревает воздух в носовой полости. Реснички эпителия очищают воздух от пыли. Слизь желез задерживает микробы. 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. **Гортань** образована хрящами и мышцами. Полость гортани покрыта слизистой оболочкой. *Хрящи гортани:*

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

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 (рис. 20).

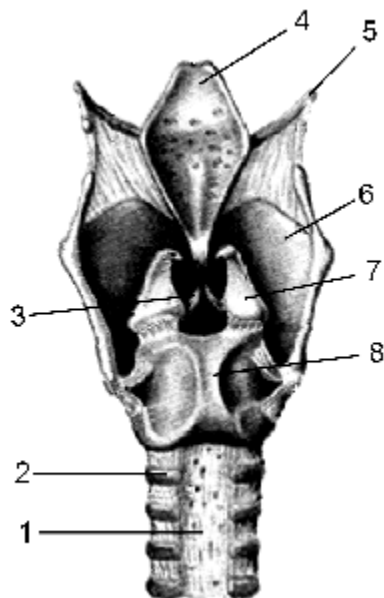


Рис. 20. Гортань:

1 — трахея; 2 — хрящевое полукольцо; 3 — голосовая связка; 4 — надгортанник; 5 — подъязычная кость; 6 — щитовидный хрящ; 7 — черпаловидный хрящ; 8 — перстневидный хрящ

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 легкие. В легких бронхи ветвятся, образуя **бронхиальное дерево**. Тонкие бронхи переходят в бронхиолы. Стенки бронхиол имеют мышечные волокна. На концах бронхиол находятся **альвеолы** (легочные пузырьки). Стенки альвеол образованы одним слоем эпителиальных клеток. Альвеолы окружены кровеносными капиллярами. Диаметр альвеол 0,2–0,3 миллиметра. В легких находится 300–400 миллионов альвеол. В альвеолах происходит газообмен.

Легкие находятся в грудной полости. Правое легкое имеет 3 доли, левое — 2 доли (рис. 21).

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 листов: наружного, который выстилает грудную клетку и внутреннего, покрывающего все легкое. Между листками находится плевральная полость, в которой имеется жидкость. В ней нет воздуха.

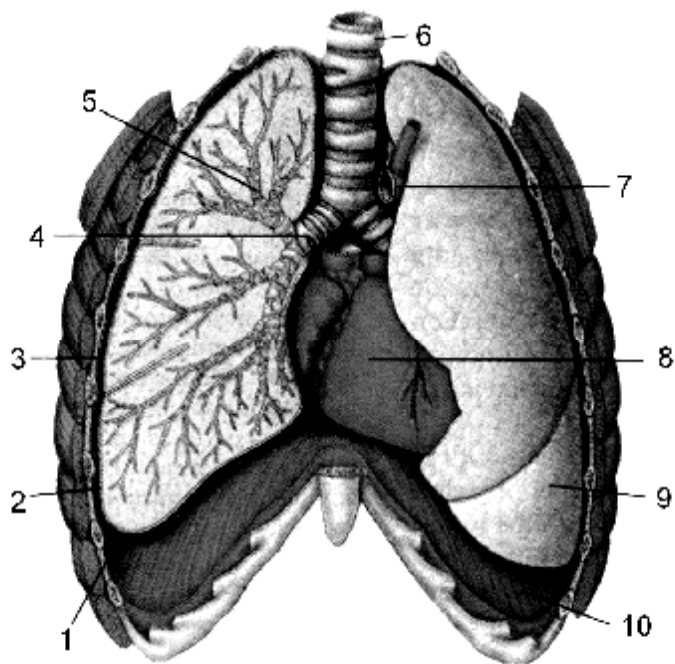


Рис. 21. Легкие человека:

1 — плевральная полость; 2 — висцеральная плевра; 3 — париетальная плевра; 4 — правый бронх; 5 — внутрилегочные бронхи; 6 — трахея; 7 — аорта; 8 — сердце; 9 — нижняя доля левого легкого; 10 — диафрагма

Газообмен происходит по закону диффузии (из области большего давления газ идет в область меньшего давления). С вдыхаемым воздухом кислород поступает в альвеолы. Из альвеол кислород идет в кровь и соединяется с гемоглобином. Кровь становится артериальной. Диоксид углерода из крови идет в альвеолы, бронхиолы, бронхи, трахею, гортань и с выдыхаемым воздухом удаляется из организма.

Артериальная кровь по легочным венам поступает в левое предсердие, затем в левый желудочек и в аорту. По артериям большого круга кровообращения она идет к внутренним органам и тканям. Между артериальной кровью и клетками внутренних органов происходит газообмен. CO_2 идет из клеток в кровь, где соединяется с гемоглобином и образует соединение — карбгемоглобин. Кровь становится венозной. O_2 идет из крови в клетки внутренних органов.

Венозная кровь по венам большого круга кровообращения попадает в верхнюю и нижнюю полые вены, затем в правое предсердие, правый желудочек, легочной ствол, легочные артерии и в капилляры альвеол.

Газообмен 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 увели-

чивается и легкие расширяются. Давление в них становится ниже атмосферного. Воздух по воздухоносным путям идет в легкие.

При выдохе наружные межреберные мышцы и диафрагма расслабляются. Ребра опускаются, объем грудной клетки и легких уменьшается. Давление в альвеолах возрастает. 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.

Основная **функция** дыхательной системы — это газообмен между организмом и окружающей средой.

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. Что содержит эпителиальная оболочка носовой полости?
7. Что происходит с воздухом в носовой полости?
8. Куда проходит воздух из носовой полости?
9. Назовите хрящи гортани.
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. Где происходит газообмен?
15. Где находятся легкие?
16. Сколько долей имеет правое и левое легкое?
17. Чем покрыты легкие?
18. Как происходит газообмен 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?
25. Назовите основную функцию дыхательной системы.

Тема 10. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

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

Отделы пищеварительного канала: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник, который заканчивается анальным отверстием (рис. 22).

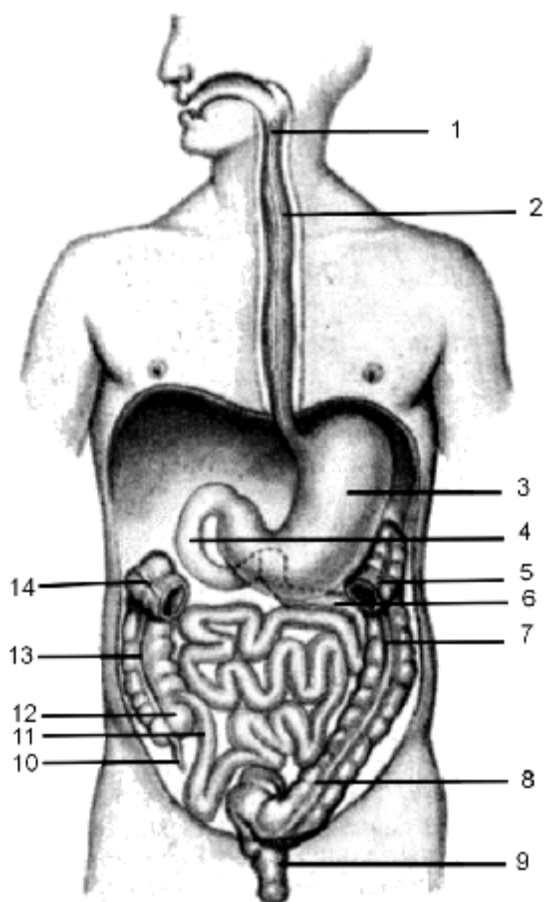


Рис. 22. Схема пищеварительного тракта:

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

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

Ротовую полость образуют губы, щеки, небо, язык и мышцы дна ротовой полости (рис. 23).

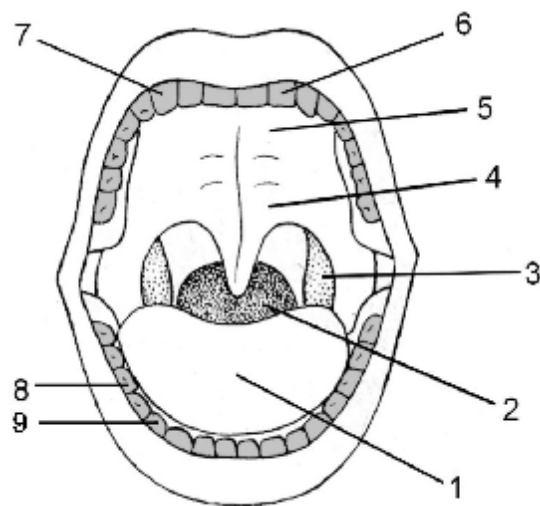


Рис. 23. Ротовая полость:

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

Зубы закладываются в период эмбрионального развития. На 5–6-м месяце после рождения развиваются молочные зубы. С 6-ти лет молочные зубы заменяются постоянными. Зубы расположены на верхней и нижней челюстях. У взрослого человека **32 зуба**: 8 резцов, 4 клыка, 8 малых (премоляров) и 12 больших коренных (моляров). *Зуб состоит* из коронки, шейки и корня. Внутри зуба находится 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 (рис. 24).

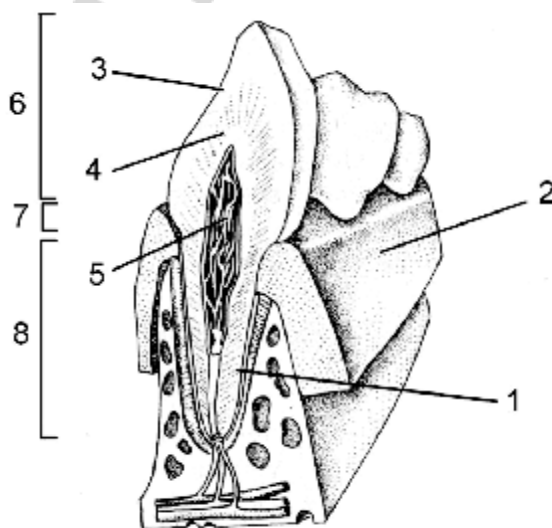


Рис. 24. Строение зуба:

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

Язык — мышечный орган, который покрыт слизистой оболочкой. *Язык состоит* из корня, тела и вершушки. В слизистой оболочке находятся вкусовые рецепторы. На вершушке языка расположены рецепторы, которые воспринимают сладкое, по бокам языка — кислое и соленое, на корне языка — горькое.

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

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

Функции ротовой полости:

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

Глотание — это рефлекторный 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 идет в желудок.

Желудок — это мышечный орган объемом 1,5–2 литра. Он располагается в верхней части брюшной полости слева под диафрагмой. В желудке выделяют малую (верхнюю) и большую (нижнюю) кривизну (рис. 25).

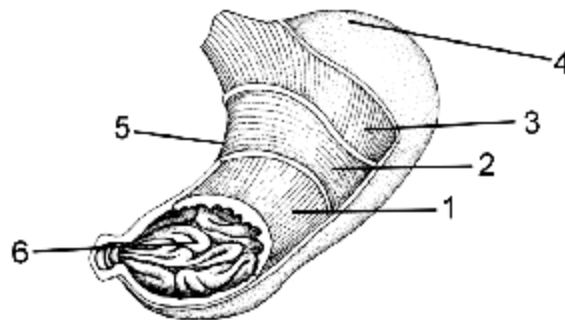


Рис. 25. Строение желудка:

1 — продольный слой мышц; 2 — кольцевой слой мышц; 3 — косой слой мышц; 4 — дно; 5 — тело; 6 — складки слизистой в пилорическом отделе

Отделы желудка: 1) дно (верхняя часть); 2) тело (средняя часть); 3) пилорическая область (нижняя часть).

Стенка желудка состоит из 3-х слоев: 1) соединительной ткани (наружный); 2) мышечной ткани (средний); 3) эпителиальной ткани (внутренний). Слизистая оболочка желудка (внутренний слой) образует складки. Мышцы стенки желудка состоят из 3-х слоев: продольного, кольцевого и косо́го.

В стенке желудка имеются 3 группы желез: 1) главные (выделяют пепсин и химозин); 2) обкладочные (выделяют соляную кислоту); 3) добавочные (выделяют слизь).

Тонкий кишечник имеет длину 5–7 метров. Он состоит из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок. Стенка тонкой кишки имеет 3 слоя: слизистый, мышечный и серозный.

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 2-х слоев гладких мышц: внутреннего (круговой) и наружного (продольный).

Длина двенадцатиперстной кишки — 25–30 сантиметров. В двенадцатиперстную кишку открываются протоки поджелудочной железы и печени.

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. Желчь образуется постоянно, но поступает в тонкий кишечник при приеме пищи. Через желчный проток она выделяется в двенадцатиперстную кишку.

Функции печени: 1) защитная (барьерная) — очищает кровь от ядовитых веществ; 2) образует желчь; 3) в печени синтезируются белки плазмы крови, запасается гликоген; 4) участвует в обмене белков, жиров и углеводов.

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.

Тонкая кишка переходит в толстый кишечник. Длина толстого кишечника 1,5–2 метра, диаметр 4–8 сантиметров.

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. Толстый кишечник заканчивается анальным отверстием.

Слизистая оболочка толстого кишечника образует складки, ворсинок нет. Мышечный слой толстой кишки больше, чем тонкой.

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. Назовите пищеварительные железы.
7. Что образует ротовую полость?
8. Где расположены зубы?
9. Какие зубы имеются у взрослого человека?
10. Расскажите о строении зуба.
11. Какое значение имеют зубы?
12. Что такое язык?
13. Назовите рецепторы, которые находятся в слизистой оболочке языка.
14. Назовите функции языка.
15. Что такое глотание? Где находится центр глотания?
16. Что происходит при глотании?
17. Что такое пищевод?
18. Что такое желудок? Где он расположен?
19. Назовите отделы желудка.
20. Назовите слои стенки желудка.
21. Какие железы находятся в стенке желудка и что они выделяют?
22. Расскажите о строении тонкого кишечника.
23. Расскажите о строении и функции ворсинки.
24. Куда открываются протоки печени и поджелудочной железы?
25. Что такое печень? Где она расположена?
26. Где образуется и где собирается желчь?
27. Назовите функции печени.
28. Где находится поджелудочная железа? Из чего она состоит?
29. Что образуют клетки поджелудочной железы?
30. Расскажите о строении толстого кишечника.
31. Где находится аппендикс?

Тема 11. ПОНЯТИЯ О ФЕРМЕНТАХ. ИЗМЕНЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЛОСТИ РТА, В ЖЕЛУДКЕ И В КИШЕЧНИКЕ

Ферменты (энзимы) — это биологически активные вещества белковой природы. Ферменты ускоряют биохимические реакции. При расщеплении органических веществ в пищеварительном канале ферменты выполняют роль катализаторов. Пищеварительные ферменты образуются в слюнных железах, желудке, поджелудочной железе, кишечнике.

Свойства пищеварительных ферментов:

– **специфичность**: каждый фермент расщепляет определенное питательное вещество. *Протеазы* (пепсин, химозин, трипсин, химотрипсин, энтерокиназа, аминопептидаза, карбоксипептидаза) расщепляют белки. *Липазы* расщепляют жиры. *Амилазы* (амилаза, мальтаза, лактаза) расщепляют углеводы. *Нуклеазы* расщепляют нуклеиновые кислоты;

– **действуют в определенной химической среде**. Пепсин (фермент желудочного сока) активен только в кислой среде. Для работы ферментов кишечника необходима щелочная среда;

– **действуют при определенной температуре**. Оптимальная температура для работы ферментов 36–37 °С. Если температура изменяется, ферменты снижают свою активность. Это приводит к нарушению пищеварения и заболеваниям;

– **высокая биохимическая активность** (малое количество фермента расщепляет большую массу органического вещества).

Ферменты начинают переваривать пищу **в полости рта**.

Слюнные железы выделяют слюну. Она содержит 99 % воды, минеральные соли и органические вещества. В сутки вырабатывается 500–1500 миллилитров слюны (зависит от пищи). В слюне содержится лизоцим, который обладает бактерицидным действием.

Ферменты слюны пталин (амилаза) и мальтаза расщепляют крахмал до моносахаридов (пталин — до мальтозы, мальтаза — до глюкозы). Ферменты слюны действуют в слабощелочной среде.

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 (молоко).

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

Образование и выделение желудочного сока регулируется нервными и гуморальными механизмами. Центр пищеварения находится в продолговатом мозге. Гуморальная регуляция выделения желудочного сока обеспечивается гормоном гастрином, который выделяется в кровь слизистой желудка.

В желудке всасываются: глюкоза, вода, растворенные соли и некоторые лекарственные препараты.

Пищеварение продолжается в тонком кишечнике. В двенадцатиперстную кишку выделяются *поджелудочный сок* и *желчь*.

Поджелудочный сок имеет щелочную реакцию и содержит разные ферменты:

- *трипсин* и *химотрипсин* расщепляют полипептиды до аминокислот;

- *липаза* расщепляет жиры до глицерола и жирных кислот;
- *амилаза* и *мальтаза* расщепляют углеводы до глюкозы;
- *нуклеазы* расщепляют нуклеиновые кислоты до нуклеотидов.

Желчь: 1) эмульгирует (дробит на маленькие капельки) жиры; 2) помогает всасыванию жиров и жирорастворимых витаминов; 3) активирует ферменты кишечника; 4) усиливает сокращения гладких мышц стенки кишки; 5) убивает микроорганизмы. Желчь не содержит ферментов.

Слизистая оболочка тонкого кишечника имеет много желез, которые выделяют кишечный сок. За сутки выделяется 2 литра сока. Реакция среды сока щелочная. **Кишечный сок** содержит 22 фермента:

- *протеазы* (энтерокиназа, аминопептидаза, карбоксипептидаза) расщепляют белки;
- *липаза* — расщепляет жиры;
- *амилолитические ферменты* (амилаза, мальтаза, лактаза) расщепляют углеводы;
- *нуклеазы* — расщепляют нуклеиновые кислоты.

В этом отделе кишечника пищеварение заканчивается.

В тонком кишечнике происходит **всасывание**. В ворсинки поступают аминокислоты, глюкоза, глицерол и жирные кислоты. 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 расщепляют целлюлозу, синтезируют витамины группы В и К. В толстом кишечнике образуются каловые массы, которые через анальное отверстие выводятся из организма.

Контрольные вопросы

1. Что такое ферменты? Где они образуются?
2. Назовите свойства пищеварительных ферментов.
3. Назовите состав слюны.
4. Назовите ферменты слюны.
5. Какие вещества расщепляют ферменты слюны? В какой среде они действуют?
6. Что содержит желудочный сок?
7. Назовите ферменты желудочного сока.
8. Какие вещества расщепляют ферменты желудочного сока? В какой среде они действуют?
9. Где находится центр пищеварения?
10. Чем обеспечивается гуморальная регуляция выделения желудочного сока?

11. Какие вещества всасываются в желудке?
12. Назовите ферменты поджелудочного сока.
13. Какие вещества расщепляют ферменты трипсин и химотрипсин и до каких соединений?
14. Какие вещества расщепляет фермент липаза и до каких соединений?
15. Какие вещества расщепляют ферменты амилаза и мальтаза и до каких соединений?
16. Какие вещества расщепляют ферменты нуклеазы и до каких соединений?
17. Назовите функции желчи.
18. Какие ферменты содержит кишечный сок?
19. Куда всасываются аминокислоты и глюкоза?
20. Где синтезируются жиры и куда они поступают?
21. Что происходит в толстом кишечнике?

Тема 12. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И РАБОТА ПОЧЕК. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КОЖИ

При обмене веществ в организме образуются аммиак, мочевая кислота, мочевины, 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. 26).

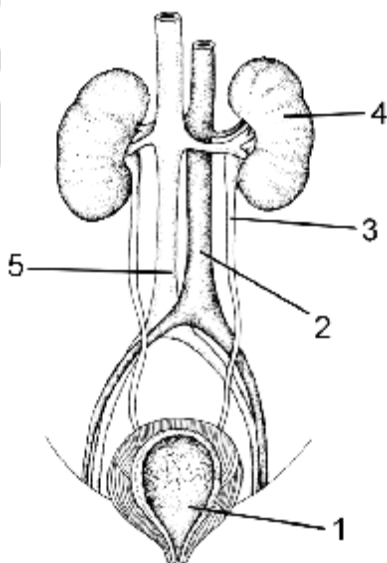


Рис. 26. Строение мочевыделительной системы:

1 — мочевой пузырь; 2 — брюшная аорта; 3 — мочеточник; 4 — почка; 5 — нижняя полая вена

Почки — парный орган бобовидной формы. Они лежат в брюшной полости в поясничном отделе, по бокам от позвоночника. Вес каждой почки 150 грамм, длина около 10-ти сантиметров. На вогнутой стороне почки находятся «ворота». Через ворота идут мочеточник, почечные артерии и вены, нервы, лимфатические сосуды. Каждая почка покрыта капсулой. Капсула — это оболочка из соединительной ткани (рис. 27).

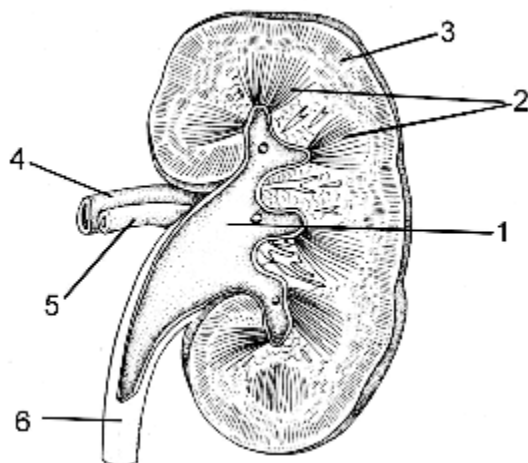


Рис. 27. Строение почки (продольный разрез):

1 — почечная лоханка; 2 — мозговой слой (пирамиды); 3 — корковый слой; 4 — почечная вена; 5 — почечная артерия; 6 — мочеточник

Наружный слой почки называется *корковый*, внутренний слой почки называется *мозговой*. В корковом слое находятся почечные тельца нефронов, а в мозговом канальцы нефронов. Мозговой слой образует 15–20 пирамид. В центре почки находится полость — *лоханка*. В нее открываются пирамиды. Между пирамидами располагается корковое вещество.

Структурной и функциональной единицей почки является **нефрон** (рис. 28).

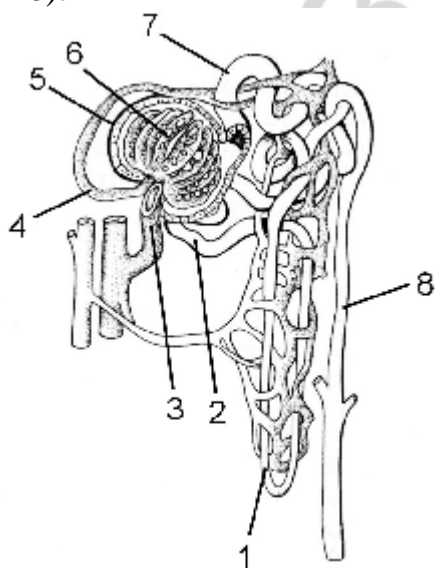


Рис. 28. Строение нефрона:

1 — петля Генле; 2 — извитой каналец II-го порядка; 3 — приносящая артерия; 4 — выносящая артерия; 5 — капсула; 6 — сосудистый клубочек; 7 — извитой каналец I-го порядка; 8 — собирательная трубочка

В почке содержится около 1-го миллиона нефронов. Нефрон состоит из *почечного тельца* (капсула нефрона, в которой находится клубочек капилляров) и *канальца*. Стенка канальца содержит один слой эпителиальных клеток. Капсула находится в корковом слое почки. От нее отходит извитой каналец I-го порядка (*нисходящая часть канальца*), который идет к мозговому слою. В мозговом слое каналец I-го порядка образует петлю (*средняя часть канальца*). Петля возвращается в корковое вещество, и там образует извитой каналец II-го порядка (*восходящая часть канальца*). Каналец II-го 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**, который заканчивается отверстием.

В почках образуется моча, которая содержит продукты обмена.

Моча образуется в 2 стадии: *фильтрация* (образование первичной мочи) и *реабсорбция* (образование вторичной мочи).

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

Реабсорбция (обратное всасывание) происходит в канальце нефрона. Из капсулы нефрона первичная моча идет в извитой каналец, где происходит обратное всасывание в кровь воды, глюкозы, аминокислот, ионов натрия, калия. В результате реабсорбции образуется **вторичная моча**. Она содержит мочевины, мочевую кислоту, аммиак, сульфаты и др. В сутки образуется 1,5 литра вторичной мочи. Из канальцев она идет в почечную лоханку и по мочеточнику поступает в мочевой пузырь; из него по мочеиспускательному каналу выводится наружу.

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

Функции почек:

- регулируют объемы крови, лимфы и тканевой жидкости;
- регулируют кислотно-щелочное равновесие;
- регулируют артериальное давление;
- регулируют обмен углеводов и белков;
- секретируют биологически активные вещества (ангиотензин, эритропоэтин, простагландины, ренин);
- поддерживают постоянство внутренней среды организма (гомеостаз).

Кожа — наружный покров тела. Площадь кожи 1,5–1,6 м². Она состоит из **3-х слоев**: наружного — эпидермиса; среднего — собственно кожи (дермы); внутреннего — подкожной жировой клетчатки (рис. 29).

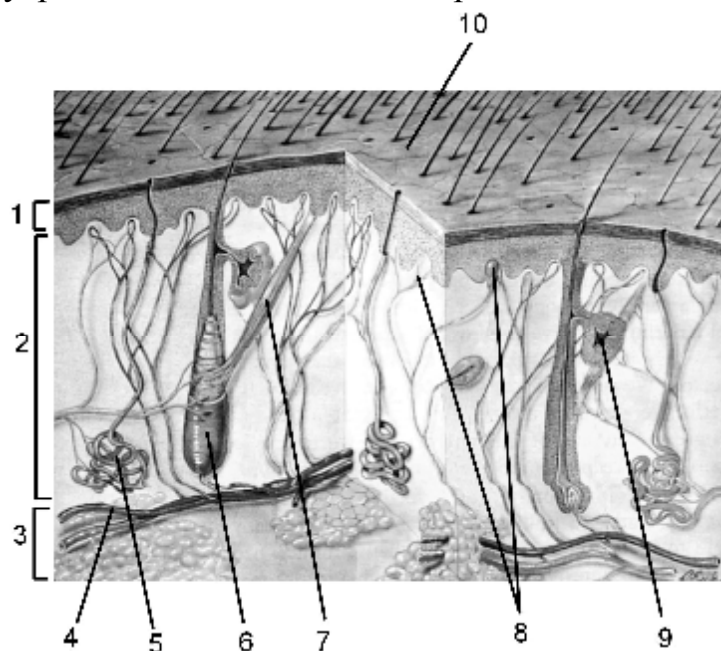


Рис. 29. Строение кожи:

1 — эпидермис; 2 — дерма; 3 — подкожная жировая клетчатка; 4 — кровеносные сосуды; 5 — потовая железа; 6 — волосяной фолликул; 7 — гладкомышечное волокно; 8 — нервные окончания; 9 — сальная железа; 10 — волос

Эпидермис образован эпителиальной тканью. Толщина эпидермиса 0,07–2,5 миллиметра. Наружный слой эпидермиса роговой, внутренний — ростковый.

Роговой слой состоит из мертвых клеток. Эти клетки слущиваются и заменяются новыми (развит на ладонях и подошвах).

Ростковый слой находится под роговым слоем. Он состоит из живых клеток. 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.

В эпидермисе есть чувствительные нервные окончания (рецепторы). Производными рогового слоя эпидермиса являются *ногти* (растут всю жизнь).

Собственно кожа (дерма) лежит под эпидермисом. Она имеет толщину от 0,5 до 5-ти миллиметров. В дерме выделяют сосочковый и сетчатый слой.

Сосочковый слой состоит из рыхлой соединительной ткани и образует выступы в эпидермис. Он содержит волокна, которые придают коже прочность и упругость, кровеносные и лимфатические сосуды, рецепторы.

Под сосочковым находится *сетчатый слой*. Он содержит сальные, потовые железы, 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 содержит H_2O , аммиак, мочевины, минеральные соли.

Сальные железы выделяют кожное сало, которое смазывает волосы, кожу и делает их эластичными. Протоки сальных желез открываются в волосяные сумки.

Волосы являются роговыми образованиями кожи. Состоят из волосяной луковицы, корня и стержня. Волосяная луковица и корень волоса окружены волосяной сумкой. К волосяной луковице подходят сосуды и нервы. К волосяной сумке прикрепляется мышца, которая поднимает волос.

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

Функции кожи:

- защита организма 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 (в коже находятся осязательные, температурные и болевые рецепторы).

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. Как называются слои почки?
8. Что находится в корковом и мозговом слоях почки?
9. Что образует мозговой слой?
10. Что является структурной и функциональной единицей почки?
11. Из каких частей состоит нефрон?
12. Что находится в капсуле нефрона?
13. В каком слое почки находятся капсулы нефронов?
14. Какие части имеет каналец нефрона?
15. Куда открываются собирательные трубочки?

16. Назовите стадии образования мочи.
17. Где и как происходит образование первичной мочи?
18. Где и как происходит образование вторичной мочи?
19. Что содержит первичная моча?
20. Что содержит вторичная моча?
21. Где находится центр мочеиспускания?
22. Назовите функции почек.
23. Что такое кожа? Назовите слои кожи.
24. Какой тканью образован эпидермис?
25. Назовите слои эпидермиса.
26. Из каких клеток состоит роговой слой эпидермиса?
27. Из каких клеток состоит ростковый слой эпидермиса?
28. Как называется пигмент кожи и в каком слое он находится?
29. Назовите слои дермы.
30. Какой тканью образован сосочковый слой дермы и что он содержит?
31. Где находится сетчатый слой дермы и что он содержит?
32. Расскажите о строении потовой железы.
33. Что содержит пот?
34. Что выделяют сальные железы?
35. Назовите функции жира.
36. Расскажите о строении волоса.
37. Что находится под дермой?
38. Какой тканью образована подкожно-жировая клетчатка?
39. Назовите функции кожи.

Тема 13. НЕРВНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ СПИННОГО МОЗГА

Нервная система выполняет следующие функции:

- 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 **анатомически подразделяется** на центральную (ЦНС) и периферическую (ПНС). Центральная нервная система — это головной и спинной мозг. Периферическая нервная система — это нервные узлы, 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 на соматическую и вегетативную. *Соматическая нервная система* отвечает за

работу скелетных мышц, иннервирует кожу, кости, органы чувств. *Вегетативная нервная система* регулирует работу внутренних органов: сердца, кровеносных сосудов, желудка, печени, легких и почек.

Нервная система образована нервной тканью. Нервная ткань состоит из нейроглии и нейронов. Нейрон — нервная клетка, которая имеет отростки. Длинный отросток клетки называется *аксон*. Короткие отростки называются *дендриты*. Тела нейронов и дендриты расположены в спинном и головном мозге, нервных узлах и образуют серое вещество. Аксоны нейронов образуют белое вещество головного и спинного мозга и нервы. Дендриты проводят возбуждение к телу нервной клетки. Аксон передает импульс от клетки к другим нервным клеткам и рабочим органам.

Спинной мозг находится в канале позвоночника. Длина спинного мозга 41–45 сантиметров, диаметр — 1 сантиметр. Спинной мозг покрыт **3-мя 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.

На поперечном разрезе спинного мозга заметно 2 слоя (рис. 30).

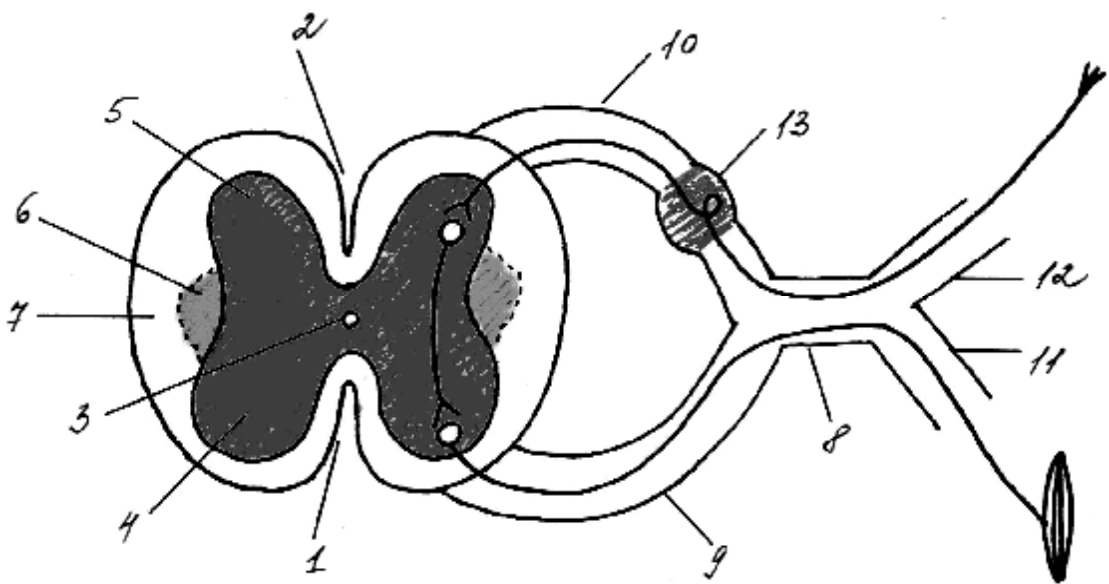


Рис. 30. Схема поперечного среза спинного мозга:

1 — передняя срединная щель; 2 — задняя срединная борозда; 3 — спинно-мозговой канал; 4 — передние рога серого вещества; 5 — задние рога серого вещества; 6 — боковые рога серого вещества; 7 — белое вещество; 8 — смешанный спинномозговой нерв; 9 — передние корешки спинномозгового нерва; 10 — задние корешки спинномозгового нерва; 11 — передняя ветвь спинномозгового нерва; 12 — задняя ветвь спинномозгового нерва; 13 — тело чувствительного нейрона

В центре расположено **серое вещество**, которое имеет форму бабочки. Внутри серого вещества находится спинномозговой канал, который со-

держит спинномозговую жидкость. В сером веществе *выделяют передние и задние рога*, а в грудном отделе *боковые рога*. В задние рога входят **аксоны чувствительных нейронов**, которые передают возбуждение в спинной мозг. Тела чувствительных нейронов лежат в спинномозговых узлах. В задних рогах находятся **вставочные нейроны**, которые переключают возбуждение на двигательные нейроны. В передних рогах располагаются **тела двигательных нейронов**. От них отходят длинные отростки (аксоны), которые образуют передние (двигательные) корешки. По этим корешкам возбуждение передается рабочему органу.

Второй слой — **белое вещество**, которое расположено вокруг серого вещества. Оно образовано аксонами нейронов. Нервные волокна белого вещества образуют проводящие пути. Они соединяют спинной мозг с головным мозгом. Проводящие пути бывают восходящие (чувствительные) 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 центробежных (двигательных) нейронов. *Задние корешки* — это отростки центростремительных (чувствительных) нейронов. Передний и задний корешки образуют смешанный спинномозговой нерв. Спинномозговые нервы выходят из позвоночного канала через межпозвоночные отверстия.

Спинной мозг имеет *2 утолщения* (шейное и поясничное), которые являются местами выхода спинномозговых нервов к верхним и нижним конечностям.

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 находятся центры отделения пота, расширения зрачка, движения диафрагмы, выделения мочи, выведения каловых масс из кишечника и половой функции.

Работу спинного мозга контролирует головной мозг.

Контрольные вопросы

1. Назовите функции нервной системы.
2. Назовите отделы нервной системы.
3. Что относится к центральной нервной системе?
4. Что относится к периферической нервной системе?
5. За что отвечает соматическая нервная система?
6. Что регулирует вегетативная нервная система?
7. Расскажите о строении нейрона.

8. Где расположены тела нейронов? Что они образуют?
9. Где расположены отростки нейронов? Что они образуют?
10. Где находится спинной мозг?
11. Назовите оболочки спинного мозга.
12. Что имеется на передней и задней поверхности спинного мозга?
13. Где расположено серое вещество спинного мозга?
14. Что находится в центре спинного мозга?
15. Где находятся тела чувствительных, вставочных и двигательных нейронов?
16. Где находится белое вещество спинного мозга? Чем оно образовано?
17. Сколько пар нервов отходит от спинного мозга?
18. Из каких корешков состоит спинномозговой нерв?
19. Что такое передние корешки?
20. Что такое задние корешки?
21. Назовите функции спинного мозга.

Тема 14. 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-ти отделов:** переднего, промежуточного, среднего, заднего и продолговатого.

Головной мозг покрыт тремя оболочками:

- твердой (состоит из соединительной ткани и выполняет защитную функцию);
- паутинной (содержит нервы и кровеносные сосуды);
- сосудистой (богата кровеносными сосудами).

Между паутинной и сосудистой оболочками находится спинномозговая жидкость (рис. 31).

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

Функции продолговатого мозга: *проводниковая:* проведение импульсов из спинного мозга в вышележащие отделы головного мозга и обратно; *рефлекторная* — здесь находятся центры жизненно важных функций: дыхания, работы сердца, тонуса сосудов; пищеварительных рефлексов (сосания, слюноотделения, выделения желудочного сока и др.); защитных рефлексов (кашля, чихания, мигания, рвоты).

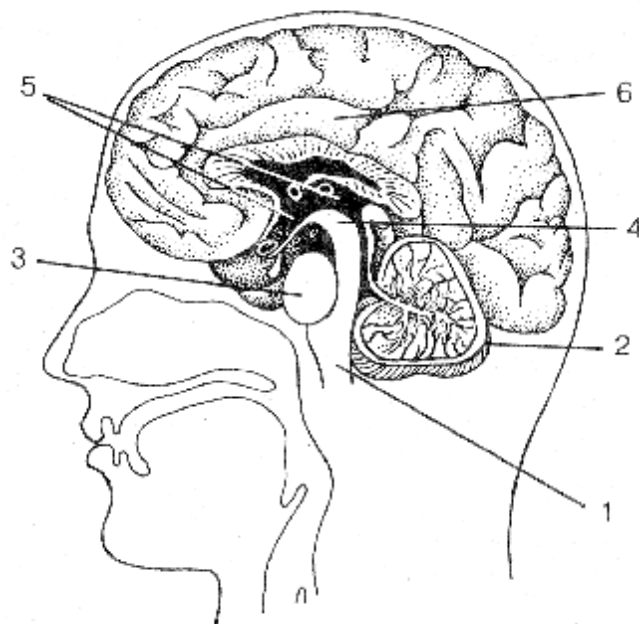


Рис. 31. Сагиттальный разрез головного мозга человека:

1 — продолговатый мозг; 2 — мозжечок; 3 — мост; 4 — ножки мозга; 5 — промежуточный мозг; 6 — полушария переднего мозга

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

Функции заднего мозга: *проводниковая* — проведение импульсов из продолговатого мозга в вышележащие отделы головного мозга и обратно; *рефлекторная* — здесь находятся центры:

- координации движений;
- равновесия и позы тела;
- регуляции мышечного тонуса.

Мост регулирует движения глазных яблок, сокращение мышц лица, которые обеспечивают мимику.

Средний мозг находится между промежуточным мозгом и мозжечком. Состоит из четверохолмия и ножек мозга. В центре его проходит узкий канал (водопровод), который соединяет IV и III желудочки мозга.

Функции среднего мозга: *проводниковая* — проводит импульсы от заднего мозга к промежуточному мозгу и от коры больших полушарий к продолговатому и спинному мозгу; *рефлекторная* — здесь находятся центры:

- регуляции мышечного тонуса и позы;
- иннервации мышц глаза;
- подкорковые центры зрения (верхние бугры) и слуха (нижние бугры).

Промежуточный мозг расположен над средним мозгом, под большими полушариями переднего мозга. Состоит из двух частей: зрительных бугров (таламуса) и подбугорной области (гипоталамуса). Здесь находится III желудочек мозга.

Функции промежуточного мозга: *проводниковая* — проводит возбуждения от нижележащих отделов головного мозга к большим полушариям и обратно; *рефлекторная*:

1. Таламус — подкорковый центр всех видов чувствительности (центры зрения, слуха, осязания, вкуса). В нем находятся центры регуляции сна и бодрствования, эмоций и психической деятельности.

2. В гипоталамусе находятся центры регуляции обмена веществ, гомеостаза, деятельности сердечно-сосудистой системы, 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 (около 80-ти % массы мозга) и мозолистого тела. Здесь находятся I и II желудочки мозга.

Большие полушария — это высший отдел нервной системы. Они покрыты серым веществом — **корой**. Кора больших полушарий имеет толщину 2–4 миллиметра. Состоит из 14-ти миллиардов нервных клеток, которые образуют 6 слоев. Под корой находится белое вещество, в котором есть тела нейронов (подкорковые ядра). 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 кожного-мышечного чувства находится в теменной доле, слуховая зона находится в височной доле (рис. 32).

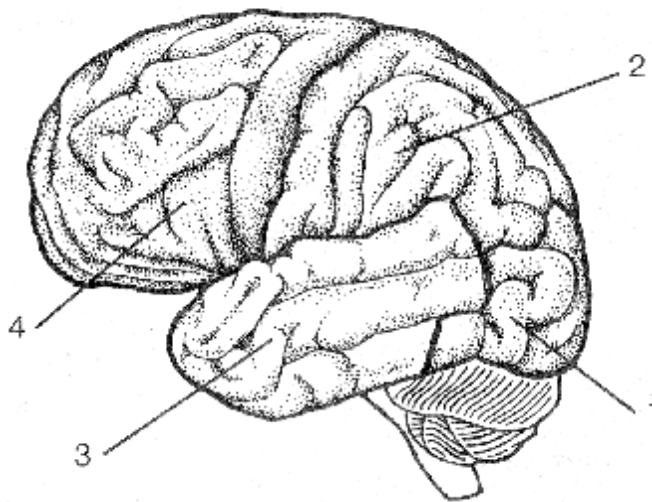


Рис. 32. Доли коры переднего отдела головного мозга:
1 — затылочная; 2 — теменная; 3 — височная; 4 — лобная

Функции коры головного мозга:

1. Регулирует работу всех отделов головного мозга и спинного мозга.
2. Анализирует информацию, которая поступает от органов чувств.
3. Является центром условных рефлексов.
4. Отвечает за обучение, мышление, память и речь.

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. Какие функции 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 содержатся в таламусе?
15. Какие центры находятся в гипоталамусе?
16. Что регулирует гипофиз?
17. Из чего состоит передний мозг?
18. Расскажите о строении коры переднего мозга.
19. Назовите доли коры головного мозга.
20. Какие зоны находятся в затылочной, височной и теменной долях?
21. Перечислите функции коры головного мозга.

Тема 15. 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-х 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 головного мозга, где идет анализ информации.

Орган зрения — это глаза и вспомогательный аппарат: брови, ресницы, веки, слезные железы, глазные мышцы (рис. 33).

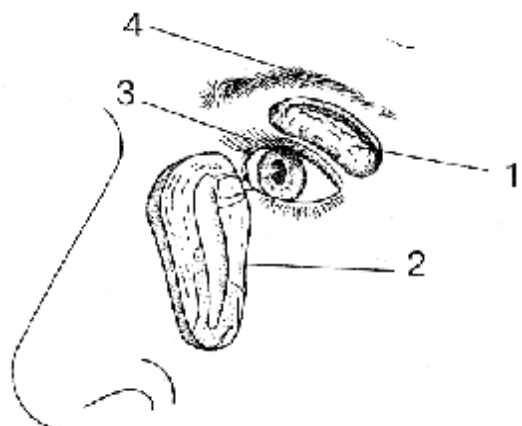


Рис. 33. Вспомогательный аппарат органа зрения:
1 — слезные железы; 2 — канал слезной железы; 3 — ресницы; 4 — брови

Вспомогательный аппарат защищает глаза от пыли, снега, от механических и химических повреждений.

Глаз, или глазное яблоко, находится в глазнице черепа. Глазное яблоко имеет 3 оболочки:

- наружную — фиброзную (белочную);
- среднюю — сосудистую;
- внутреннюю — сетчатую.

Наружная оболочка впереди образует прозрачную для света оболочку — *роговицу*, а сзади образует плотную оболочку — *склеру* (рис. 34).

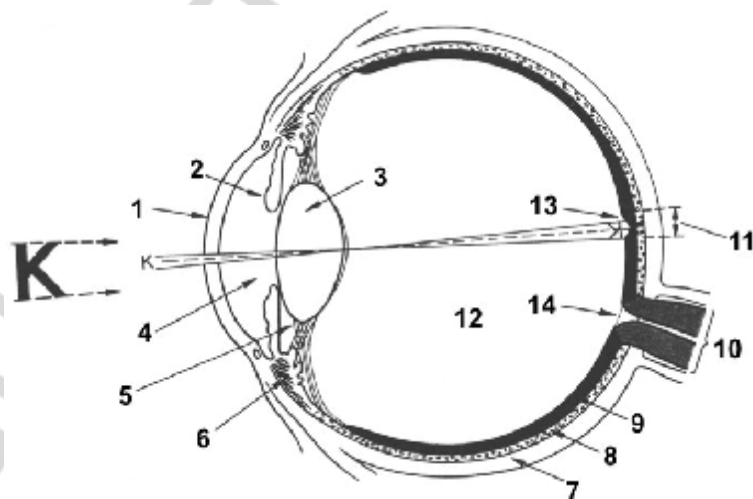


Рис. 34. Схема горизонтального разреза глаза:
1 — роговица; 2 — радужная оболочка; 3 — хрусталик; 4 — передняя камера глаза; 5 — задняя камера глаза; 6 — ресничная мышца; 7 — склера; 8 — сосудистая оболочка; 9 — сетчатка; 10 — зрительный нерв; 11 — место изображения на сетчатке; 12 — стекловидное тело; 13 — желтое пятно; 14 — слепое пятно

Сосудистая оболочка имеет много кровеносных сосудов. Она состоит из 3-х частей: собственно сосудистой, ресничного тела и радужки. Внутренняя сторона сосудистой оболочки содержит пигментные клетки. 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 рецепторы — *палочки* и *колбочки*. В сетчатке находится около 7 миллионов колбочек и 130 миллионов палочек. 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 много рецепторов (колбочек). Около желтого пятна есть участок, который не содержит зрительных рецепторов. Этот участок называется слепое пятно. **Слепое пятно** — это место выхода зрительного нерва (рис. 35).

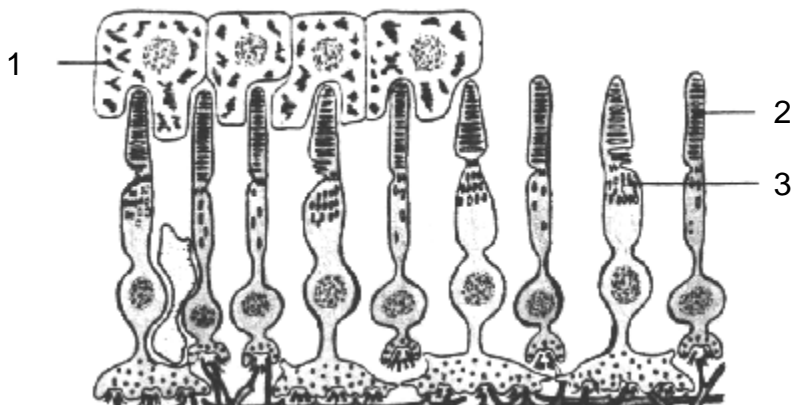


Рис. 35. Схема строения сетчатки:
1 — пигментный эпителий; 2 — палочки; 3 — колбочки

Структуры, через которые проходят лучи света, образуют оптическую систему глаза. **Оптическая система** состоит из роговицы, жидкости передней камеры, зрачка, 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, стекловид-

ное тело и попадают на сетчатку. Зрительные рецепторы (фоторецепторы) принимают световые раздражения. От них импульс идет по зрительному нерву в зрительную зону коры головного мозга затылочной доли. Здесь происходит анализ зрительных раздражений, и человек видит предметы.

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

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

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

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. Где расположено глазное яблоко?
7. Назовите оболочки глазного яблока.
8. Как называется наружная оболочка глаза?
9. Что впереди образует наружная оболочка глазного яблока?
10. Как называется средняя оболочка глазного яблока?
11. Как называется внутренняя оболочка глазного яблока?
12. Из каких частей состоит сосудистая оболочка?
13. Что образует передняя часть сосудистой оболочки?
14. Где содержатся пигментные клетки?
15. Где расположена передняя камера глаза?
16. Где находится зрачок?
17. Где находится хрусталик?
18. Что находится между радужкой и хрусталиком?
19. Где находится стекловидное тело?
20. Какие рецепторы содержит сетчатка?
21. Назовите зрительные пигменты палочек и колбочек.
22. Что такое желтое пятно?
23. Что такое слепое пятно?
24. Назовите главные структуры оптической системы глаза?
25. Расскажите о механизме восприятия света.
26. Где происходит анализ зрительных раздражений?
27. Что такое близорукость?
28. Что такое дальнозоркость?
29. Какое значение имеет зрение?

Тема 16. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ОРГАНА СЛУХА

Периферической частью слухового анализатора являются рецепторы **органа слуха**. Орган слуха состоит из 3-х частей: наружного, среднего и внутреннего уха.

Наружное ухо состоит из ушной раковины, наружного слухового прохода, барабанной перепонки.

Ушная раковина состоит из хряща, который покрыт кожей.

Наружный слуховой проход — это трубка длиной 30 миллиметров, имеет железы, которые выделяют ушную серу. Ушная сера задерживает пыль и бактерии.

Барабанная перепонка — это тонкая мембрана, которая отделяет наружное ухо от среднего.

Среднее ухо состоит из барабанной полости объемом 1 см^3 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 отверстия внутреннего уха.

Внутреннее ухо расположено в височной кости. Оно содержит орган слуха (улитку) и орган равновесия. *Улитка* — спирально закрученный костный канал (рис. 36).

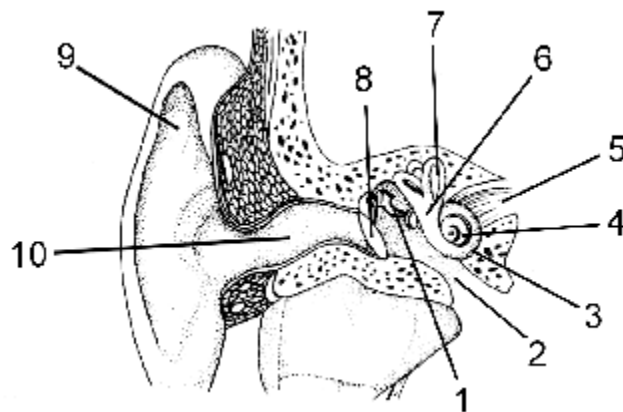


Рис. 36. Схема строения органа слуха:

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

В костном канале улитки расположен перепончатый канал, который заполнен *эндолимфой*. Между костным и перепончатым каналами находится *перилимфа*.

В перепончатом канале находится *спиральный орган (кортиеv орган)*, который воспринимает звук. Спиральный орган состоит из основной и покровной мембраны.

Основная мембрана состоит из волокон разной длины. У вершины улитки находятся длинные волокна, а у основания — короткие.

На основной мембране расположены слуховые рецепторы. Один их конец фиксирован на мембране, а другой свободно заканчивается волосками. От фиксированного конца рецепторов отходят волокна слухового нерва.

Покровная мембрана находится над основной мембраной.

Механизм восприятия звуков:

- звуковые волны собираются ушной раковиной, идут через наружный слуховой проход и вызывают колебания барабанной перепонки;
- колебания барабанной перепонки передаются слуховым косточкам (молоточку – наковальне – стремечку);
- слуховые косточки проводят и усиливают звук в 20 раз;
- колебания стремечка вызывают колебания мембраны овального окна;
- колебания мембраны овального окна вызывают колебания перилимфы и эндолимфы;
- колебания эндолимфы вызывают колебания покровной мембраны;
- колебания покровной мембраны раздражают рецепторы основной мембраны. В рецепторах возникает нервный импульс;
- по слуховому нерву импульс передается в височную долю коры головного мозга. Там находится центр слуха;
- в височной доле коры переднего мозга происходит анализ возбуждения.

Значение органа слуха — с его помощью человек слышит музыку, речь, ориентируется в окружающей среде и общается с другими людьми.

Контрольные вопросы

1. Что является периферической частью слухового анализатора?
2. Назовите части органа слуха.
3. Расскажите о строении наружного уха.
4. Где находится барабанная перепонка?
5. Из чего состоит среднее ухо?
6. Чем соединяется среднее ухо с носоглоткой?
7. Назовите слуховые косточки.
8. С чем соединяется стремечко?
9. Где расположено внутреннее ухо?
10. Что содержит внутреннее ухо?
11. Расскажите о строении улитки.
12. Расскажите о строении спирального органа.
13. Где находятся слуховые рецепторы?

14. Расскажите о механизме восприятия звука.
15. Где находится центр слуха?
16. Какое значение имеет орган слуха?

Тема 17. ПОЛОВАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

Размножение — свойство организмов воспроизводить себе подобных. Благодаря размножению обеспечивается непрерывность жизни.

При размножении одно поколение организмов сменяет другое. Размножение обеспечивает продолжение существования вида.

Мужская половая система состоит из *внутренних* и *наружных половых органов*. *Внутренние половые органы* — это два яичка и их придатки, семявыносящие протоки с семенными пузырьками, предстательная железа. *Наружные половые органы* — это половой член и мошонка. **Яички** — это мужские половые железы. В них развиваются сперматозоиды и образуются мужские половые гормоны (тестостерон). Размеры яичек 3–5 сантиметров, масса 15–30 грамм. Они расположены в мошонке (рис. 37).

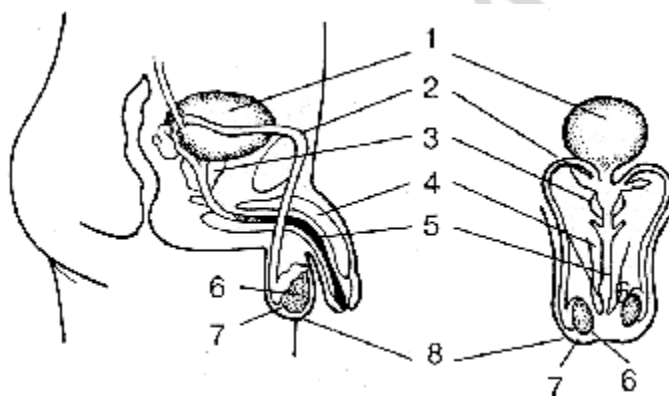


Рис. 37. Строение органов мужской половой системы:

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. Они заканчивают развитие к 12–15-ти годам. Яичники расположены в брюшной полости. Длина яичника 3–4 сантиметра, масса 6–7 грамм. 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. 38).

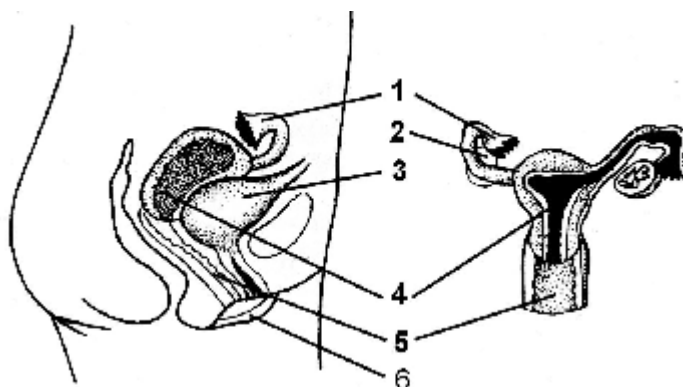


Рис. 38. Строение органов женской половой системы:

1 — маточные трубы; 2 — яичники; 3 — мочевого пузыря; 4 — матка; 5 — влагалище; 6 — половые губы

Процесс образования половых клеток называется **гаметогенезом**.

Процесс образования женских половых клеток называется **оогенезом**.

Процесс образования мужских половых клеток называется **сперматогенезом**.

Образование сперматозоидов происходит с периода полового созревания до глубокой старости. Образование яйцеклеток происходит раз в месяц с периода полового созревания (12–13 лет) и до 45–50-ти лет.

Оогенез состоит из периодов:

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

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

3) **период созревания** — клетки делятся мейозом. После мейоза I из овоцита I-го порядка образуется 2 клетки с гаплоидным набором хромосом (n): одна большая — овоцит II-го порядка и одна маленькая — редукционное тельце. После мейоза II из редукционного тельца образуется 2 редукционных тельца, из овоцита II-го порядка — 1 яйцеклетка и 1 редукционное тельце. Таким образом, в конце периода созревания из **1 овоцита I-го порядка образуются 1 яйцеклетка и 3 редукционных тельца**. Все они имеют гаплоидный набор хромосом ($1n$).

Яйцеклетка имеет округлую форму, размер около 0,1 миллиметра. Клетка содержит ядро с гаплоидным набором хромосом, цитоплазму с органоидами и питательные вещества (желток). Яйцеклетка неподвижна. Она покрыта двумя оболочками — первичной и вторичной (рис. 39).

Сперматогенез состоит из следующих периодов:

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-го порядка ($2n$);

3) **период созревания** — клетки делятся мейозом. После мейоза I из каждого сперматоцита I-го порядка образуется 2 сперматоцита II-го порядка с гаплоидным набором хромосом (n). После мейоза II из каждого сперматоцита II-го порядка образуются 2 сперматиды. В результате, в конце периода созревания из **1 сперматоцита I-го порядка образуются 4 сперматиды** с гаплоидным набором хромосом (n);

4) **период формирования** — из сперматид образуются сперматозоиды (n).

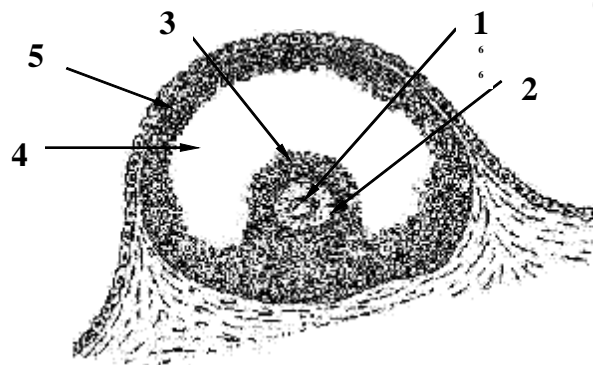


Рис. 39. Графов пузырек яичника кошки:

1 — яйцеклетка; 2 — яйценосный бугорок; 3 — фолликулярная оболочка; 4 — полость фолликула; 5 — стенка фолликула

Сперматозоиды имеют головку, шейку и хвост. В головке есть ядро с гаплоидным набором хромосом и акросома (комплекс Гольджи). В шейке — клеточный центр и митохондрии (рис. 40). Сперматозоиды имеют небольшие размеры (0,5–0,7 микрометра).



Рис. 40. Строение сперматозоида:

1 — головка; 2 — шейка; 3 — хвост

Яйцеклетка и сперматозоид сливаются при **оплодотворении и образуется зигота**. Зигота содержит диплоидный набор хромосом ($2n$).

Из зиготы в материнском организме начинается развитие зародыша. Зародыш развивается в матке.

Контрольные вопросы

1. Что такое размножение?
2. Назовите органы мужской половой системы.
3. Что такое яички? Где они расположены?
4. Что образуется в яичках?
5. Назовите органы 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 оогенезом?
11. Какой процесс называется сперматогенезом?
12. Назовите периоды оогенеза. 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?

Раздел II. МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Тема 1. ПОНЯТИЕ О ПРОКАРИОТАХ И ЭУКАРИОТАХ. БАКТЕРИИ

Все живые организмы делятся на две группы: прокариоты и эукариоты. В первую группу входят бактерии. Их клетка не содержит ядра, не имеет мембранных органелл. У прокариот нет митоза и мейоза.

Вторая группа организмов — эукариоты. Во вторую группу входят растения и животные. Их клетки имеют ядро и органеллы. У эукариот есть митоз и мейоз.

Бактерии — мелкие одноклеточные организмы. Их клетка имеет размеры от 0,2 до 13-ти микрометров. Рассмотреть бактерии можно только при большом увеличении микроскопа.

Условия жизни бактерий. Оптимальными условиями для жизни бактерий являются температура среды от +35 °С до +40 °С, наличие воды, питательных веществ. Большинству бактерий нужен кислород.

Распространение бактерий. Бактерии есть везде. Наибольшее количество их находится в почве на глубине до 3-х километров. Бактерии обнаружены в воде. Их много в воздухе на высоте до 12-ти километров. Бактерии встречаются в живых и мертвых организмах растений, животных и человека.

Строение бактерий. Клетки бактерий могут иметь форму палочек (бациллы), шариков (кокки), запятых (вибрионы) и спиралей (спириллы) (рис. 41).

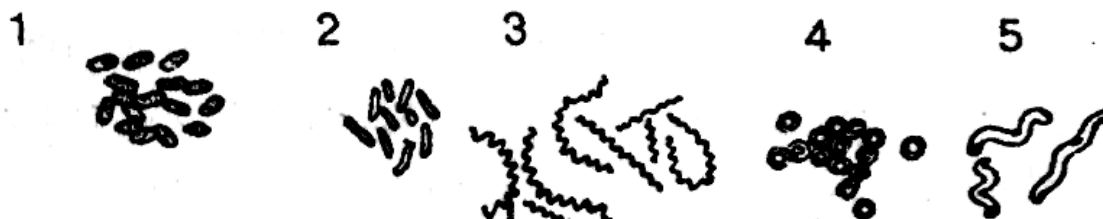


Рис. 41. Форма бактериальных клеток:

1, 2 — палочки (бациллы); 3 — спиروهеты; 4 — шарики (кокки); 5 — спирали (спириллы)

Среди бактерий встречаются неподвижные и подвижные формы. Передвигаются бактерии с помощью одного или нескольких жгутиков. Жгутики располагаются на всей поверхности тела или на одном конце тела.

Снаружи бактерии покрыты капсулой, клеточной стенкой и плазматической мембраной. Капсула является защитным покровом.

Цитоплазма бактерий содержит *кольцевую молекулу ДНК*. Она прикрепляется к плазматической мембране с помощью белков. ДНК является генетическим аппаратом клетки и называется *нуклеоидом*. В бактериаль-

ной клетке отсутствуют мембранные органеллы. Функции митохондрий, комплекса Гольджи и эндоплазматической сети выполняют впячивания плазматической мембраны — *мезосомы*. В цитоплазме бактерий содержится много *рибосом*. На рибосомах происходит синтез белка (рис. 42).

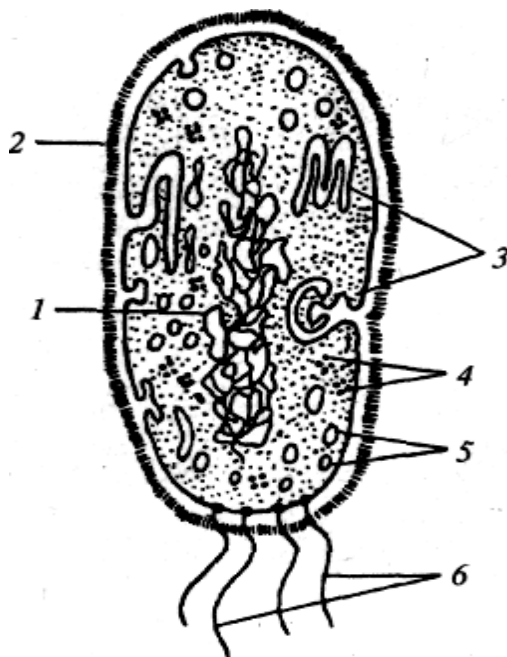


Рис. 42. Строение бактерии:

1 — нуклеоид; 2 — клеточная стенка; 3 — мезосомы; 4 — рибосомы; 5 — вакуоли; 6 — жгутики

По типу питания (ассимиляции) бактерии бывают *автотрофные* и *гетеротрофные*. Автотрофные бактерии сами синтезируют органические вещества из неорганических. Они могут использовать энергию Солнца. Такие бактерии называются *фотосинтезирующими*. Вторая группа автотрофных бактерий использует для процессов жизнедеятельности энергию химических реакций. Это *хемосинтезирующие* бактерии.

Гетеротрофные бактерии используют для питания готовые органические вещества. Например, бактерии молочнокислого брожения превращают сахара в молочную кислоту. К гетеротрофным относятся и бактериопаразиты. Они питаются органическими веществами живых организмов.

По типу диссимиляции бактерии могут быть *аэробными* и *анаэробными*. Для жизни аэробных бактерий обязательно нужен кислород. Анаэробные бактерии живут в бескислородной среде. Примером аэробных бактерий является туберкулезная палочка. Анаэробные бактерии — это столбнячная палочка и бактерии молочнокислого брожения.

Размножение. Бактерии размножаются *бесполым* путем — делением клетки на две части. При благоприятных условиях клетка делится каждые 20–30 минут. Одна бактерия может образовывать за сутки более 600 миллионов новых клеток. У некоторых бактерий наблюдается половой про-

цесс — *конъюгация*. При конъюгации две бактерии сближаются, и между ними образуется плазматический мостик. Через мостик часть молекулы ДНК перемещается из одной клетки в другую. После этого бактерии расходятся. Конъюгация обновляет генетическую информацию.

При неблагоприятных условиях окружающей среды некоторые бактерии образуют *споры*. При этом цитоплазма клетки сжимается, и клетка покрывается плотной оболочкой. Спора — покоящаяся стадия бактерий. В таком состоянии они могут сохраняться много лет. Споры разносятся ветром, водой, животными. В благоприятных условиях споры сбрасывают оболочку и дают начало новым бактериальным клеткам.

Значение бактерий. Бактерии имеют большое значение в природе и для человека. Бактерии очищают природу — разлагают трупы животных и остатки растений. Хемосинтезирующие бактерии делают почву богатой минеральными веществами. Человек использует бактерии в пищевой промышленности для получения кефира, сметаны, сыра, сливочного масла, вина. В химической промышленности — при получении спиртов, ацетона, уксусной кислоты. В медицинской промышленности бактерии используются для получения антибиотиков, витаминов, ферментов, гормонов.

Бактерии могут приносить человеку вред. Они портят пищевые продукты, повреждают книги в библиотеках, вызывают болезни растений, животных, человека. Бактерии-паразиты вызывают у человека болезни холеру, чуму, туберкулез, ангину и другие. Такие бактерии называются *болезнетворными*. Заражение человека происходит при контакте с больными, через воду и продукты питания, в которых находятся бактерии или их споры.

Разработаны специальные методы борьбы с болезнетворными бактериями. Например, палаты в больницах обрабатывают ультрафиолетовыми лучами. Хирургические инструменты и перевязочный материал обрабатывают растворами перекиси водорода или действием высокой температуры. Для защиты человека от проникновения в его организм бактерий, проводится контроль за чистотой продуктов и воды. Человеку делают прививки против различных болезней.

Контрольные вопросы

1. Какие организмы называются прокариотами? Приведите примеры.
2. Какие организмы называются эукариотами? Приведите примеры.
3. Назовите размеры клеток бактерий.
4. Назовите благоприятные условия для жизни бактерий.
5. Где встречаются бактерии?
6. Назовите формы бактерий.
7. Назовите органеллы передвижения бактерий.
8. Чем покрыта клетка бактерий?

9. Что такое нуклеоид?
10. Что выполняет функции мембранных органелл у бактерий?
11. Где происходит синтез белка у бактерий?
12. На какие группы делятся бактерии по типу ассимиляции?
13. Какие бактерии называются фотосинтезирующими и хемосинтезирующими?
14. Какие вещества используют для питания гетеротрофные бактерии? Приведите примеры.
15. Чем питаются бактерии–паразиты?
16. Какими бывают бактерии по типу диссимилиации? Приведите примеры.
17. Как размножаются бактерии?
18. Расскажите о процессе конъюгации у бактерий.
19. При каких условиях бактерии образуют споры?
20. Какое значение имеют бактерии в природе?
21. Для чего используют бактерии человек?
22. Какие бактерии называются болезнетворными? Назовите болезни, которые вызывают бактерии у человека.
23. Назовите методы борьбы с болезнетворными бактериями.

Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЦАРСТВА ПРОТИСТЫ. ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ ПРОТИСТЫ

Для изучения всех живых организмов установлен определенный **порядок** или *система*. Наука *систематика* изучает классификацию (систему) живых организмов. Наименьшей единицей систематики является **вид** (например, человек разумный, эвглена зеленая). Самой крупной единицей систематики является **тип**.

Одно из царств органического мира представлено одноклеточными организмами и называется царство Протисты. В этом царстве есть следующие **типы**:

1. Саркомастигофора: амёба, эвглена, лямблия.
2. Инфузория: инфузория-туфелька.
3. Апикомплекса: малярийный плазмодий.

Свободноживущие протисты (амёба, эвглена, инфузория) встречаются в почве и в воде. Тело их состоит из одной клетки, которая выполняет функции целого организма. Размеры тела от нескольких микрометров до 2–3-х миллиметров (рис. 43).

Форма тела непостоянная у амёбы и постоянная у эвглены и инфузории.

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

одноклеточного организма выполняют функции органов многоклеточного организма и называются *органеллами*.

Органеллы движения: у амёбы — *ложноножки (псевдоподии)*, у эвглены — *жгутик*, у инфузории — *реснички*.

Внутреннее строение. В цитоплазме протистов различают два слоя. Наружный слой (плотный и однородный) называется *эктоплазма*. Внутренний слой (жидкий и зернистый) называется *эндоплазма*. В нем находятся различные органоиды.

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

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

Амеба и инфузория являются гетеротрофами. Амеба ложноножками окружает частицу пищи. Эта частица попадает в цитоплазму и вокруг неё образуется вакуоль. Органеллами пищеварения являются *пищеварительные вакуоли*. Они содержат ферменты и переваривают пищевые частицы. Остатки пищи из вакуоли выбрасываются наружу в любой части тела амёбы. 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*.

У протистов есть **сократительные** вакуоли. Они выделяют воду и жидкие продукты обмена веществ. Дышат протисты всей поверхностью тела.

Размножение у протистов бесполое. Оно происходит амитозом или митозом. У инфузории есть половой процесс — *конъюгация*. При конъюгации две инфузории соединяются клеточными ртами и обмениваются частями микронуклеуса. Конъюгация обновляет генетическую информацию.

При изменении условий окружающей среды протисты образуют *цисты*. При этом клетка сжимается, отбрасывает или втягивает внутрь органеллы движения, перестает питаться и покрывается плотной оболочкой. Оболочка защищает организм от высыхания, низкой температуры, действия ядовитых веществ. С помощью цист протисты распространяются.

Ответная реакция протистов на различные внешние воздействия называется **раздражимостью**. Форма раздражимости у протистов — *таксисы*. Например: инфузория уходит из капли воды, в которой много соли — это отрицательный хемотаксис; эвглена передвигается по направлению к свету — это положительный фототаксис.

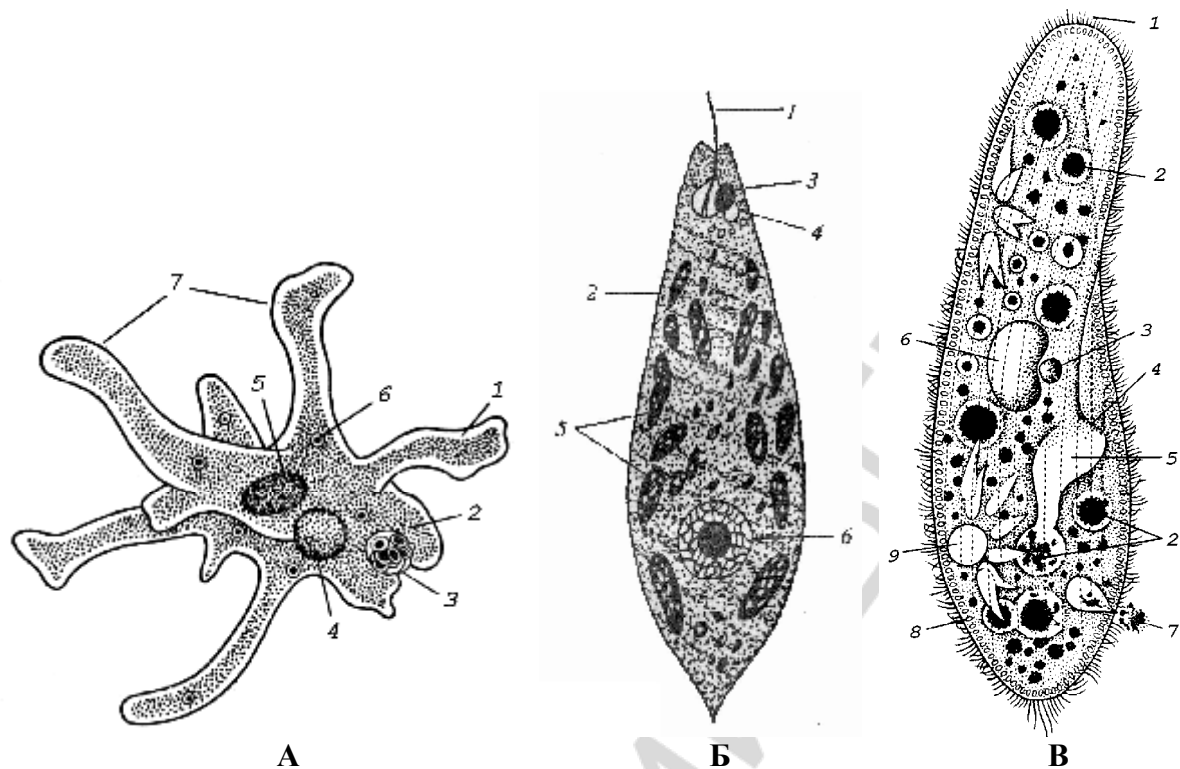


Рис. 43. Схема строения:

А — амёбы: 1 — эктоплазма; 2 — **эндоплазма**; 3 — заглатываемые пищевые частицы; 4 — сократительная вакуоль; 5 — ядро; 6 — пищеварительная вакуоль; 7 — ложноножки; Б — эвглены: 1 — жгутик; 2 — пелликула; 3 — стигма; 4 — сократительная вакуоль; 5 — хроматофоры; 6 — ядро; В — инфузории: 1 — реснички; 2 — пищеварительные вакуоли; 3 — микронуклеус; 4 — клеточный рот; 5 — клеточная глотка; 6 — макронуклеус; 7 — порошица; 8 — трихоцисты; 9 — сократительная вакуоль

Многие представители протистов являются паразитами. **Паразитами** называются организмы, которые живут в органах растений, человека и животных, питаются их органическими веществами и причиняют им вред. Человек или животное, в организме которых живет паразит, называется **хозяином паразита**. Паразиты вызывают болезни хозяина.

У всех паразитических протистов отсутствуют пищеварительные вакуоли. Готовые питательные вещества поступают в их клетку через плазматическую мембрану. Продукты обмена веществ также выделяются через мембрану.

Амёба дизентерийная относится к типу Саркомастигофора и вызывает у человека *амёбную дизентерию*. Цисты амёбы находятся на плохо вымытых овощах и фруктах и с ними попадают в организм человека. Из цисты в кишечнике выходит амёба. Паразит разрушает стенку кишки и мелкие кровеносные сосуды. При амёбной дизентерии у человека бывает частый жидкий стул с кровью. Из кишечника человека выделяются во внешнюю среду цисты амёбы с четырьмя ядрами.

Лямблия также относится к типу Саркомастигофора. Форма тела у нее грушевидная. Лямблия имеет два ядра и восемь жгутиков. Цисты лямблии попадают в организм человека с грязными овощами и фруктами, с питьевой водой. Локализация лямблии у человека — желчный пузырь и двенадцатиперстная кишка. Лямблия вызывает воспаление в желчном пузыре. Болезнь называется *лямблиоз*.

Малярийный плазмодий относится к типу Апикомплекса. Малярийный плазмодий вызывает у человека малярию. Заражается человек малярией при укусе его самкой малярийного комара. Со слюной комара плазмодии попадают в кровь человека и в клетки печени. Плазмодии в клетках печени размножаются, и образуется большое количество новых клеток. Такое бесполое размножение называется *шизогонией*. 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 ядовитыми для человека. Признаком малярии является лихорадка. *Лихорадка* — это смена резкого повышения температуры тела резким её снижением. Малярия — тяжелое заболевание. Оно может закончиться смертью.

Для диагностики заболеваний разработаны специальные методы. **Диагностикой** называется определение болезни или паразита. Например, для диагностики малярии у человека берут на анализ кровь. При микроскопировании мазка крови можно увидеть малярийных плазмодиев и сказать, что человек болен малярией.

Значение протистов:

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

Контрольные вопросы

1. Что изучает систематика?
2. Назовите типы одноклеточных и их представителей.
3. Где встречаются свободноживущие протисты?
4. Назовите размеры и форму тела свободноживущих протистов.
5. Назовите покровы тела протистов.
6. Что называется органеллой?
7. Назовите органеллы движения протистов.
8. Назовите слои цитоплазмы протистов.
9. Сколько ядер содержит клетка амебы, эвглены, инфузории?
10. Как называются ядра инфузории и какие функции они выполняют?
11. Как происходит питание свободноживущих протистов?

12. Назовите функцию сократительных вакуолей протистов.
13. Как дышат протисты?
14. Назовите способы размножения протистов.
15. Что такое конъюгация инфузорий и как она происходит?
16. Когда протисты образуют цисты?
17. Что такое раздражимость?
18. Что такое таксис? Приведите примеры таксисов.
19. Какие организмы называются паразитами?
20. Какой организм называется хозяином паразита?
21. Как поступают питательные вещества и выделяются продукты обмена веществ у паразитических протистов?
22. К какому типу относится дизентерийная амеба?
23. Как человек заражается дизентерийной амебой и какое заболевание она вызывает?
24. Какие нарушения в кишечнике вызывает дизентерийная амёба?
25. К какому типу относится лямблия?
26. Расскажите о строении лямблии.
27. Как человек заражается лямблией?
28. Где локализована лямблия в организме человека и какое заболевание она вызывает?
29. К какому типу относится малярийный плазмодий?
30. Как человек заражается малярией?
31. Какие клетки человека разрушают плазмодии?
32. Что такое шизогония? Где происходит этот процесс?
33. Что такое лихорадка?
34. Как проводят диагностику малярии?
35. Расскажите о значении протистов.

Тема 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

Плоских червей описано около 18 000 видов. Они живут в воде, почве, организме человека и животных.

Тип Плоские черви включает классы:

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

Образ жизни: свободноживущие (ресничные) и паразитические (сосальщикообразные, ленточные) формы.

Размеры тела плоских червей от 1-го миллиметра до 20-ти метров.

Форма тела плоских червей — листовидная или лентовидная.

Плоские черви имеют *билатеральную (двустороннюю)* симметрию тела. Это значит, что через тело можно провести только одну плоскость симметрии.

Плоские черви — *трёхслойные животные*. Их органы развиваются из трех зародышевых листков — эктодермы, энтодермы и мезодермы.

Стенка тела плоских червей — это *кожно-мускульный мешок*. Наружный его слой состоит из однослойного *эпителия*. Под эпителием лежит 3 слоя *гладких мышц*: кольцевые, косые и продольные мышцы. У сосальщиков и ленточных червей движение обеспечивается сокращением мышц. У ресничных червей движение обеспечивается ресничками покровного эпителия и сокращением мышц.

У паразитических червей есть специальные органы прикрепления к телу хозяина: *присоски и крючья*.

Внутренне строение. Плоские черви не имеют полости тела. Пространство между органами заполнено клетками *паренхимы*. *Паренхима* выполняет опорную функцию, участвует в обмене веществ и регенерации. Паренхима развивается из третьего зародышевого листка (мезодермы) (рис. 44).

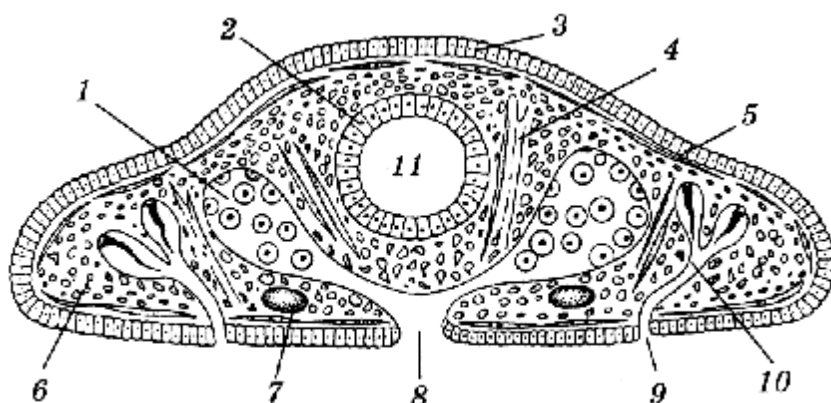


Рис. 44. Поперечный разрез тела плоского червя:

1 — половые клетки; 2 — энтодерма; 3 — эктодерма; 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 (рис. 45).

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 нет. Остатки пищи выводятся во внешнюю среду через ротовое отверстие. В переднем отделе пищеварительной системы планарии имеется *мускулистая глотка*. Мускулистая глотка — это орган, способный выворачиваться наружу через рот. С помощью мускулистой глотки планария поглощает

пищу. У представителей класса Ленточные черви пищеварительная система отсутствует.

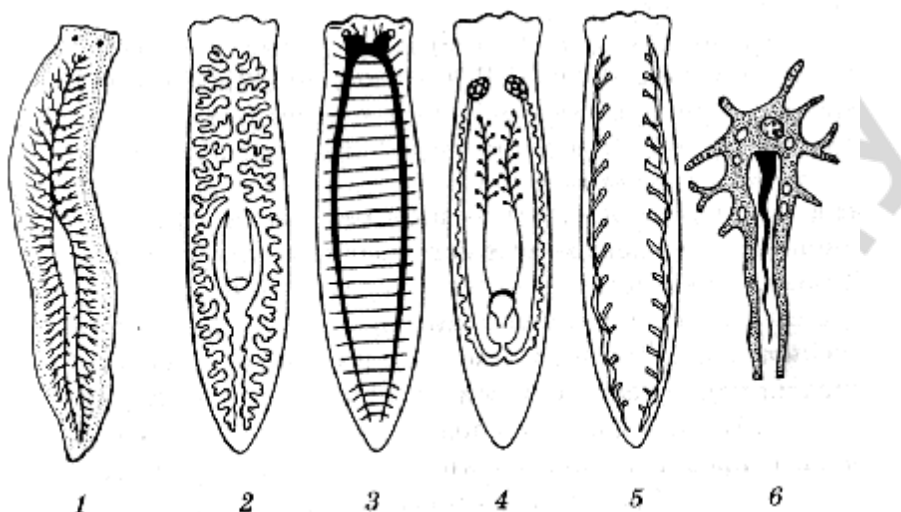


Рис. 45. Системы органов белой планарии:

1 — общий вид; 2 — пищеварительная система; 3 — нервная система; 4 — половая система; 5 — выделительная система; 6 — протонефридий

Выделительная система — это *протонефридии*. Протонефридии начинаются в паренхиме звёздчатыми клетками с ресничками. Они собирают жидкие продукты обмена веществ. От звёздчатой клетки отходит короткий канал. Он открывается в общий выделительный канал, который заканчивается выделительным отверстием.

Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Газообмен осуществляется через покровы тела. Транспорт газов, питательных веществ и продуктов диссимиляции выполняет паренхима.

Нервная система состоит из двух головных узлов (ганглиев) и нескольких нервных стволов. Нервные стволы идут вдоль тела. Хорошо развиты два боковых нервных ствола. Плоские черви имеют органы зрения, осязания и химического чувства.

Половая система. Плоские черви — *гермафродиты*. Один организм имеет мужские половые железы (семенники) и женские половые железы (яичники). Специальные железы выделяют питательные вещества для яиц и вещества для образования их оболочек. Имеется сложная система каналов для выведения половых продуктов.

Размножение чаще *половое*. У ресничных червей наблюдается *бесполое* размножение путем фрагментации.

Свободноживущие представители (планария) имеют *прямое развитие*. Из яиц, которые откладываются в коконы, выходят молодые планарии. Для паразитических плоских червей характерна высокая плодовитость и сложные *циклы развития*. В процессе развития меняются личиночные стадии и хозяева паразита.

Значение плоских червей:

- 1) компоненты экосистем;
- 2) являются пищей для более крупных животных;
- 3) медицинское значение имеют представители двух классов типа

Плоские черви — класса *Сосальщико* и класса *Ленточные черви*. Многие из них — возбудители паразитарных заболеваний человека и животных.

Контрольные вопросы

1. Где живут плоские черви?
2. Назовите классы типа Плоские черви.
3. Какую форму и длину имеет тело плоских червей?
4. Какую симметрию имеют плоские черви?
5. Из каких зародышевых листков развиваются плоские черви?
6. Расскажите о строении кожно-мускульного мешка плоских червей.
7. Назовите органы прикрепления плоских червей.
8. Чем заполнено пространство между органами у плоских червей?
9. Какие функции выполняет паренхима?
10. Назовите системы органов плоских червей.
11. Расскажите о строении пищеварительной системы плоских червей.
12. Что такое протонефридии? Какое они имеют строение?
13. Расскажите о строении нервной системы плоских червей.
14. Перечислите органы чувств плоских червей.
15. Расскажите о строении половой системы плоских червей.
16. Как размножаются плоские черви?
17. Расскажите о значении плоских червей.

Тема 4. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА СОСАЛЬЩИКИ

Все паразитические черви называются *гельминтами*. Болезни, которые вызывают гельминты, называются *гельминтозами*.

Всего известно около 3 000 видов сосальщиков. Все *сосальщико* являются паразитами животных и человека.

Внешнее и внутреннее строение сосальщиков можно рассмотреть на примере *печёночного сосальщико*. Форма тела сосальщико листовидная. Длина тела 3–5 сантиметров. Передняя часть тела вытянута в виде конуса. На ней расположено две присоски. Печёночный сосальщико имеет ротовую и брюшную присоски.

Печёночный сосальщико паразитирует в желчных ходах печени у травоядных животных и у человека. К стенке желчных ходов сосальщико прикрепляется при помощи присосок.

Все органы печёночного сосальщико развиваются из трех зародышевых листков — эктодермы, энтодермы и мезодермы.

Наружный слой кожно-мускульного мешка у сосальщика называется **кутикулой**. Она защищает сосальщика от действия ферментов хозяина. Под кутикулой лежат 3 слоя гладких мышц: кольцевые, косые и продольные мышцы. Промежутки между органами заполнены клетками паренхимы.

Пищеварительная система имеет переднюю (рот, глотка) и среднюю кишку. Две ветви средней кишки сильно ветвятся. Задней кишки и анального отверстия нет. Непереваренные остатки пищи выделяются через рот.

Органы выделения — протонефридии.

Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют.

Нервная система состоит из двух головных узлов (ганглиев) и нескольких нервных стволов. Наиболее развиты два боковых нервных ствола. Сосальщики имеют органы осязания и органы химического чувства.

Половая система. Сосальщики — *гермафродиты*, имеют сложные циклы развития. В процессе развития меняются личиночные стадии и хозяева паразита.

Цикл развития. В цикле развития печёночного сосальщика есть два хозяина и несколько стадий личинок.

Организм, в котором живёт зрелая форма паразита и проходит половое размножение, называется **основным хозяином**. Основные хозяева печёночного сосальщика — *крупный рогатый скот или человек*.

Основной хозяин через кишечник выделяет во внешнюю среду яйца сосальщика. В водоёме из яйца выходит личинка с ресничками. Она называется *мирацидий*. Дальше мирацидий должен попасть в промежуточного хозяина. Организм, в котором живут личинки или проходит бесполое размножение паразита, называется **промежуточным хозяином**. Промежуточный хозяин печёночного сосальщика — *моллюск*. В теле моллюска мирацидий проходит несколько стадий развития. Из моллюска в воду выходит подвижная личинка с хвостом. Она называется *церкарий*.

Церкарий прикрепляется к водным растениям и покрывается плотной защитной оболочкой. Образуется покоящаяся стадия. Она называется *адолескарий*. С травой адолескарий может попасть в организм животных (окончательный хозяин). Человек может заразиться адолескарием при употреблении воды из водоема, а также овощей и фруктов, вымытых в этой воде. В кишечнике окончательного хозяина из адолескария развивается взрослый паразит (рис. 46).

Затем сосальщик проникает в печень и разрушает желчные ходы и ткань печени. В печени возникает воспалительный процесс и нарушается выделение желчи.

Болезнь, которую вызывает печёночный сосальщик, называется *фасциоз*. Способы защиты от заражения паразитами называются *профилактикой*.

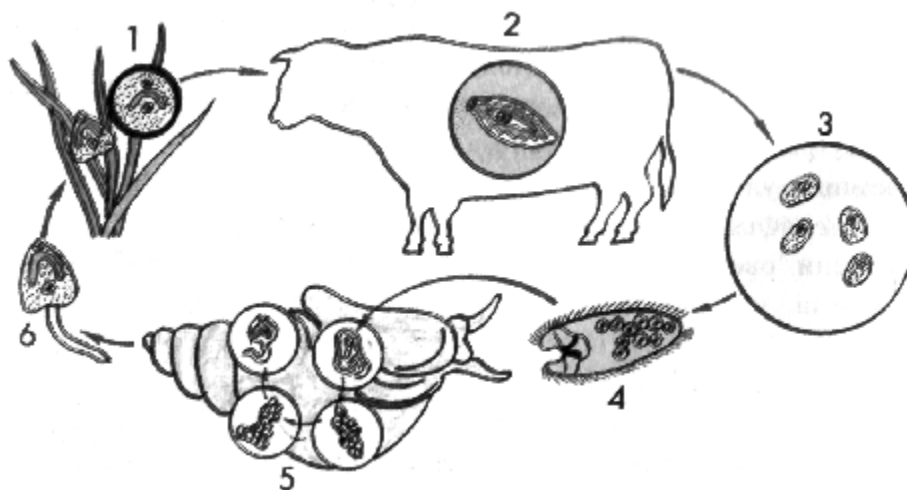


Рис. 46. Цикл развития печёночного сосальщика:

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

Профилактика фасциолёза:

- 1) не пить воду из открытых водоёмов;
- 2) не мыть овощи водой из открытых водоемов;
- 3) уничтожить 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. Как называются паразитические черви?
2. Какие болезни называются гельминтозами?
3. Какой образ жизни ведут сосальщики?
4. Назовите форму и длину тела печёночного сосальщика.
5. Где и у кого паразитирует печёночный сосальщик?
6. Чем прикрепляется печеночный сосальщик к стенкам желчных ходов?
7. Как называется наружный слой кожно-мышечного мешка сосальщиков и какую функцию он выполняет?
8. Чем заполнены промежутки между органами у сосальщиков?
9. Назовите системы органов сосальщиков.
10. Расскажите о строении пищеварительной системы сосальщиков.
11. Расскажите о строении нервной системы и органах чувств сосальщиков.
12. Какой организм называется основным хозяином паразита?

13. Назовите основных хозяев печёночного сосальщика.
14. Что выходит из яйца печёночного сосальщика в водоеме?
15. Какой организм называется промежуточным хозяином паразита?
16. Кто является промежуточным хозяином печеночного сосальщика?
17. Как проходит развитие печёночного сосальщика в теле моллюска?
18. Как называется покаящаяся стадия печёночного сосальщика?
19. Назовите личиночные стадии печёночного сосальщика.
20. Как происходит заражение основного хозяина печёночным сосальщиком?
21. Какие нарушения в организме человека вызывает печёночный сосальщик?
22. Как называется болезнь, которую вызывает печёночный сосальщик?
23. Что называется профилактикой?
24. В чём заключается профилактика фасциолёза у человека?
25. Назовите сосальщиков, которые паразитируют у человека.

Тема 5. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ

Известно около 1800 видов ленточных червей. Все *ленточные черви* являются паразитами человека и животных. Большинство ленточных червей паразитирует в кишечнике.

Внешнее строение. Тело ленточных червей имеет вид ленты. Размеры — от 1-го миллиметра до 10–18-ти метров в длину. Тело состоит из *головки, шейки и члеников*. Органы фиксации ленточных червей — *присоски и крючья*. Они находятся на головке.

Покровы тела. Стенка тела представлена кожно-мышечным мешком. Наружный его слой называется *тегумент*. Тегумент защищает паразита от переваривания в кишечнике хозяина.

Внутреннее строение. Кровеносная, дыхательная и пищеварительная системы у ленточных червей отсутствуют.

Питательные вещества они поглощают из кишечника хозяина всей поверхностью тела при помощи микроворсинок. Микроворсинки — это выросты наружного слоя кожно-мышечного мешка.

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).

Представителем класса Ленточные черви является *бычий цепень*. Он паразитирует в кишечнике человека. Длина тела цепня около 10-ти 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 и от неё отрастают новые членики. Паразит растёт всю жизнь. В средней части тела бычьего цепня каждый членик содержит мужские и женские половые органы. Такие членики называются *незрелыми*, или *гермафродитными*. Членики в задней части тела являются *зрелыми*. Они содержат матку с большим количеством яиц.

Жизненный цикл. Человек является *основным хозяином* бычьего цепня. Зрелые членики цепня отделяются от его тела и выходят из кишечника человека во внешнюю среду. Крупный рогатый скот является *промежуточным хозяином* цепня. *Яйца* цепня вместе с травой попадают в кишечник промежуточного хозяина. В кишечнике из яиц выходит личинка с крючьями — *онкосфера*. Она прободает кишечник и по кровеносным сосудам попадает в скелетную мускулатуру. Здесь образуется вторая личиночная стадия. Она называется *финна*. Финна имеет вид пузырька. Внутри финны ввернута головка молодого червя. Если человек съест мясо, которое содержит финну, он заразится бычьим цепнем. В кишечнике человека из финны образуется взрослая стадия паразита (рис. 47).

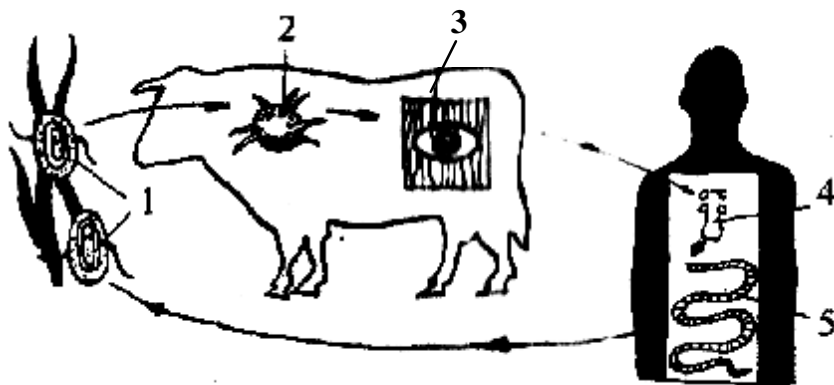


Рис. 47. Цикл развития бычьего цепня:

1 — яйца; 2 — онкосфера; 3 — финна; 4 — головка цепня; 5 — взрослый паразит

Бычий цепень в организме человека поглощает питательные вещества. Присоски цепня разрушают слизистую оболочку кишечника. Продукты обмена веществ цепня попадают в кровь и являются для человека ядовитыми. Все эти изменения в организме человека приводят к развитию болезни. Болезни, которые вызывают ленточные черви, называются *цестодозами*.

Профилактика заражения человека бычьим цепнем:

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

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

Контрольные вопросы

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

Тема 6. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

Известно более 15 000 видов круглых червей. Тип *Круглые черви* включает пять классов. Самым важным является 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. Такие черви называются «круглыми». Длина тела — от нескольких миллиметров до нескольких метров.

На переднем конце тела расположено *ротовое отверстие* и органы чувств. На брюшной стороне тела находится *выделительное отверстие*. У самок ближе к середине тела на брюшной стороне расположено *половое отверстие*. Ближе к заднему концу тела находится *анальное отверстие*.

Покровы тела. Стенка тела круглых червей — *кожно-мускульный мешок*. Наружный слой кожно-мускульного мешка называется *кутикулой*. Кутикула выполняет функции наружного скелета, защищает червей от действия ферментов кишечного сока хозяина. Под кутикулой лежит эпите-

лиальная ткань *гиподерма*. Под гиподермой находится *один слой продольных мышечных волокон*. При сокращении продольных мышц тело червей способно изгибаться в спинно-брюшном направлении и совершать змеевидные движения.

Внутреннее строение. Полость тела — *первичная (псевдоцель)*. Она заполнена жидкостью, которая находится под большим давлением. Жидкость выполняет опорную (*гидроскелет*) и транспортную функции, участвует в обмене веществ.

Пищеварительная система содержит три отдела: передний (рот, глотка и пищевод), средний (средняя кишка) и задний (задняя кишка с анальным отверстием). У некоторых видов ротовое отверстие окружено *кутикулярными губами*, у других имеются кутикулярные выросты — *зубцы*. Пищевод имеет расширение — *бульбус*. Пищеварение преимущественно полостное. Пищей для свободноживущих червей являются разлагающиеся органические вещества и мелкие беспозвоночные. Кишечные паразиты питаются тканями и жидкостями внутренней среды организма хозяина. Непереваренные остатки пищи удаляются через анальное отверстие (рис. 48).

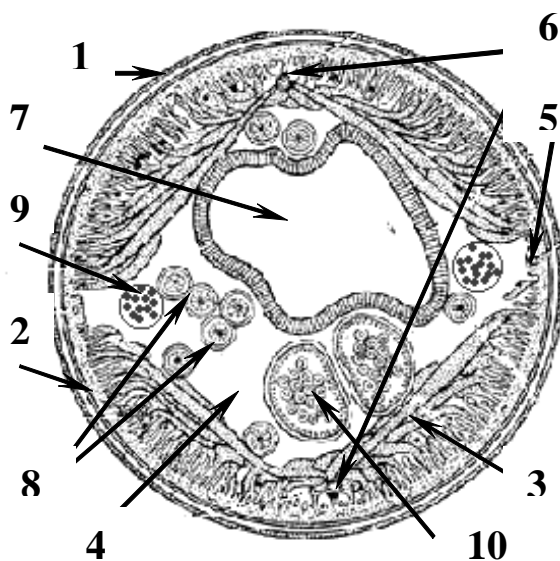


Рис. 48. Поперечный срез аскариды:

1 — кутикула; 2 — гиподерма; 3 — мускульные клетки; 4 — первичная полость тела; 5 — канал выделительной системы; 6 — нервные стволы; 7 — просвет кишечника; 8 — яичники; 9 — яйцеводы; 10 — матка

Выделительная система представлена 1–2 кожными железами, похожими на протонефридии. Это крупные клетки, от которых отходят два канала. Каналы в задней части тела заканчиваются слепо, а впереди открываются наружу выделительным отверстием. Также жидкие продукты обмена обезвреживаются *фагоцитарными клетками*, которые расположены по ходу выделительных каналов.

Кровеносная и дыхательная системы у круглых червей отсутствуют.

Нервная система червей содержит два головных ганглия, окологлоточное кольцо и четыре продольные нервные ствола. Лучше развиты спинной и брюшной нервные стволы. Круглые черви имеют органы осязания и органы химического чувства.

Половая система. Круглые черви *раздельнополые животные*, выражен *половой диморфизм* — самцы меньше самок и задний конец тела самцов закручен на брюшную сторону. Половая система имеет вид трубок. У самцов половая система непарная и состоит из семенника, семяпровода, семяизвергательного канала. У самок половая система парная и состоит из двух яичников, двух яйцеводов, двух маток и одного непарного влагалища (рис. 49).

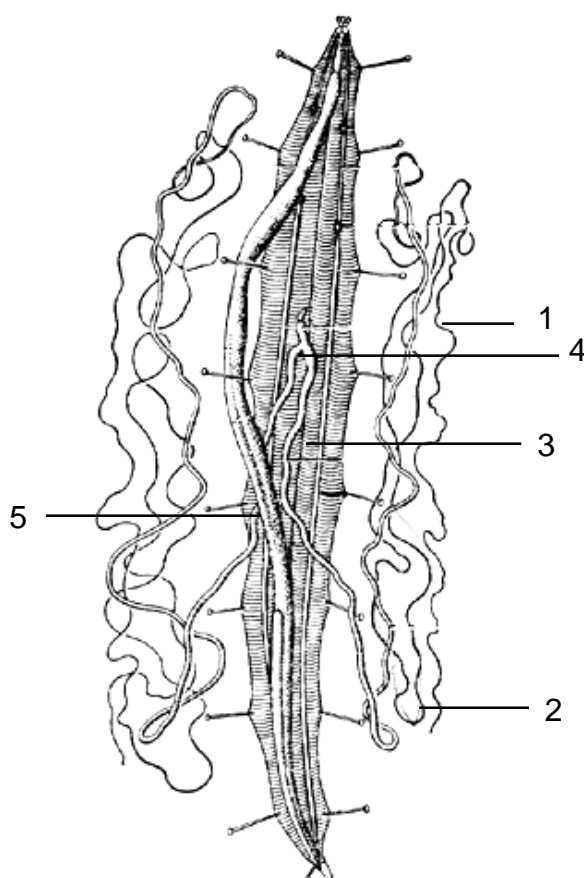


Рис. 49. Вскрытая самка аскариды:

1 — яичники; 2 — яйцеводы; 3 — матки; 4 — влагалище; 5 — кишечная трубка

Размножение половое. Осеменение внутреннее. Развитие у нематод не прямое (с превращением). Часто оно происходит без смены хозяев и тогда личинка развивается в почве или воде. Развитие сопровождается линькой. Некоторым видам свойственно *живорождение*. Для паразитов характерны сложные циклы развития.

Значение круглых червей:

- 1) компоненты экосистем;
- 2) пища для более крупных животных;
- 3) участвуют в почвообразовании;
- 4) возбудители паразитарных заболеваний.

Представителем типа Круглые черви является **аскарида человека**. Длина тела самки — 40 сантиметров, самца — 25 сантиметров. Живые паразиты бело-розового цвета. Тело цилиндрическое, заостренное на концах. Взрослая особь живет в тонком кишечнике.

Цикл развития. Оплодотворенная самка откладывает в сутки до 250 тысяч яиц, которые из кишечника человека попадают в почву. В почве при температуре +25 °С, при достаточной влажности и в присутствии кислорода 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 через стенку кишки попадает в кровь. Она проходит через печень, правую часть сердца, попадает в малый круг кровообращения, лёгкие. Из лёгких по бронхам и трахее личинка поднимается в ротовую полость и проглатывается. Через три месяца в кишечнике личинка превращается во взрослую аскариду. Миграция личинок длится около двух недель. Продолжительность жизни взрослых аскарид — около года.

Аскарида вызывает у человека болезнь *аскаридоз*. Аскарида поглощает питательные вещества из организма хозяина. Её личинки разрушают стенку кишечника, кровеносные сосуды и дыхательные пути. Они могут вызывать кашель и бронхит. Продукты обмена веществ аскариды являются ядовитыми для человека.

Профилактика аскаридоза:

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

У человека могут паразитировать и другие круглые черви. Это *острица*, *ришта*, *филярии*. Болезни, которые вызывают круглые черви, называются *нематодозами*.

Контрольные вопросы

1. Назовите среду обитания круглых червей.
2. Объясните название круглые черви.
3. Назовите размеры тела круглых червей.

4. Назовите слои кожно-мускульного мешка круглых червей.
5. Как называется полость тела червей? Чем она заполнена?
6. Назовите функции полостной жидкости.
7. Какое строение имеет пищеварительная система круглых червей?
8. Какое строение имеет выделительная система червей?
9. Каких систем органов нет у круглых червей?
10. Расскажите о строении нервной системы червей.
11. Что такое половой диморфизм?
12. Какое строение имеет половая система круглых червей?
13. Перечислите значение круглых червей.
14. Какую длину тела имеют самец и самка аскариды?
15. Назовите условия, при которых происходит развитие в яйце личинки аскариды?
16. Как происходит заражение человека аскаридой?
17. Как движется личинка аскариды в организме человека?
18. Как называется болезнь, которую вызывает аскарида у человека?
19. Какое действие оказывает аскарида на организм человека?
20. В чём состоит профилактика аскаридоза?
21. Назовите круглых червей — паразитов человека.
22. Как называются болезни, которые вызывают круглые черви?

Тема 7. ТИП 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, паразиты человека, животных и растений.

К типу Членистоногие относятся три класса:

- класс — *Ракообразные* (раки, креветки, лангусты);
- класс — *Паукообразные* (пауки, скорпионы, клещи);
- класс — *Насекомые* (бабочки, жуки, мухи, комары).

Размеры тела от 0,1 миллиметра до 1-го метра. Тело большинства членистоногих состоит из отдельных частей (сегментов). **Сегменты образуют отделы тела:**

- три отдела: голова, грудь, брюшко (насекомые);
- два отдела: головогрудь, брюшко (пауки, раки).

Тело клещей не разделено на сегменты и отделы.

Покровы тела. Тело членистоногих покрыто органическим веществом *хитином*. Хитин выполняет защитную функцию и является наружным скелетом. К хитину прикрепляются поперечнополосатые мышцы. Перио-

дически старый хитин сбрасывается и вместо него образуется новый хитин. Такое явление называется «*линькой*». Во время линьки членистоногие растут (рис. 50).

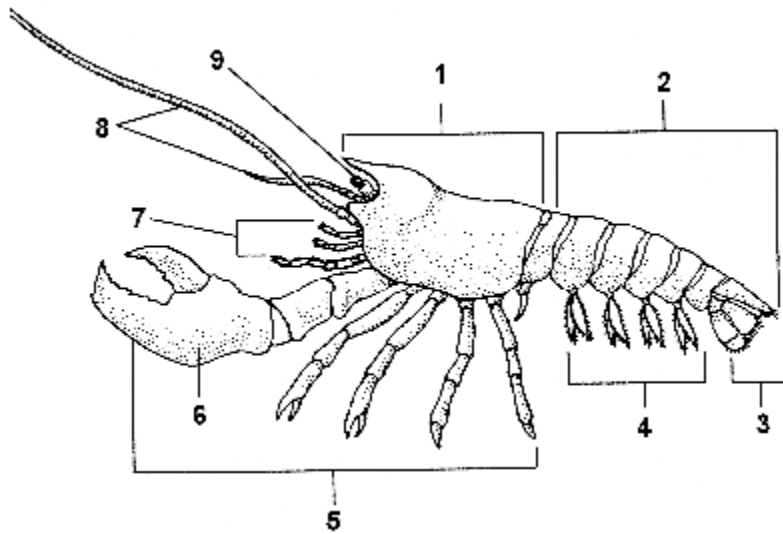


Рис. 50. Внешнее строение речного рака:

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

Органы движения. Животные этого типа имеют *членистые конечности*. Конечности состоят из отдельных частей (члеников). Они подвижны и прикрепляются к телу суставами. Конечности выполняют разные функции. С помощью конечностей животное питается и защищает себя от врагов. Они являются органами движения. Число ходильных конечностей у членистоногих разное: у рака — 5 пар, у паука — 4, у насекомых — 3 (рис. 50, 51).

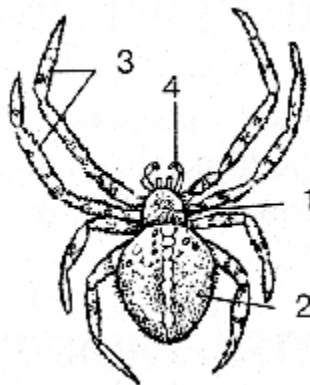


Рис. 51. Внешнее строение паука:

1 — головогрудь; 2 — брюшко; 3 — ходильные конечности; 4 — хелицеры и педипальпы

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

тела. Миксоцель заполнена жидкостью — гемолимфой. *Гемолимфа* — бесцветная жидкость, которая одновременно выполняет функции крови и полостной жидкости.

Пищеварительная система имеет 3 отдела. Передний отдел включает рот, глотку, пищевод, иногда зоб, желудок. Средний отдел представлен средней кишкой. Задний отдел — это задняя кишка и анальное отверстие. Передний отдел начинается сложным ротовым аппаратом. У членистоногих хорошо развиты пищеварительные железы (слюнные железы, печень).

Выделительная система представлена видоизмененными метанефридиями (*зеленые и коксальные железы*) или *мальпигиевыми сосудами* (выросты кишечника). У насекомых в выделении участвует *жировое тело* (почка накопления) — накопление ненужных и запасных питательных веществ.

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

Органы дыхания водных членистоногих — *жабры*. Наземные животные дышат с помощью *лёгких* или *трахей*.

Нервная система состоит из *головного ганглия* («головной мозг»), *окологлоточного нервного кольца* и *брюшной нервной цепочки*. У членистоногих хорошо развиты все органы чувств — зрения, обоняния, осязания, вкуса, слуха, равновесия.

Половая система. Членистоногие — раздельнополые животные. Самец и самка отличаются размерами и окраской тела. Внешние различия особей разного пола называются *половым диморфизмом*.

Размножение у членистоногих *половое*. Развитие может быть *прямым* или *с превращением (метаморфозом)*. Развитие называется **прямым**, если из яйца выходит животное, которое по строению похоже на взрослый организм. Прямой тип развития характерен для пауков. При **развитии с превращением (метаморфозом)** есть дополнительные стадии между яйцом и взрослым организмом. Если при развитии есть 4 стадии превращения: яйцо – личинка – куколка – взрослая особь, тогда говорят о **полном метаморфозе** (например, бабочки, мухи, комары). У организмов с **неполным метаморфозом** происходит смена 3-х стадий развития: яйцо – личинка – взрослая особь. Стадия куколки отсутствует (например, клопы, вши).

Контрольные вопросы

1. Где живут членистоногие?
2. Назовите классы типа Членистоногие и их представителей.
3. Назовите отделы тела членистоногих.

4. Чем покрыто тело членистоногих?
5. Назовите функции хитина.
6. Что такое линька?
7. Объясните название типа Членистоногие.
8. Какие функции выполняют конечности членистоногих?
9. Какая полость тела у членистоногих и как она образуется?
10. Назовите функции гемолимфы.
11. Расскажите о строении пищеварительной системы членистоногих.
12. Назовите органы выделения членистоногих.
13. Какое строение имеет кровеносная система членистоногих?
14. Назовите органы дыхания членистоногих.
15. Какое строение имеет нервная система членистоногих?
16. Какие органы чувств развиты у членистоногих?
17. Что такое половой диморфизм?
18. Какое размножение и развитие у членистоногих?
19. Какое развитие называется прямым?
20. Какое развитие называется развитием с превращением?
21. Что такое развитие с полным и неполным метаморфозом?

Тема 8. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ПАУКООБРАЗНЫЕ

Класс Паукообразные насчитывает 75 тысяч видов.

Среда обитания. Паукообразные живут на суше.

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

К классу Паукообразные относятся скорпионы, пауки, клещи. Размеры тела — от 0,3 миллиметра (чесоточный клещ) до 30-ти сантиметров (паук-птицеед).

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

На головогрудь расположено 6 пар конечностей. 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*). Паук держит добычу педипальпами, которые также являются органами осязания и вкуса. У скорпионов педипальпы превращены в длинные клешни. Остальные четыре пары конечностей у паукообразных — ходильные ноги (органы движения). 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 откладки яиц.

Покровы тела. Тело паукообразных покрыто *кутикулой*, которая пропитана хитином. Под кутикулой расположены *гиподерма* и *поперечно-полосатые мышцы*. Кутикула выполняет защитную функцию и является наружным скелетом.

Внутреннее строение. Паукообразные питаются живыми организмами (хищники), кровью хозяина (паразиты) и соками растений.

Пищеварительная система имеет *передний, средний и задний отделы*. Пищеварение у паука наружно-внутреннее. Расщепление питательных веществ начинается после введения в добычу пищеварительных ферментов слюнных желез. Паук всасывает жидкую пищу с помощью мускулистой глотки и сосательного желудка. Переваривание пищи заканчивается у паука в средней кишке. В среднюю кишку открываются протоки печени. Остатки пищи через заднюю кишку и анальное отверстие выделяются наружу.

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

Кровеносная система незамкнутая. Сердце в виде трубочки лежит на спинной стороне. Кровь (*гемолимфа*) из сердца попадает в полость тела и омывает органы дыхания. Богатая кислородом гемолимфа собирается в сосуды и возвращается в сердце.

Органы дыхания — *легкие* и *трахеи*. Легкие лежат в передней части брюшка. Трахеи — это трубочки, которые лежат в задней части брюшка. Трахеи открываются наружу дыхательными отверстиями (*стигмами*) (рис. 52).

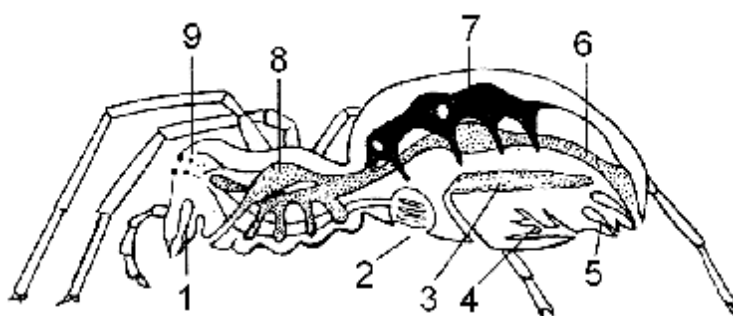


Рис. 52. Внутреннее строение паука:

1 — ядовитая железа; 2 — легкие; 3 — половая железа; 4 — трахеи; 5 — паутинная железа; 6 — кишечник; 7 — сердце; 8 — желудок; 9 — глаза

Нервная система состоит из головного ганглия, брюшной нервной цепочки и нервов. Органы зрения — простые глаза, которые расположены 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. Клеши развиваются с метаморфозом.

В природе часто встречаются клещи. Это мелкие паукообразные. Их размеры тела не более 0,3–0,5 сантиметров. После насыщения кровью размеры могут увеличиваться до 1-го сантиметра. Клеши живут в почве, в гнёздах птиц, являются паразитами растений, животных и человека. Тело клещей не имеет отделов. Хелицеры и педипальпы образуют *хоботок*. У клещей внутреннее строение упрощено. У них нет кровеносной системы и трахей. У многих клещей нет глаз. Клеши питаются соками растений или кровью хозяина. Размножение у клещей половое. Развитие клещей проходит с неполным метаморфозом (есть стадия личинки).

Клеши имеют большое медицинское значение. *Иксодовые* и *аргазовые клещи* питаются кровью животных и человека. Они могут передавать человеку возбудителей энцефалита и тифа. *Чесоточный клещ* живет в коже человека. Размеры клеща 0,3 миллиметра. Самка чесоточного клеща прогрызает в коже человека ходы. В этих ходах она продвигается и откладывает яйца, что вызывает сильный зуд. Чесоточный клещ вызывает болезнь чесотку. Вначале клещи заселяют кожу между пальцами рук и низ живота. Затем поражается все тело. Защитить себя от заражения чесоточным клещом можно при соблюдении правил гигиены. Нельзя пользоваться чужой одеждой, перчатками, обувью, постельными принадлежностями.

Значение паукообразных:

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

Контрольные вопросы

1. Назовите среду обитания и образ жизни паукообразных.
2. Какие животные относятся к классу 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 клещи?
20. Как защитить себя от заражения чесоточным клещом?
21. Расскажите о значении паукообразных.

Тема 9. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА НАСЕКОМЫЕ

Всего насчитывается около 1-го миллиона видов насекомых.

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-х миллиметров до 30-ти сантиметров.

Покровы тела. Тело насекомых покрыто *хитином*. Под хитином лежат *гиподерма* и *поперечно-полосатая мускулатура*. Периодически старый хитин сбрасывается и вместо него образуется новый хитин — насекомые линяют. Во время линьки насекомые растут.

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–две пары крыльев. Членистые конечности расположены на груди с брюшной стороны. Крылья находятся на спинной стороне груди. Некоторые насекомые-паразиты не имеют крыльев (например, блохи и вши) (рис. 53).

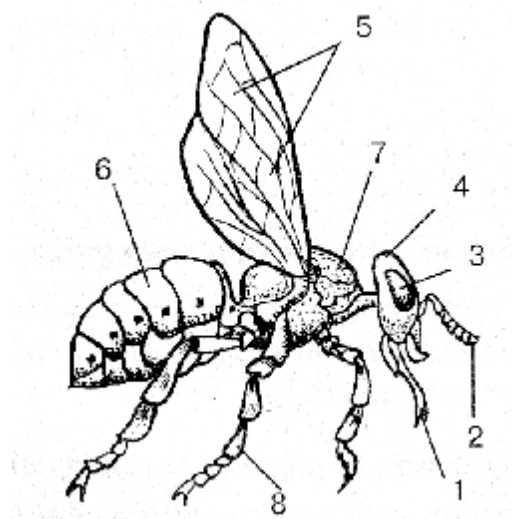


Рис. 53. Внешнее строение насекомого:

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

Внутреннее строение. *Пищеварительная система* насекомых состоит из *передней, средней и задней кишки*. Передняя кишка начинается ротовым отверстием и ротовым аппаратом. В полость рта открываются протоки слюнных желез. *Ротовой аппарат* состоит из верхней и нижней губы, двух верхних челюстей 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. За ротовым отверстием идут глотка, пищевод, желудок, кишечник и анальное отверстие. Печень отсутствует. Пищеварительные ферменты выделяются стенкой средней кишки. Переваривание пищи и всасывание питательных веществ идёт в средней кишке.

Органами выделения являются *мальпигиевы трубочки* и *жировое тело*. Мальпигиевы трубочки открываются в пищеварительный канал на границе средней и задней кишки. Жировое тело («почка накопления») собирает продукты диссимиляции (рис. 54).

Кровеносная система незамкнутая. Сердце в виде трубки лежит на спинной стороне брюшка над кишечником. Кровь у насекомых бесцветная и называется *гемолимфой*. Гемолимфа доставляет питательные вещества к органам и тканям, участвует в выведении продуктов обмена, выполняет защитную функцию.

Органы дыхания насекомых — *трахеи*. Трахеи — это трубочки, которые доставляют кислород ко всем органам и тканям. Трахеи открываются наружу отверстиями. Отверстия называются *дыхальцами*. Дыхальца расположены по бокам брюшка и груди.

Нервная система насекомых устроена сложно. Имеются надглоточный ганглий, брюшная нервная цепочка и нервы. Надглоточный ганглий называется «головным мозгом». «Головной мозг» имеет три отдела: передний, средний и задний. Задний отдел иннервирует ротовой аппарат, средний — усики, передний — глаза. Головной мозг отвечает за сложное поведение насекомых.

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

Половая система. Насекомые раздельнополые. Парные половые железы лежат в брюшке. Размножение половое. Развитие насекомых проходит с метаморфозом. При *неполном метаморфозе* имеются стадии яйца, личинки и взрослого насекомого (например, у тараканов и кузнечиков). При *полном метаморфозе* имеются стадии яйца, личинки, куколки и взрослого насекомого (например, у жуков и бабочек).

Значение насекомых:

- 1) опылители цветковых растений;

- 2) пища для птиц и животных;
- 3) дают человеку продукты питания (например, мед) и продукты для получения лекарств (например, пчелиный яд, прополис);
- 4) человек использует насекомых в научных исследованиях;
- 5) уничтожают вредных насекомых.

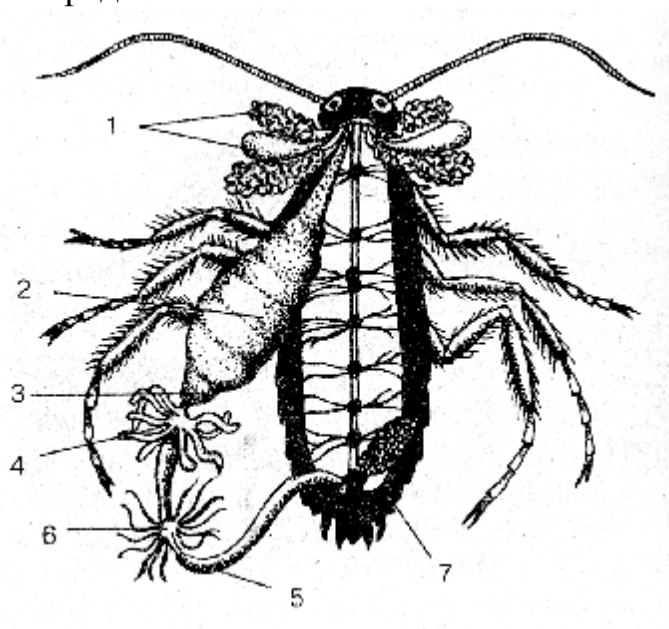


Рис. 54. Внутреннее строение насекомого:

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

Медицинское значение имеют насекомые-паразиты. Например, вши вызывают болезни человека; блохи передают человеку возбудителей чумы, комары рода *Анофелес* — 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. Чем начинается пищеварительная система насекомых?
8. Расскажите о строении ротового аппарата насекомых.
9. Какие органы выделения имеют насекомые?
10. Какое строение имеет кровеносная система насекомых?
11. Что такое гемолимфа? Назовите функции гемолимфы.
12. Назовите органы дыхания насекомых.
13. Расскажите о строении нервной системы насекомых.

14. Какие органы чувств развиты у насекомых?
15. Какое строение имеют глаза насекомых и как они называются?
16. Что является органом осязания у насекомых?
17. Какое размножение и развитие у насекомых?
18. Назовите стадии развития с неполным метаморфозом и приведите примеры насекомых.
19. Назовите стадии развития с полным метаморфозом и приведите примеры насекомых.
20. Расскажите о значении насекомых.

Тема 10. ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА ХОРДОВЫЕ

Тип Хордовые насчитывает около 50 000 видов.

Хордовые широко распространены по всему земному шару. Они имеют разные размеры, внешний вид и ведут разный образ жизни (например, ланцетник, рыба, птица, тигр). Среди хордовых животных есть много хищников.

Хордовые животные имеют сложное строение и поведение. Их органы и системы органов развиваются из трёх зародышевых листков: эктодермы, мезодермы и энтодермы. Тело имеет билатеральную симметрию. У всех хордовых имеется вторичная полость тела. Она называется **целом**.

Хордовые животные имеют общий план строения.

Тело хордовых покрыто **кожей**. Кожа имеет два слоя: 1) наружный слой эпителиальный — *эпидермис*; 2) внутренний слой — *дерма*. Дерма образована соединительной тканью.

Осевой скелет — *хорда*. Хорда есть у эмбрионов и у личинок хордовых. У остальных животных хорда заменяется *позвоночником*.

Над хордой лежит **нервная трубка**. Полость нервной трубки называется *невроцель*. Из нервной трубки у большинства хордовых животных образуется спинной и головной мозг. Хорошо развиты все органы чувств: зрение, слух, обоняние, осязание, вкус.

Под хордой находится **пищеварительная трубка**. Она имеет три отдела: передний, средний и задний. Передний отдел пищеварительной трубки — глотка — имеет жаберные щели. Стенки жаберных щелей дают начало органам дыхания водных животных — жабрам. У наземных животных жаберные щели имеют только зародыши. В процессе эмбриогенеза щели зарастают. У взрослых наземных животных органы дыхания — **легкие**. Легкие развиваются из кишечной трубки.

Кровеносная система замкнутая. Имеется один или два круга кровообращения. *Сердце* находится под пищеварительной трубкой на брюшной стороне.

Выделительная система. Органы выделения — нефридии или почки. Почки могут быть туловищными (у низших позвоночных) или тазовыми (у высших позвоночных).

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

Классификация типа Хордовые

В типе Хордовые есть два подтипа:

1. Подтип Бесчерепные:

1.1. Класс Ланцетники

2. Подтип Черепные, или Позвоночные:

Класс Хрящевые рыбы, класс Костные рыбы, класс Земноводные (Амфибии), класс Пресмыкающиеся (Рептилии), класс Птицы, класс Млекопитающие.

К подтипу Бесчерепные относится **класс Ланцетники**. Название подтипа объясняется отсутствием у ланцетника черепа и головного мозга. Ланцетник живёт в песке на дне водоёма.

Внешнее строение. Форма тела ланцетника обтекаемая, длина тела — 4–8 сантиметров. Тело подразделяется на головной, туловищный и хвостовой отделы.

Тело ланцетника покрыто кожей. Она состоит из однослойного эпидермиса и студенистой дермы. Покровы тела прозрачные, пигментных клеток нет. В коже расположены железы, которые выделяют слизь. Складки кожи образуют *плавники*. Плавники являются органами движения. Мышцы состоят из отдельных сегментов и в виде двух лент лежат вдоль тела ланцетника (рис. 55).

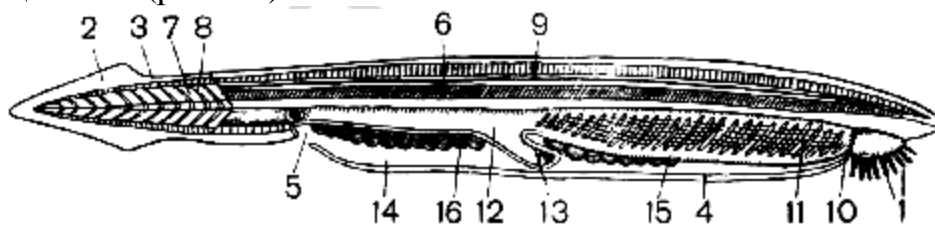


Рис. 55. Строение ланцетника:

1 — рот, окруженный щупальцами; 2 — хвостовой плавник; 3 — спинной плавник; 4 — метаплевральные складки; 5 — атриопор; 6 — хорда; 7 — сегменты мышц; 8 — миосепта; 9 — нервная трубка; 10 — кольцевая мышца вокруг ротового отверстия; 11 — жаберные щели; 12 — кишка; 13 — печень; 14 — околожаберная полость; 15 — эндостиль; 16 — половые железы

Внутреннее строение. *Хорда* является осевым скелетом ланцетника.

Нервная система представлена нервной трубкой, которая лежит над хордой. Нервная трубка имеет полость — невроцель. *Нервная трубка* на переднем конце тела образует обонятельную ямку. Обонятельная ямка

является органом химического чувства. Свет воспринимают светочувствительные клетки нервной трубки.

Питание ланцетника пассивное. У ротового отверстия есть щупальца, которые создают движение воды. Частицы пищи с водой попадают в рот. Через глотку пища идёт в кишечник, где происходит её переваривание. Непереваренные остатки выходят наружу через анальное отверстие.

В стенке глотки имеется 100–150 пар жаберных отверстий. *Дыхание* у ланцетника идёт вместе с питанием. Газообмен происходит в кровеносных сосудах жаберных перегородок.

Органы выделения ланцетника называются *нефридиями*. Они имеют вид трубочек и лежат по сегментно по бокам от глотки.

Кровеносная система замкнутая. Функцию сердца выполняет пульсирующая *брюшная аорта*. Кровь бесцветная — нет дыхательных пигментов.

Половая система. Ланцетники раздельнополые. Они имеют 25 пар *гонад* (половых желез). Гонады расположены по бокам от глотки. Размножение половое. Оплодотворение и развитие зародыша идёт в воде. Из зиготы развивается личинка. Развитие не прямое, с метаморфозом.

В конце XIX века русский биолог А. О. Ковалевский описал признаки сходства ланцетника с беспозвоночными и позвоночными животными.

Признаки сходства ланцетника с беспозвоночными:

- двусторонняя симметрия;
- развитие из трех зародышевых листков;
- однослойный эпителий кожи;
- по сегментное расположение мышц, гонад и нефридий;
- слабая дифференцировка пищеварительной системы;
- пассивное питание;
- отсутствие головного мозга и сердца.

Признаки сходства ланцетника с позвоночными:

- осевой скелет — хорда;
- нервная трубка лежит над хордой;
- пищеварительная трубка лежит под хордой;
- глотка пронизана жаберными щелями;
- центральный пульсирующий кровеносный сосуд лежит на брюшной стороне тела.

Контрольные вопросы

1. Из каких зародышевых листков развиваются органы хордовых?
2. Какая симметрия и полость тела у хордовых животных?
3. Какой осевой скелет у хордовых?
4. Где расположена нервная трубка хордовых и как называется ее полость?
5. Где расположена пищеварительная трубка хордовых?

6. Назовите органы дыхания водных и наземных хордовых.
7. Где расположено сердце хордовых?
8. Назовите слои кожи хордовых.
9. Дайте классификацию типа Хордовые.
10. Какую форму и длину тела имеет ланцетник?
11. Из чего состоит кожа ланцетника?
12. Назовите органы движения ланцетника.
13. Что является осевым скелетом у ланцетника?
14. Какие клетки у ланцетника воспринимают свет?
15. Как питается ланцетник? Где происходит переваривание пищи?
16. Как идет дыхание ланцетника? Где происходит газообмен?
17. Как называются органы выделения ланцетника? Какую форму они имеют?
18. Что выполняет функцию сердца у ланцетника?
19. Как происходит размножение и развитие ланцетника?
20. Назовите признаки сходства ланцетника с беспозвоночными животными.
21. Назовите признаки сходства ланцетника с позвоночными животными.

Тема 11. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА КОСТНЫЕ РЫБЫ

Класс Костные рыбы включает около 25 000 видов. Они живут в различных водоёмах.

Внешнее строение. Форма тела у рыб обтекаемая. Тело имеет: *голову, туловище, хвост*. **Органы движения** рыбы — *плавники*. Парные плавники — грудные и брюшные. Они обеспечивают повороты тела и сохранение равновесия. Непарные плавники — спинной, анальный и хвостовой. Они обеспечивают устойчивость тела и движение (рис. 56).

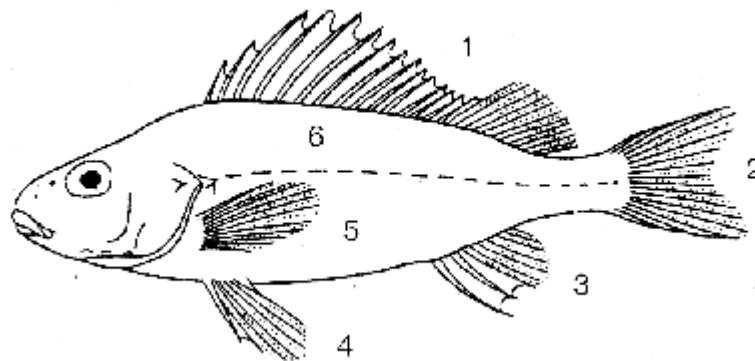


Рис. 56. Внешнее строение рыбы:

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

Покровы тела представлены *кожей*. Кожа состоит из многослойного эпидермиса и дермы. Кожа покрыта *чешуёй*. В коже расположены одно-клеточные железы, которые выделяют слизь. *Функции слизи*: 1) помогает рыбе двигаться в воде; 2) защищает от возбудителей болезней.

Внутреннее строение

Скелет рыб состоит из хрящевой и костной ткани. Он делится на скелет головы, скелет туловища и скелет плавников. *Скелет головы* — 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 образованы двумя мышечными лентами, которые лежат по бокам тела.

Пищеварительная система имеет отделы: рот, глотку, пищевод, желудок, кишечник (тонкая кишка и толстая кишка) и анальное отверстие. В ротовой полости находятся *челюсти с зубами*. Стенка глотки пронизана жаберными щелями. Всасывание питательных веществ происходит в тонком кишечнике. Непереваренные остатки пищи выделяются через анальное отверстие. Рыбы имеют печень, желчный пузырь и поджелудочную железу.

У рыб имеется *плавательный пузырь*. *Плавательный пузырь* — это вырост пищевода, который заполнен смесью газов. При наполнении пузыря газом рыба поднимается к поверхности воды. При уменьшении количества газа в пузыре рыба опускается на дно водоема.

Выделительная система. *Орган выделения рыб* — две туловищные почки. Почки лежат в спинной части полости тела вдоль позвоночника. Моча по мочеточникам поступает в мочевой пузырь. Затем выделяется наружу через мочеиспускательный канал.

Кровеносная система замкнутая. *Сердце* имеет одно предсердие и желудочек. Такое сердце называется *двухкамерным*. Кровь в сердце венозная. Круг кровообращения один.

Дыхательная система. *Органы дыхания рыб* — *жабры*. Рыбы дышат растворённым в воде кислородом. Газообмен происходит в жабрах (рис. 57).

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. Головной мозг имеет 5 отделов: передний мозг, промежуточный мозг, средний мозг, задний мозг (мозжечок) и продолговатый мозг. Наиболее развит средний мозг. В среднем мозге расположены центры зрения. Хорошо развит мозжечок. Он отвечает за сложные движения рыб. Рыбы имеют все органы чувств — зрения, слуха, вкуса, обоняния и осязания.

Органы зрения — глаза, имеют шаровидный хрусталик и плоскую роговицу. Поэтому рыбы лучше видят предметы, которые расположены на близком расстоянии (до 15-ти метров).

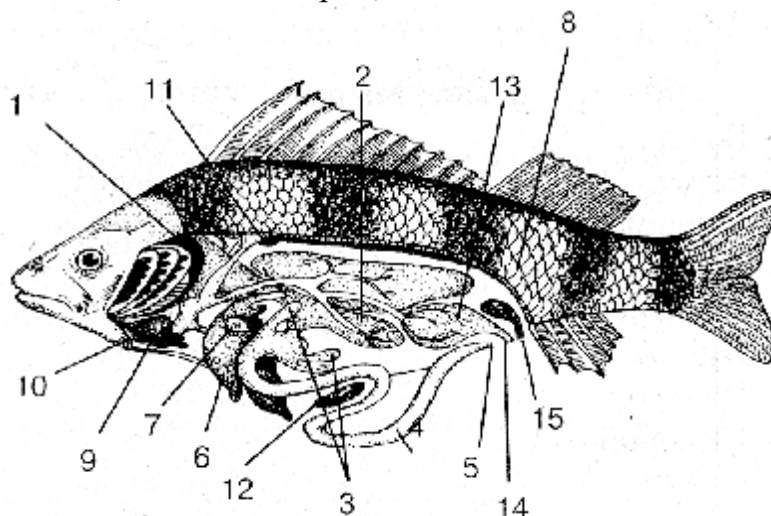


Рис. 57. Внутреннее строение рыбы:

1 — жабры; 2 — желудок; 3 — поджелудочная железа; 4 — кишечник; 5 — анальное отверстие; 6 — печень; 7 — желчный пузырь; 8 — чешуя; 9 — сердце; 10 — артериальный конус; 11 — почка; 12 — селезенка; 13 — яичник; 14 — проток половой железы; 15 — мочевой пузырь

Орган слуха рыб представлен только внутренним ухом, которое не имеет связи с внешней средой. Благодаря плотности воды звуковые волны хорошо передаются через кости черепа и воспринимаются органами слуха рыбы.

Специальный орган рыб называется *боковой линией*. Клетки боковой линии определяют направление движения воды.

Половая система. Рыбы раздельнополые животные. Размножение у них половое. Оплодотворение и развитие происходят в воде. Развитие с метаморфозом. Из икры (яйца) развивается личинка. Она называется малек.

Значение рыб:

- 1) продукт питания для человека. Икра рыб содержит много витаминов. Из печени рыб получают рыбий жир;
- 2) многие животные и птицы питаются рыбами.

Контрольные вопросы

1. Где живут рыбы?
2. Какая форма тела рыб?
3. Назовите отделы тела рыб.
4. Назовите органы движения рыб.
5. Расскажите о строении покровов тела рыб?
6. Из какой ткани состоит скелет рыб?

7. Расскажите о строении скелета рыб.
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. Назовите отделы головного мозга рыб.
14. Какие отделы головного мозга наиболее развиты? Какую функцию они выполняют?
15. Назовите органы чувств рыб.
16. Что такое боковая линия? Что определяют ее клетки?
17. Как происходит размножение и развитие рыб?
18. Какое значение имеют рыбы?

Тема 12. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс Земноводные, или *амфибии*, включает около 4100 видов. *Земноводные* — это первые наземные позвоночные животные. Взрослые земноводные живут на суше. Развитие их проходит в воде.

К классу Земноводные относятся отряды:

- Бесхвостые (лягушки, жабы);
- Хвостатые (саламандры, тритоны);
- Безногие (червяги, рыбозмеи).

Отделы тела. *Тело* земноводных имеет голову, туловище, две пары конечностей. Некоторые земноводные имеют хвост (саламандра, тритон). *Конечность* имеет 5 пальцев и называется пятипалой конечностью.

Покровы тела представлены кожей. *Слои кожи:* эпидермис и дерма. Кожа тонкая, имеет большое количество кровеносных сосудов. В коже расположено много желез. Железы выделяют слизь, и кожа всегда влажная.

Скелет земноводных состоит из трех отделов: скелет головы, скелет туловища и скелет конечностей. *Скелет головы* — череп. Череп имеет мозговой и лицевой отделы. Череп соединяется с позвоночником подвижно. *Скелет туловища* — позвоночник. *Позвоночник* имеет 4 отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. Рёбра у земноводных отсутствуют. Грудной клетки нет (рис. 58).

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

Скелет задней конечности имеет бедро, голень и стопу. Тазовые кости образуют *пояс задних конечностей*. Мышцы у земноводных расположены параллельными пучками. Наиболее развиты мышцы задних конечностей, головы, брюшной стенки, ротовой полости.

Пищеварительная система состоит из переднего, среднего и заднего отделов. Передний отдел начинается *ротоглоточной* полостью, в которой есть язык и мелкие зубы на верхней челюсти. Заглатыванию пищи помогают глаза. Глазные яблоки втягиваются мышцами в ротоглоточную полость и проталкивают порцию пищи дальше. Появляются слюнные железы, но их секрет не содержит пищеварительных ферментов. Слюна только смачивает пищу в ротоглоточной полости. Переваривание пищи начинается в желудке и заканчивается в тонком кишечнике. Есть пищеварительные железы (печень и поджелудочная железа). Конечный отдел кишечника открывается *клоакой*. Непереваренные остатки пищи выделяются из кишечника через клоаку.

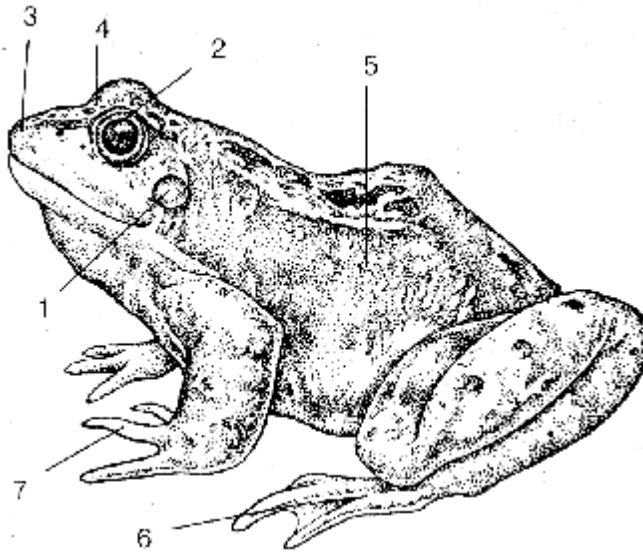


Рис. 58. Внешнее строение лягушки:

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

Органы выделения — туловищные *почки*. Мочеточники и пузырь открываются в клоаку.

Органы дыхания личинок земноводных — *жабры*. Взрослые водные животные имеют *лёгкие*. Стенка лёгких тонкая с большим количеством кровеносных сосудов. Функцию дыхания выполняет также влажная кожа. Дыхательные пути представлены гортанно-трахейной камерой, в которой расположен голосовой аппарат. Поступление воздуха в легкие происходит за счет сокращения мышц дна ротоглоточной полости.

Кровеносная система. *Сердце* земноводных имеет один желудочек и два предсердия. Сердце называется *трёхкамерным*. Кровеносная система имеет два круга кровообращения — большой и малый круги. Большой круг кровообращения начинается из желудочка. Кровь идёт ко всем органам и тканям и возвращается в правое предсердие. Кровь по малому кругу кровообращения идёт из желудочка к лёгким и коже и возвращается в ле-

вое предсердие. Все органы тела получают смешанную кровь. Головной мозг получает артериальную кровь.

Температура тела земноводных непостоянная и зависит от температуры окружающей среды. Такие животные называются *холоднокровными*.

Нервная система. Головной мозг имеет 5 отделов: передний, промежуточный, средний, задний (мозжечок) и продолговатый. Передний мозг развит лучше, чем у рыб. Он имеет два *полушария*. Мозжечок развит хуже, чем у рыб. Этим можно объяснить простые движения и малую подвижность земноводных. Развиты все органы чувств: зрения, вкуса, слуха, обоняния и осязания. *Органы зрения* — глаза, позволяют видеть предметы на большом расстоянии. У земноводных появляются двояковыпуклый хрусталик и выпуклая роговица. Глаза имеют верхнее веко, нижнее веко и мигательную перепонку. Веки защищают глаза от высыхания. *Орган слуха* — внутреннее и среднее ухо. Среднее ухо закрыто от внешней среды барабанной перепонкой. Имеется одна слуховая косточка — *стремечко*. *Орган обоняния* — ноздри. *Орган вкуса* — язык. *Орган осязания* — кожа. У личинок и взрослых животных, которые постоянно живут в воде, имеется боковая линия.

Половая система. Земноводные — раздельнополые животные. Размножение половое. Оплодотворение наружное, происходит в воде. Развитие земноводных идёт с неполным метаморфозом. Личинка называется *головастик*. Головастик очень похож на маленькую рыбу. Он имеет обтекаемую форму тела, плавники, дышит жабрами. Сердце у головастика двухкамерное. Кровеносная система имеет один круг кровообращения. Есть боковая линия. Всё это указывает на то, что земноводные произошли от рыб (рис. 59).

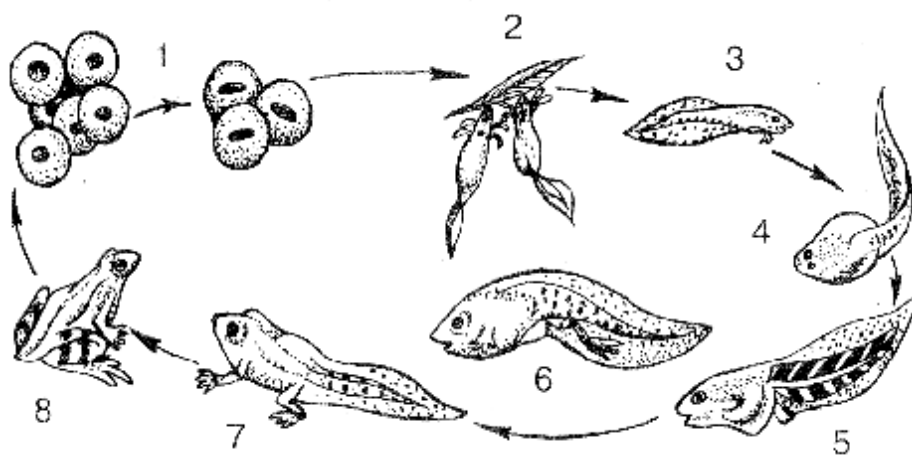


Рис. 59. Развитие земноводных:

1 — яйцо; 2 — развитие зародыша; 3 — личинки с наружными жабрами; 4 — формирование плавниковой складки; 5 — развитие жаберных щелей; 6 — личинка с одной парой конечностей; 7 — личинка с двумя парами конечностей; 8 — лягушонок

Значение земноводных:

- 1) питаются насекомыми и уничтожают вредных насекомых;
- 2) пища для птиц, рептилий и млекопитающих;
- 3) лягушки используются для научных опытов.

Контрольные вопросы

1. Как называются первые наземные позвоночные?
2. Перечислите отряды класса Земноводные.
3. Назовите отделы тела земноводных.
4. Расскажите об особенностях 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 какую кровь получает головной мозг земноводных?
15. Какие отделы головного мозга наиболее развиты у земноводных?
16. Перечислите органы чувств земноводных.
17. Что характерно для органа зрения земноводных?
18. Что характерно для органа слуха земноводных?
19. Где происходит оплодотворение и развитие земноводных?
20. Как называется личинка земноводных?
21. Назовите признаки рыб у головастика лягушки.
22. Расскажите о значении земноводных.

Тема 13. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Пресмыкающиеся, или *рептилии*, — настоящие наземные позвоночные. Класс Пресмыкающиеся насчитывает около 7000 видов. Они чаще встречаются в странах с тёплым и жарким климатом. Развитие идёт на суше.

К классу Пресмыкающиеся относятся отряды:

- Чешуйчатые (ящерицы, змеи).
- Крокодилы.
- Черепахи.

Внешнее строение. Пресмыкающиеся имеют отделы тела: голову, шею, туловище, хвост и две пары пятипалых конечностей. У змей тело не

имеет конечностей. У черепахах тело заключено в панцирь. *Панцирь* образован костными пластинками, которые располагаются в дерме. Конечности черепахах короткие, шея длинная и подвижная. Ящерицы при опасности отбрасывают хвост. Через некоторое время хвост отрастает снова. Такое явление называется *регенерация*. **Регенерация** — восстановление организмом утраченных частей органов или целых органов.

Покровы тела представлены кожей. *Слои кожи*: эпидермис и дерма. Кожа не имеет желез и покрыта твёрдыми роговыми чешуями. Покровы тела защищают пресмыкающихся от повреждений и потери воды. Чешуи сдерживают рост пресмыкающихся. Поэтому периодически старая кожа сбрасывается и вместо нее образуется новая кожа — пресмыкающиеся линяют. Во время линьки рептилии растут.

Скелет пресмыкающихся состоит из трех отделов: скелет головы, скелет туловища и скелет конечностей. *Скелет головы* — череп имеет вытянутую форму. Череп имеет мозговой и лицевой отделы. Появляется твердое небо, которое отделяет носовую полость от ротовой полости. Череп соединяется с позвоночником подвижно. *Скелет туловища* — позвоночник имеет 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. У пресмыкающихся имеется грудная клетка. Она образована грудными позвонками, ребрами и грудиной.

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

Тазовые кости образуют *пояс задних конечностей*. *Скелет задней конечности* имеет бедро, голень и стопу. На пальцах имеются когти.

У змей позвоночник образован туловищным и хвостовым отделами. У змей отсутствует скелет конечностей, нет грудины и грудной клетки.

Мышцы у пресмыкающихся развиты лучше, чем у земноводных. Появляются мышцы шеи, пальцев, межреберные, подкожная мускулатура.

Внутреннее строение

Пищеварительная система. Пресмыкающиеся в основном хищники. Пищей для них являются мелкие беспозвоночные, рыба, птицы. Черепахи питаются растительной пищей. *Отделы пищеварительной системы*: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка и толстая кишка. Между тонкой и толстой кишкой имеется зачаток слепой кишки. Зубы находятся на челюстях. Они удерживают добычу при питании. Есть пищеварительные железы (печень и поджелудочная железа). Пищеварительная система заканчивается клоакой. Непереваренные остатки пищи выделяются из кишечника через клоаку.

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 следует *гортань, трахея и два бронха*.

Кровеносная система имеет трёхкамерное сердце и два круга кровообращения. В желудочке сердца есть неполная перегородка. У крокодилов сердце четырехкамерное. Большой круг кровообращения начинается из желудочка. Кровь идёт ко всем органам и тканям и 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 не имеют постоянной температуры тела. Они называются *холоднокровными животными* и для обогрева используют внешнее тепло.

Головной мозг имеет 5 отделов: передний, промежуточный, средний, задний (мозжечок) и продолговатый. На поверхности больших полушарий переднего мозга появляются участки *коры*. Хорошо развит мозжечок. Поэтому рептилии более подвижны, чем земноводные. У пресмыкающихся развиты все органы чувств. Их глаза имеют *веки*. Хрусталик глаза может изменять свою форму. *Орган слуха* имеет внутреннее и среднее ухо. Среднее ухо закрыто от внешней среды барабанной перепонкой. Имеется одна слуховая косточка — *стремечко*. Рецепторы *осязания* находятся на языке. *Органы обоняния* — это рецепторы носовой полости (рис. 60).

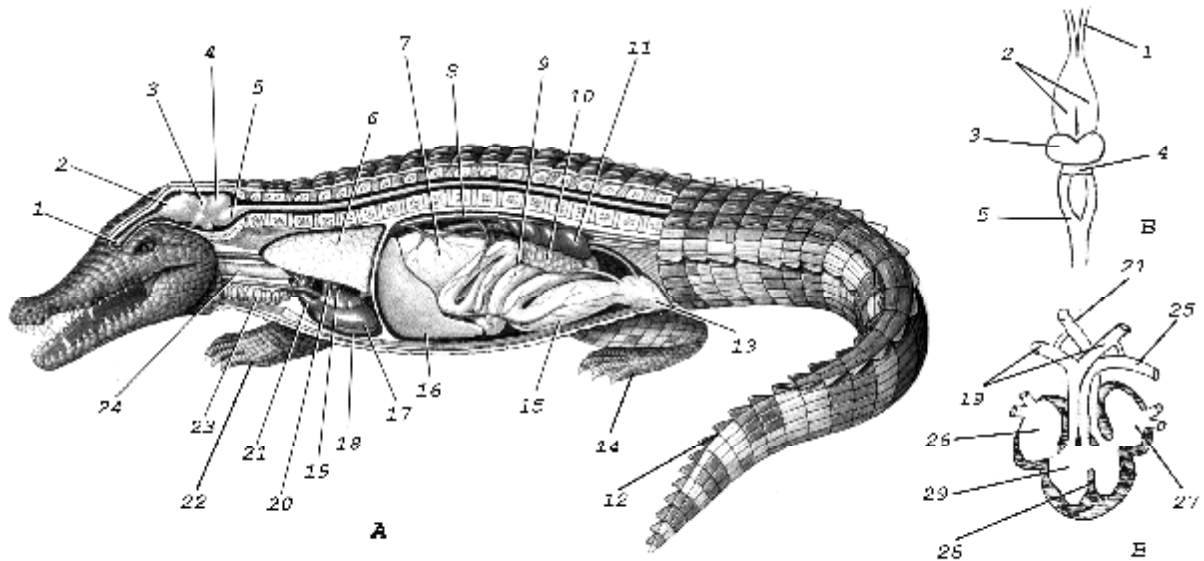


Рис. 60. Схема внутреннего строения пресмыкающихся:

А — вскрытый крокодил, Б — головной мозг, В — сердце: 1 — обонятельные доли; 2 — полушария переднего мозга; 3 — средний мозг; 4 — мозжечок; 5 — продолговатый мозг; 6 — легкие; 7 — желудок; 8 — спинная аорта; 9 — тонкий кишечник; 10 — семенник; 11 — почка; 12 — хвост; 13 — клоака; 14 — задние конечности; 15 — толстая кишка; 16 — печень; 17 — левый желудочек; 18 — правый желудочек; 19 — легочные артерии; 20 — легочная вена; 21 — правая дуга аорты; 22 — передняя конечность; 23 — трахея; 24 — пищевод; 25 — левая дуга аорты; 26 — правое предсердие; 27 — левое предсердие; 28 — неполная перегородка желудочка; 29 — желудочек сердца

Половая система. Пресмыкающиеся — раздельнополые животные. Размножение у них половое, оплодотворение внутреннее. Самка откладывает яйца в песок. Яйца содержат большой запас питательных веществ (желтка) для развития зародыша. Развитие прямое. Зародыш развивается внутри яйца в водной среде, которая образована зародышевой оболочкой — *амнионом*. **Амнион** — это внутренняя водная оболочка зародыша, выполняет функцию защиты от высыхания и повреждений.

Значение пресмыкающихся:

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

Контрольные вопросы

1. Где чаще встречаются пресмыкающиеся?
2. Назовите отряды и представителей класса Пресмыкающиеся.
3. Назовите отделы тела пресмыкающихся.
4. Какие особенности имеет кожа пресмыкающихся?
5. Назовите отделы скелета пресмыкающихся.
6. Назовите отделы позвоночника пресмыкающихся.
7. Чем образована грудная клетка пресмыкающихся?
8. Расскажите о строении пищеварительной системы пресмыкающихся.
9. Расскажите о строении выделительной системы пресмыкающихся.
10. Какие особенности строения имеет дыхательная система пресмыкающихся?
11. Какие особенности строения имеет кровеносная система пресмыкающихся?
12. Назовите особенности головного мозга пресмыкающихся.
13. Какие особенности имеют органы чувств пресмыкающихся?
14. Какое размножение и развитие у пресмыкающихся?
15. Расскажите о значении пресмыкающихся.

Тема 14. ХАРАКТЕРИСТИКА КЛАССА МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Млекопитающие, или звери, — это высшие позвоночные животные. Класс Млекопитающие включает около 4500 видов. Они живут на суше, в воде и в воздухе.

Класс Млекопитающие состоит из двух подклассов:

1. Подкласс Первозвери (Клоачные): ехидна, проехидна, утконос.
2. Подкласс Настоящие звери (Плацентарные):

- Отряд Сумчатые: кенгуру, коала, опоссум, сумчатый волк;
- Отряд Насекомоядные: кроты, ежи, выхухоль;
- Отряд Рукокрылые: вампиры, летучие мыши, крыланы;
- Отряд Грызуны: мыши, крысы, суслики, бобр, белки;
- Отряд Зайцеобразные: зайцы, кролики;
- Отряд Хищные: медведи, кошки, собаки, волки;
- Отряд Ластоногие: тюлени, моржи;
- Отряд Китообразные: синий кит, дельфины, кашалоты;
- Отряд Парнокопытные: олени, косули, коровы, свиньи;
- Отряд Непарнокопытные: носороги, зебры, лошади;
- Отряд Хоботные: африканский и индийский слоны;
- Отряд Приматы: гориллы, шимпанзе, лемуры.

Характерные признаки класса Млекопитающие: 1) волосяной покров; 2) живорождение; 3) детей кормят молоком; 4) хорошо развита центральная нервная система; 5) сложное поведение; 6) появление диафрагмы.

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

Покровы тела. Кожа состоит из многослойного *эпидермиса*, *дермы* и *подкожной жировой клетчатки*. Подкожная жировая клетчатка поддерживает и сохраняет температуру тела. Тело имеет *волосяной покров*. Он защищает кожу от внешних факторов и сохраняет постоянную температуру тела. Волосяной покров развивается из кожи. Кожа образует также когти, ногти, рога, копыта и различные *железы* (потовые, молочные, сальные).

Скелет млекопитающих состоит из трех отделов: скелет головы, скелет туловища и скелет конечностей. *Скелет головы* — череп. *Позвоночник* имеет 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Хорошо развит шейный отдел, поэтому голова очень подвижна. Имеется грудная клетка. *Кости пояса передней конечности:* лопатка и ключица. *Скелет передней конечности* состоит из плеча, предплечья и кисти.

Газовые кости образуют *пояс задних конечностей*. *Скелет задней конечности* имеет бедро, голень и стопу. Конечности млекопитающих имеют от 1–2-х (непарнокопытные и парнокопытные) до 5-ти пальцев (приматы).

Мускулатура хорошо развита. 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 разделяются 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. 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. 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*. У млекопитающих постоянная температура тела и не зависит от температуры окружающей среды. Такие животные называются *теплокровными*.

Дыхательная система. Воздух поступает через ноздри в носовую полость. Далее воздух проходит по *дыхательным путям*: носоглотка, гортань, трахея, бронхи. В легких бронхи ветвятся 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.

Нервная система. Головной мозг млекопитающих состоит из 5-ти отделов. Передний мозг имеет большой объем. Хорошо развита кора головного мозга. *Кора* является главным отделом центральной нервной системы. Она регулирует работу всего организма и отвечает за сложное поведение животных.

У млекопитающих хорошо развиты органы обоняния. *Орган слуха* имеет внутреннее, среднее и наружное ухо. В среднем ухе имеются три слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко. Развиты органы зрения, вкуса, обоняния и равновесия (рис. 61).

Половая система. Млекопитающие — раздельнополые животные. Размножение у них половое, оплодотворение внутреннее. Зародыш развивается в организме матери. Такое развитие называется *внутриутробным*. Все млекопитающие кормят детей молоком.

Большинство млекопитающих относятся к подклассу Плацентарные. Например, летучие мыши, заяц, волк, кошка, слон, шимпанзе. Развитие зародыша у плацентарных млекопитающих проходит в матке. Питание зародыша и его газообмен идут через плаценту. *Плацента* — орган, который связывает зародыш и организм матери. У всех млекопитающих развита забота о потомстве.

Значение млекопитающих:

- 1) дают человеку продукты питания и лекарства;
- 2) являются для человека транспортом;

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

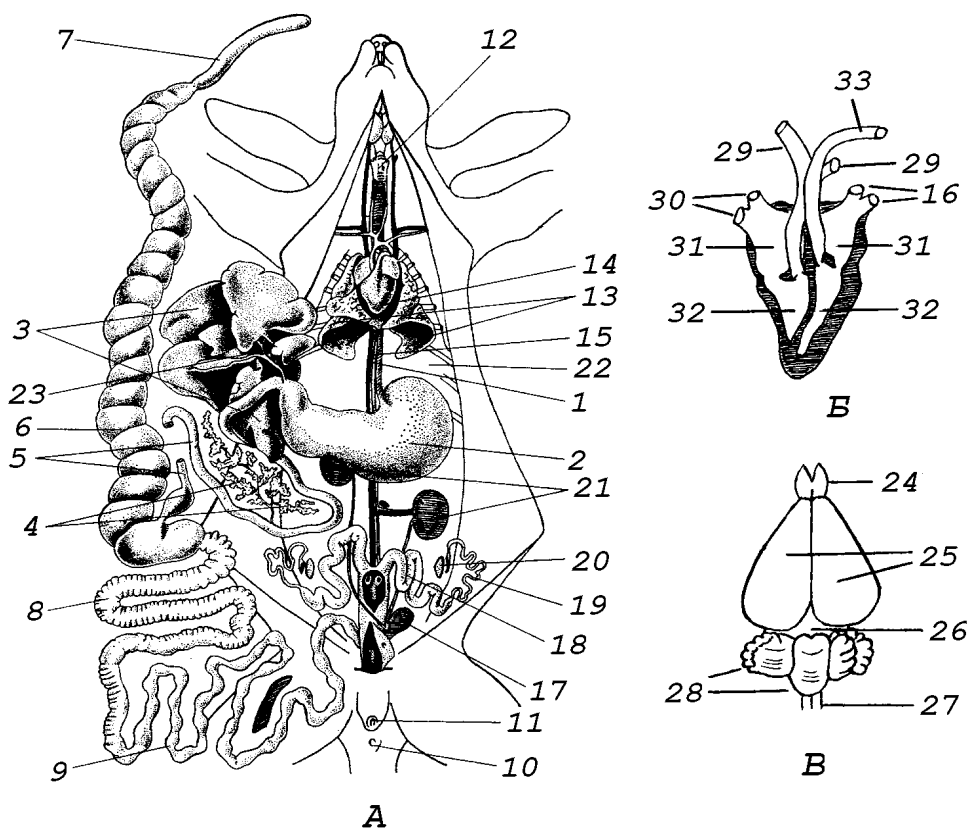


Рис. 61. Схема внутреннего строения млекопитающих.

А — вскрытый кролик, Б — головной мозг, В — сердце: 1 — пищевод; 2 — желудок; 3 — печень; 4 — поджелудочная железа; 5 — тонкий кишечник; 6 — слепая кишка; 7 — аппендикс; 8 — толстая кишка; 9 — прямая кишка; 10 — анальное отверстие; 11 — мочеполовое отверстие; 12 — трахея; 13 — легкое; 14 — сердце; 15 — аорта; 16 — легочные вены; 17 — мочевой пузырь; 18 — матка; 19 — яйцевод; 20 — яичник; 21 — почки; 22 — диафрагма; 23 — желчный пузырь; 24 — обонятельные доли; 25 — полушария переднего мозга; 26 — средний мозг; 27 — продолговатый мозг; 28 — мозжечок; 29 — легочные артерии; 30 — полые вены; 31 — предсердие; 32 — желудочек; 33 — дуги аорты

Контрольные вопросы

1. Где живут млекопитающие?
2. Назовите подклассы и отряды 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. Что 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 развитие зародыша называется внутриутробным?
19. Расскажите об особенностях развития животных подкласса

Плацентарные.

20. Что такое плацента?
21. Какое значение имеют млекопитающие?

Раздел III. ЦИТОЛОГИЯ

Тема 1. КЛЕТКА — СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА ЖИВОГО. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

Цитология (cytos — клетка, logos — наука) — наука, которая изучает строение и функции клеток, их размножение, развитие.

Клетка была открыта в 1665 г. английским ученым Робертом Гуком. Он изучал под микроскопом тонкий срез пробки дерева и увидел в нем ячейки. Эти ячейки Гук назвал клетками. В 1831 г. Роберт Броун открыл ядро в клетках растений. В 1839 г. немецкий зоолог Теодор Шванн сформулировал **клеточную теорию**:

1. Все живые организмы состоят из клеток.

2. Клетки растений и животных сходны по строению и химическому составу.

3. Размножение клеток обеспечивает рост и развитие организма.

В 1858 г. Рудольф Вирхов дополнил клеточную теорию положением, что клетка может образоваться только от клетки в результате ее деления.

Клеточная теория показала единство происхождения и строения всех живых организмов.

Все живые организмы состоят из клеток. Клетка имеет все основные свойства живого. Клетка — структурная, функциональная и генетическая единица живого.

Есть организмы, которые состоят из одной клетки. Это одноклеточные организмы, например, амеба, инфузория. Их клетка выполняет функцию целого организма. Растения, животные и человек — это многоклеточные организмы. Они состоят из большого числа клеток.

Форма клеток зависит от функции. Например, нервная клетка имеет длинные отростки для передачи нервных импульсов; мышечная клетка вытянута, так как при работе она изменяет свою длину.

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

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

Неорганические вещества — это вода и минеральные соли.

Количество **воды** в клетках составляет 60–95 %. Ее содержание зависит от вида клеток и тканей (10 % — эмаль зубов, 20 % — костная ткань; 70 % — нервная; 90 % — эмбриональные ткани).

Значение воды: 1) все биохимические реакции в клетке проходят в водной среде; 2) растворитель для веществ; 3) образует оболочку вокруг макромолекул и препятствует их склеиванию (сохраняет коллоидную структуру); 4) обеспечивает передвижение веществ в клетке; 5) участвует во многих химических реакциях.

Минеральные соли в клетке содержатся в виде катионов (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+) и анионов (Cl^- , $H_2PO_4^{2-}$, HCO_3^- , SO_4^{2-}). Они регулируют биохимические процессы и определяют pH цитоплазмы клетки. Соли содержатся в разных клетках в разных концентрациях. Например, костная ткань содержит много солей фосфора и кальция, мышечная ткань содержит много солей калия.

Органические вещества клетки — это белки, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты, АТФ, гормоны, витамины.

Белки (протеины) имеют сложное строение и большой молекулярный вес. Их называют макромолекулами. Белки являются биополимерами и состоят из мономеров. Мономерами белков являются аминокислоты. Белковые молекулы имеют разную структуру:

- *первичную* — соединение аминокислот пептидными связями;
- *вторичную* — закручивание полипептидной цепи водородными связями;
- *третичную* — пространственная укладка белковой спирали в трехмерную глобулу, которая поддерживается дисульфидными, ионными, водородными связями и гидрофобно-гидрофильными взаимодействиями;
- *четвертичную* — соединение нескольких белковых глобул, поддерживается ионными, водородными связями и гидрофобно-гидрофильными взаимодействиями (рис. 62).

Функции белков:

1. Структурная (белки входят в состав мембран и органелл клетки. Из кератина и коллагена состоят хрящи, сухожилия, волосы, ногти).
2. Транспортная (гемоглобин эритроцитов переносит кислород и углекислый газ).
3. Двигательная (сократительная) (миозин и актин участвуют в сокращении мышц).
4. Регуляторная (белки-гормоны регулируют обмен веществ).
5. Каталитическая (все ферменты являются белками и катализируют биохимические реакции).
6. Энергетическая (белки являются источником энергии).

Углеводы — это продукты фотосинтеза, содержат углерод, водород, кислород. Углеводы подразделяются на моносахариды, дисахариды и по-

лисахариды. *Моносахариды* (простые сахара), которые содержат в молекуле 5 атомов углерода, называются пентозы; 6 атомов углерода — гексозы. Пентозы (рибоза и дезоксирибоза) входят в состав нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) и АТФ. Гексозы (глюкоза и фруктоза) содержится в клетках плодов растений и в крови животных. Моносахариды хорошо растворимы в воде и имеют сладкий вкус. *Дисахариды*: мальтоза (солодовый сахар), лактоза (молочный сахар) и сахароза (тростниковый сахар). *Полисахариды* состоят из большого числа простых сахаров. Полисахариды нерастворимы в воде. Примеры полисахаридов: целлюлоза, крахмал, гликоген.

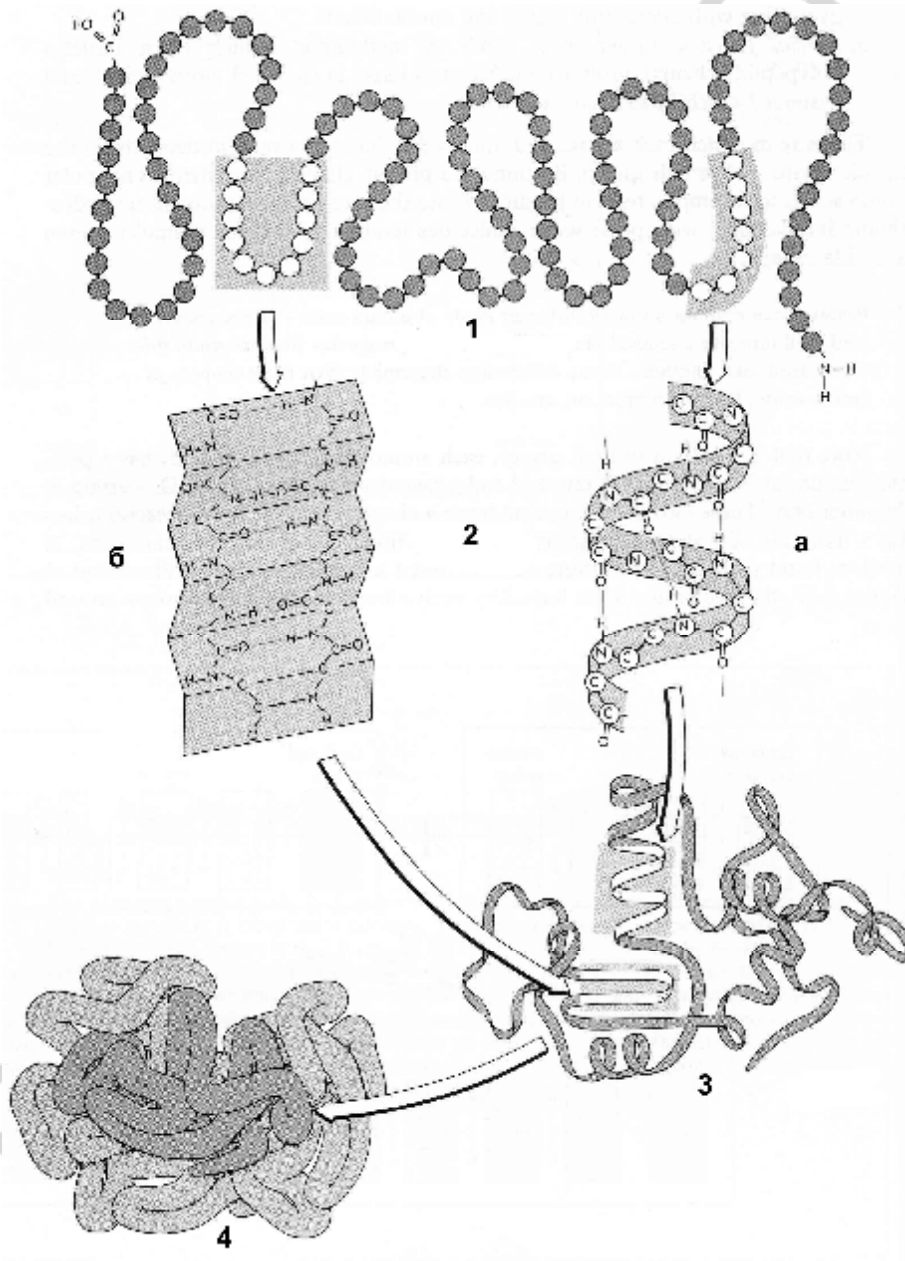


Рис. 62. Уровни организации белка:

1 — первичная структура белка; 2 — вторичная структура белка: а — α -спираль, б — β -структура; 3 — третичная структура белка; 4 — четвертичная структура белка

Функции углеводов:

1. Энергетическая — источник энергии в клетках.
2. Структурная — входят в состав клеточных оболочек.
3. Запасающая — являются запасными веществами в клетках.

Липиды — органические соединения, нерастворимые в воде. Наиболее известные из них — жиры. *Жиры* — эфиры спирта глицерола и жирных кислот. Жирные кислоты, которые содержат в своих молекулах двойные связи (C=C), называются *ненасыщенными* жирными кислотами. Жирные кислоты в молекулах которых нет двойных связей (C-C) называются *насыщенными* жирными кислотами. Растительные жиры (например, оливковое масло) содержат остатки ненасыщенных жирных кислот, поэтому они жидкие. Животные жиры (например, сливочное масло) содержат остатки 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. Запасающая — являются запасными питательными веществами.

Контрольные вопросы

1. Что изучает цитология?
2. Кто и когда открыл клетку?
3. Кто и когда открыл ядро в клетке?
4. Кто и когда сформулировал клеточную теорию?
5. Назовите основные положения клеточной теории.
6. Что показала клеточная теория?
7. Назовите организмы, у которых клетка выполняет функции целого организма.
8. Какие организмы называются многоклеточными?
9. От чего зависит форма клеток?
10. Приведите примеры клеток разной формы.
11. Какие размеры имеют клетки?
12. Приведите примеры самых больших клеток.
13. В состав каких соединений клетки входят химические элементы?
14. Какие элементы называются макроэлементами? Приведите примеры.
15. Какие элементы называются микроэлементами? Приведите примеры.
16. Назовите неорганические соединения клетки.

17. Какое количество воды содержат клетки? От чего зависит количество воды?
18. Какое значение имеет вода в жизни клетки?
19. В какой форме содержатся в клетке минеральные соли? Назовите их значение.
20. Перечислите органические вещества клетки.
21. Почему молекулу белка называют макромолекулой?
22. Что является мономерами белка?
23. Назовите функции белков?
24. Что содержат углеводы?
25. Что такое моносахариды? Приведите примеры.
26. Что такое дисахариды? Приведите примеры.
27. Что такое полисахариды? Приведите примеры.
28. Назовите функции углеводов.
29. Что такое липиды?
30. Какие жиры относятся к твердым и жидким жирам? Приведите примеры.
31. Назовите функции липидов.

Тема 2. КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА. ПОСТУПЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКУ

Клетка имеет оболочку, цитоплазму, ядро и органеллы. Цитоплазма — это коллоидный раствор белков и других химических соединений, в котором находятся органеллы (рис. 63).

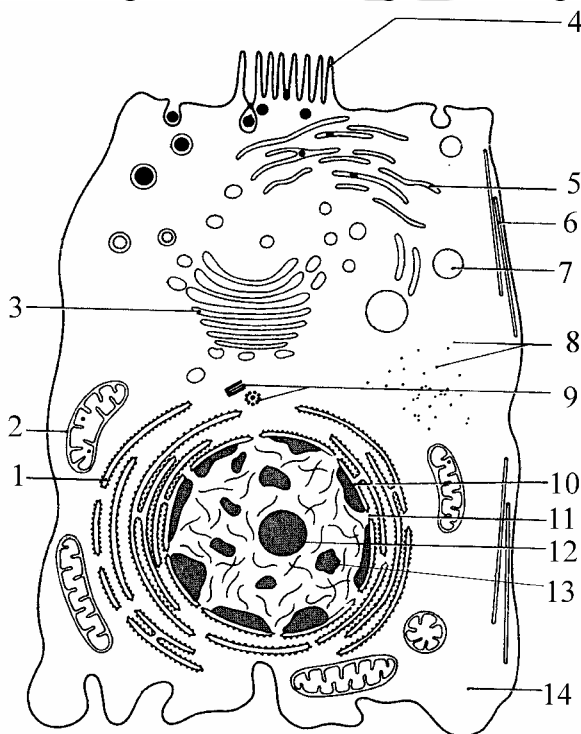


Рис. 63. Схема тонкой структуры клетки:

- 1 — гранулярная ЭПС; 2 — митохондрия; 3 — комплекс Гольджи; 4 — микроворсинки; 5 — гладкая ЭПС; 6 — микротрубочки; 7 — лизосома; 8 — рибосомы; 9 — клеточный центр; 10 — ядерная оболочка; 11 — ядерная пора; 12 — ядрышко; 13 — хроматин; 14 — цитоплазма

Оболочка покрывает клетку. В состав оболочки входит плазматическая мембрана (плазмолемма). Она состоит из нескольких биологических мембран толщиной 7–10 нанометров. Мембрана состоит из молекул липидов и белков. Липидные молекулы имеют головку и хвостик. Головка является *гидрофильной* (водорастворимой) частью. Хвостик является *гидрофобной* (водонерастворимой) частью. Биологическая мембрана содержит 2 слоя липидных молекул. Гидрофобные концы липидов направлены друг к другу. Гидрофильные головки липидов направлены к белкам. Билипидный слой составляет основу мембраны. Молекулы белков располагаются по-разному в липидном слое. Часть белковых молекул лежит на поверхности липидного слоя. Эти белки называются *периферические*. Часть белковых молекул пронизывает один липидный слой. Эти белки называются *полуинтегральные*. Часть белковых молекул пронизывает оба липидных слоя. Они называются *интегральные* (рис. 64).

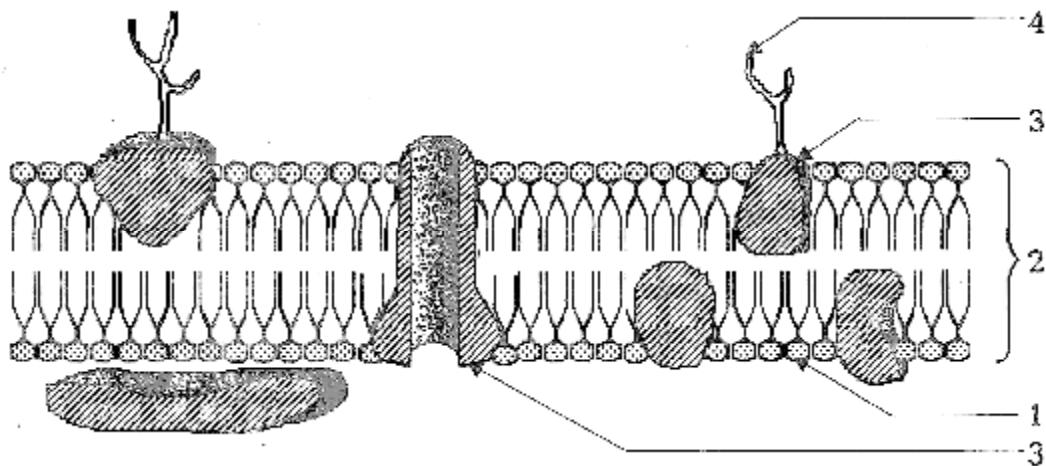


Рис. 64. Схема строения биологической мембраны:

1 — водорастворимые концы липидных молекул; 2 — билипидный слой; 3 — белковые молекулы; 4 — гликокаликс

В состав мембраны эукариотических клеток входят также полисахариды. Они образуют надмембранный слой у животных клеток *гликокаликс*. Гликокаликс представляет собой рецепторы. Эти рецепторы узнают определенные химические вещества. Мембрана растительных клеток покрыта полисахаридом целлюлозой и называется *клеточной стенкой*.

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

Функции элементарной мембраны:

1. Структурная (мембрана входит в состав органелл, оболочки ядра).
2. Защитная (защищает клетку от факторов внешней среды).
3. Делит цитоплазму клетки на участки.
4. Транспортная (через мембрану поступают нужные клетке вещества).

5. Рецепторная (узнает определенные вещества и обеспечивает межклеточные взаимодействия).

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

Мембрана регулирует обмен веществ между клеткой и окружающей средой. Выделяют 2 вида транспорта веществ: пассивный и активный. *Пассивный транспорт* не требует затрат энергии. Поступление веществ в клетку идет по градиенту концентрации — от участка с высокой концентрацией вещества к участку с низкой его концентрацией. *Виды пассивного транспорта* — осмос и диффузия. *Осмос* — это движение молекул воды через мембрану. *Диффузия* — движение молекул растворенного вещества через мембрану.

Активный транспорт — поступление веществ в клетку против градиента концентрации — от участка с низкой концентрацией вещества к участку с его высокой концентрацией. Для активного транспорта нужна энергия АТФ, наличие ферментов и ионных каналов. Так работает калий-натриевый насос. Концентрация K^+ в клетке выше, чем в околоклеточном пространстве. Ионы K^+ поступают в клетку, а ионы Na^+ выводятся из клетки.

Эндоцитоз идет с затратой энергии АТФ. *Эндоцитоз* — это движение веществ в клетку. Макромолекулы и микроорганизмы могут попадать в клетку с помощью фагоцитоза и пиноцитоза. *Фагоцитоз* — поглощение твердых частиц. Выросты цитоплазмы окружают частицу, и она попадает внутрь клетки. *Пиноцитоз* — поглощение жидких веществ. Примеры фагоцитоза и пиноцитоза: лейкоциты поглощают бактерии, питание амебы.

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. Какая толщина биологической мембраны?
5. Из каких молекул состоит мембрана?
6. Как расположены липидные молекулы в мембране?
7. Как расположены белковые молекулы в мембране?
8. Чем образован гликокаликс?
9. Какую функцию выполняет гликокаликс?
10. Назовите основное свойство мембраны и объясните его.
11. Перечислите функции мембраны.
12. Что регулирует мембрана?
13. Назовите виды транспорта веществ в клетке.
14. Что называется пассивным транспортом?

15. Для какого транспорта веществ не нужна энергия АТФ?
16. Назовите виды пассивного транспорта.
17. Что называется активным транспортом?
18. Для какого транспорта веществ нужна энергия АТФ?
19. Назовите виды активного транспорта.
20. Что такое эндоцитоз?
21. Что такое фагоцитоз?
22. Что такое пиноцитоз?
23. Приведите примеры фаго- и пиноцитоза.
24. Что такое экзоцитоз?
25. Приведите пример экзоцитоза.

Тема 3. ОРГАНЕЛЛЫ КЛЕТКИ. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКЕ

Органеллы — это части клетки, которые находятся в цитоплазме. Они имеют постоянную структуру, химический состав и выполняют определенные функции. Органеллы бывают общего назначения и специальные. *Органеллы общего назначения* находятся в клетках растений и животных. Они делятся на *мембранные и немембранные*. К мембранным органеллам относятся: эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы, пластиды. К немембранным органеллам относятся рибосомы и клеточный центр.

Специальные органеллы имеются только в специализированных клетках. Например, миофибриллы в мышечных клетках, органеллы движения (реснички, жгутики, ложноножки) у протистов.

Органеллы анаболической системы: эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, рибосомы — осуществляют процессы синтеза (ассимиляции).

Органеллы катаболической системы: лизосомы, митохондрии — осуществляют процессы расщепления (диссимиляции).

Эндоплазматическая сеть — одномембранная органелла общего назначения. Она состоит из разветвленных каналов и полостей. Стенки каналов и полостей образованы биологическими мембранами. Эндоплазматическая сеть бывает *гранулярной (шероховатой) и агранулярной (гладкой)*. На мембранах гранулярной эндоплазматической сети находятся рибосомы. Рибосомы участвуют в синтезе белка. По каналам эндоплазматической сети осуществляется транспорт веществ. Каналы эндоплазматической сети связаны с комплексом Гольджи и оболочкой ядра (рис. 65).

Функции эндоплазматической сети:

1. Синтез органических веществ (белков, жиров и углеводов).
2. Транспорт веществ.
3. Эндоплазматическая сеть связывает все органеллы и ядро с цитоплазмой.

4. Разделяет клетки на участки для различных ферментативных реакций.

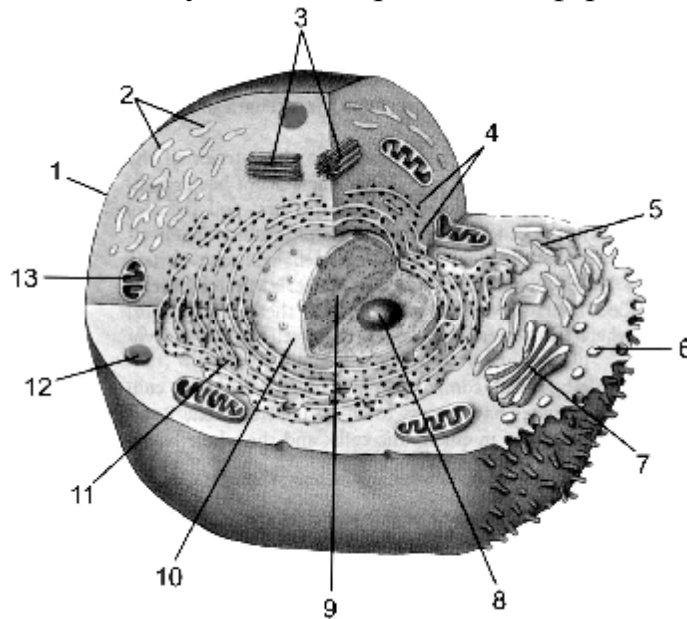


Рис. 65. Схема строения клетки:

1 — оболочка; 2 — цитоплазма; 3 — клеточный центр; 4 — рибосомы; 5 — гладкая эндоплазматическая сеть; 6 — пузырьки комплекса Гольджи; 7 — комплекс Гольджи; 8 — ядрышко; 9 — хроматин; 10 — ядро; 11 — шероховатая эндоплазматическая сеть; 12 — лизосомы; 13 — митохондрии

Комплекс Гольджи находится в клетке вокруг ядра. Комплекс Гольджи состоит из биологических мембран. Мембраны лежат параллельно друг другу и образуют каналы. Концы каналов расширяются и образуются цистерны. От каналов отделяются пузырьки. Каналы и цистерны комплекса Гольджи связаны с каналами эндоплазматической сети (рис. 66).

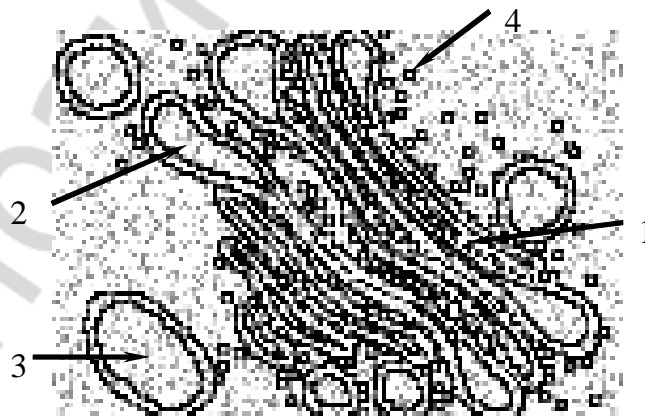


Рис. 66. Схема строения комплекса Гольджи:

1 — канал; 2 — цистерна; 3 — лизосома; 4 — пузырек

Функции комплекса Гольджи:

1. Накопление и транспорт синтезированных в клетке веществ.
2. Синтез сложных органических веществ.

3. Комплекс Гольджи образует акросому сперматозоида.

4. Образование лизосом.

Лизосомы — одномембранные органеллы катаболической системы. Содержатся только в животных клетках. Первичные лизосомы образуются в комплексе Гольджи. Это небольшие пузырьки. Они покрыты мембраной и содержат 30–40 гидролитических ферментов.

Функции лизосом: расщепление веществ, поступивших в клетку.

Митохондрии имеют форму палочек и нитей. Стенка митохондрий состоит из 2-х мембран — наружной и внутренней. Наружная мембрана гладкая. Внутренняя мембрана митохондрий образует выросты, которые называются кристами. Между кристами находится матрикс. Матрикс содержит нуклеиновые кислоты, ферменты, рибосомы. Ферменты находятся и на кристах митохондрий (рис. 67).

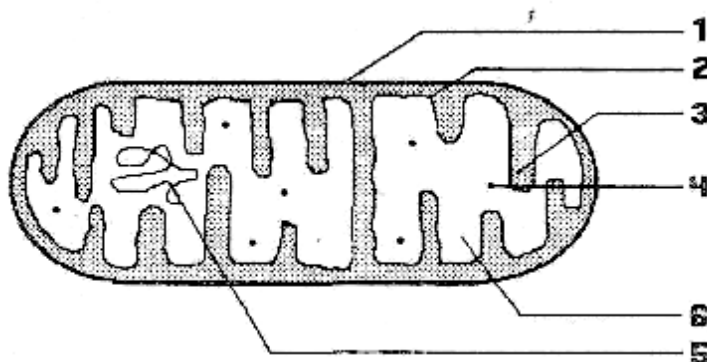


Рис. 67. Схема строения митохондрии:

1 — наружная мембрана; 2 — внутренняя мембрана; 3 — кристы; 4 — рибосомы; 5 — ДНК; 6 — матрикс

Функция митохондрий: синтез АТФ — химического вещества с большим запасом энергии.

Пластиды — двумембранные органеллы. Клетки растений содержат различные пластиды. Важное значение имеют хлоропласты. Хлоропласты содержат зеленый пигмент хлорофилл. В них происходит фотосинтез. Фотосинтез — это образование на свету моносахаридов из диоксида углерода и воды. В реакциях фотосинтеза участвуют хлорофилл, солнечный свет и ферменты.

Функции хлоропластов:

1. Синтез органических веществ (фотосинтез).
2. Выделение свободного кислорода.

Рибосомы — немембранные органеллы общего назначения. Находятся в цитоплазме, на мембранах эндоплазматической сети и наружной ядерной мембране. Рибосомы состоят из двух частей (*малой и большой субъединиц*). В состав субъединиц рибосом входит рибонуклеиновая кислота (РНК) и белок (рис. 68).

Функция рибосом: синтез белка.

Клеточный центр (центросома) — немембранная органелла общего назначения. Находится в центре клетки. Центросома состоит из 2-х центриолей и лучистой сферы. Центриоли состоят из микротрубочек. Перед делением клетки центриоли удваиваются и расходятся к полюсам.

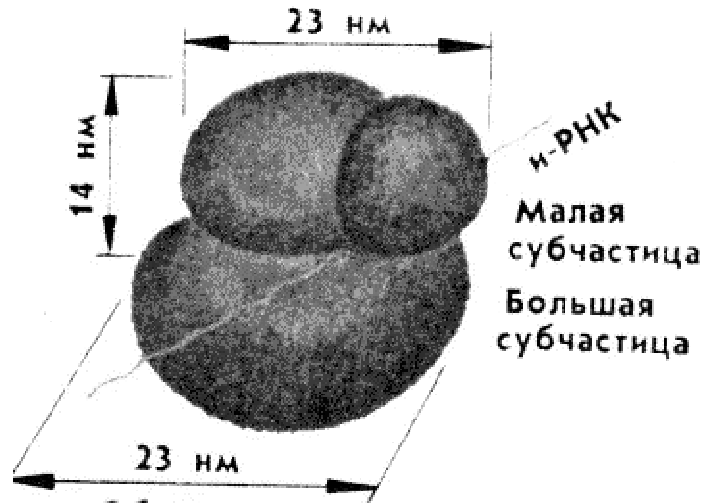


Рис. 68. Строение рибосомы

Функция клеточного центра: участвует в делении клетки.

Обмен веществ (метаболизм) с окружающей средой является главным свойством живого. Обмен веществ происходит в клетке и в организме. Все органеллы клетки участвуют в обмене веществ.

Обмен веществ состоит из ассимиляции и диссимиляции. *Ассимиляция, или пластический обмен*, — это реакции синтеза сложных органических веществ из простых веществ. Например: фотосинтез, синтез белков, жиров. Для реакций ассимиляции нужна энергия. Эту энергию клетка получает в реакциях диссимиляции.

Диссимиляция, или энергетический обмен — это реакции распада сложных органических веществ. При распаде (расщеплении) сложных органических веществ выделяется энергия. Она используется для реакций ассимиляции.

Ассимиляция и диссимиляция находятся в тесной связи. Реакции синтеза не могут идти без энергии, а энергия выделяется только при расщеплении органических соединений. Энергия также нужна для активного транспорта веществ через мембрану, для движения и деления клеток. Энергия в клетках содержится в химических связях молекул АТФ.

По типу ассимиляции организмы могут быть автотрофные и гетеротрофные.

К *автотрофным организмам* относятся растения и некоторые протисты. Автотрофные организмы в процессе фотосинтеза из простых веществ (CO_2 и H_2O) образуют сложные органические вещества ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

К гетеротрофным организмам относятся животные, грибы и некоторые протисты. Они питаются готовыми органическими веществами.

По типу диссимиляции организмы могут быть анаэробными и аэробными. Распад органических веществ в клетках анаэробных организмов идет без участия кислорода. В клетках аэробных организмов распад органических веществ идет с участием кислорода.

Контрольные вопросы

1. Что называется органеллами?
2. Назовите органеллы специального назначения.
3. Назовите мембранные органеллы общего назначения.
4. Назовите немембранные органеллы общего назначения.
5. Расскажите о строении эндоплазматической сети.
6. Назовите функции эндоплазматической сети.
7. Расскажите о строении комплекса Гольджи.
8. Назовите функции комплекса Гольджи.
9. Какие органоиды содержатся только в животных клетках?
10. Что содержат лизосомы? Какую функцию они выполняют?
11. Расскажите о строении митохондрий.
12. Назовите функции митохондрий.
13. Какие органеллы содержатся только в растительных клетках?
14. Какой пигмент содержат хлоропласты?
15. Что такое фотосинтез?
16. Какие функции выполняют хлоропласты?
17. Что называется метаболизмом?
18. Что называется ассимиляцией или пластическим обменом? Приведите примеры.
19. Для каких реакций клетке нужна энергия?
20. Что называется диссимиляцией или энергетическим обменом?
21. При каких реакциях в клетке выделяется энергия?
22. Объясните связь ассимиляции и диссимиляции.
23. В химических связях какого вещества содержится энергия в клетке?
24. Какие бывают организмы по типу ассимиляции?
25. Какие организмы называются автотрофными?
26. Какие организмы называются гетеротрофными?
27. Какие бывают организмы по типу диссимиляции?

Тема 4. СТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНОГО ЯДРА И ХРОМОСОМ

Ядро — обязательный компонент клеток эукариотических организмов. Форма ядра может быть круглая или овальная. Клетка может иметь одно ядро или несколько ядер. Бывают и безъядерные клетки (эритроциты

человека). Ядро состоит из ядерной оболочки (кариолеммы), ядерного матрикса (кариоплазмы), ядрышка (одного или несколько) и хроматина.

Ядерная оболочка 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 пор. Через поры идет обмен веществ между ядром и цитоплазмой.

Кариоплазма находится под ядерной оболочкой. В ядерном матриксе располагаются хроматин и ядрышки.

Ядрышки — округлые, не имеющие мембраны участки клеточного ядра. Ядрышки состоят из белка и РНК. В ядрышках синтезируются субъединицы рибосом.

Хроматин — наследственный материал. Находится в ядре в виде глыбок или тонких нитей. Хроматин состоит из дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и ядерных белков. Такое соединение называется дезоксирибонуклеопротеином (ДНП). В ДНК хромосом содержится генетическая информация организма. При делении клетки из хроматина образуются хромосомы (рис. 69).

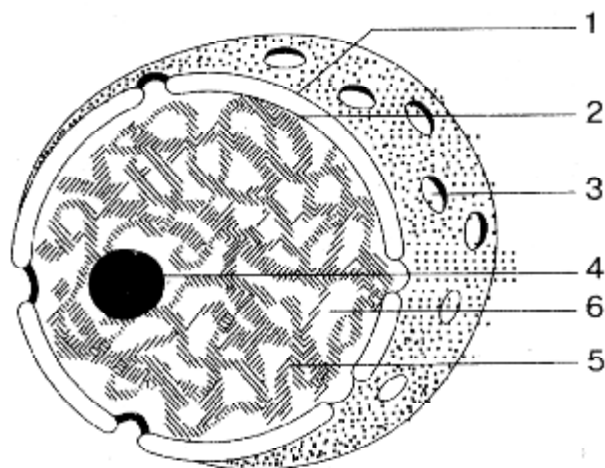


Рис. 69. Схема строения клеточного ядра:

1, 2 — наружная и внутренняя мембраны ядерной оболочки; 3 — ядерная пора; 4 — ядрышко; 5 — хроматин; 6 — ядерный сок

Хромосомы в интерфазном (неделяющемся) ядре не видны. Хромосомы делящегося ядра (метафазные хромосомы) имеют вид двойных палочек. Метафазная хромосома состоит из двух хроматид (нитей ДНП), соединенных вместе первичной перетяжкой — центромерой. Центромера делит хромосому на два плеча. Хромосома называется *метацентрической*, если ее плечи одинаковой длины. *Субметацентрическая* хромосома имеет плечи разной длины. У *acroцентрической* хромосомы одно плечо длинное, второе плечо очень короткое. Хромосома может иметь вторичную перетяжку. Вторичная перетяжка отделяет участок хромосомы — *спутник*.

Концевые участки хромосом называются теломерами. Они препятствуют склеиванию хромосом (рис. 70).

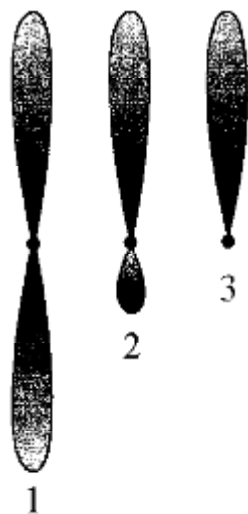


Рис. 70. Типы хромосом:

1 — метацентрическая; 2 — субметацентрическая; 3 — ацентрическая

Правила хромосом:

1. *Постоянство числа хромосом* — 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 одинаковые по размерам, форме, расположению центромеры.

3. *Индивидуальность* — хромосомы разных пар отличаются по величине и форме.

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

Набор хромосом клетки организма называется *кариотипом*. Кариотип каждого вида имеет определенное 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. Какие организмы содержат ядро?

2. Какие ядра бывают по форме?

3. Какие клетки не содержат ядра?

4. Из чего состоит ядро?

5. Из чего состоит оболочка ядра?

6. Что находится между мембранами ядерной оболочки?
7. С чем связана наружная мембрана ядра?
8. Что находится на наружной мембране ядра?
9. Что располагается в кариоплазме?
10. Из чего состоит ядрышко?
11. Назовите функцию ядрышка.
12. Что такое хроматин?
13. Из чего состоит хроматин?
14. Из чего состоит метафазная хромосома?
15. Какие хромосомы называются метацентрическими, субметацентрическими, ацентрическими?
16. Что отделяет вторичная перетяжка?
17. Что такое теломеры?
18. Какую функцию выполняют теломеры?
19. Назовите и объясните правила хромосом.
20. Что называется кариотипом?
21. Назовите функции ядра.

Тема 5. РАЗМНОЖЕНИЕ КЛЕТОК. МИТОЗ

Размножение — свойство живых организмов создавать 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.

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

В *синтетический* (S) период клетка синтезирует ДНК, и в каждой хромосоме образуется вторая хроматида. Содержание генетического материала обозначают $2n2chr$ ($2n$ — диплоидный набор хромосом, каждая хромосома содержит 2 хроматиды — 2 chr).

В *постсинтетический* (G_2) период в клетке синтезируются белки — тубулины. Из этих белков строится митотический аппарат (веретено деления), который участвует в делении клетки. Содержание генетического материала $2n2chr$. Клетка прекращает выполнять свои функции. Наступает митоз (рис. 71).

Митоз — не прямое деление соматических клеток. Это непрерывный процесс. В нем выделяют 4 стадии: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

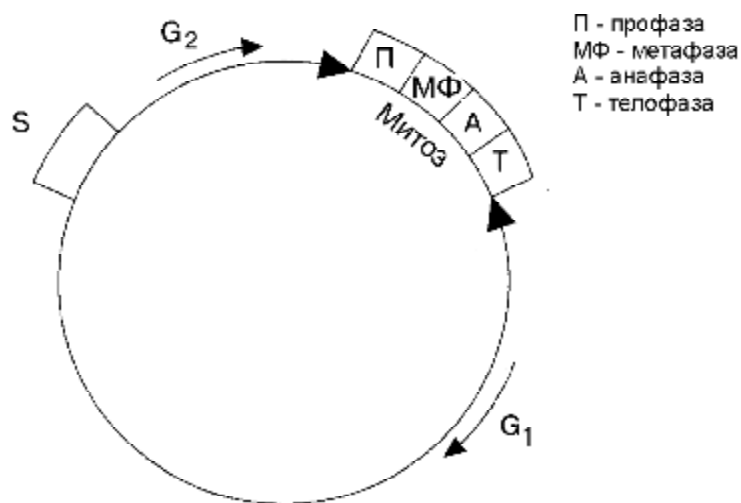


Рис. 71. Схема клеточного цикла

Профаза. Хроматиновые нити спирализуются, становятся короче и образуют хромосомы. Каждая хромосома имеет две хроматиды. Хроматиды соединяются центромерой. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки. Образуется веретено деления. Ядерная оболочка и ядрышки растворяются. Хромосомы выходят в цитоплазму. Содержание генетического материала не изменяется и составляет $2n2chr$.

Метафаза. Хромосомы максимально спирализуются и располагаются на экваторе клетки. Нити веретена деления присоединяются к центромерам. Содержание генетического материала не изменяется — $2n2chr$.

Анафаза. Нити веретена деления сокращаются. Каждая хромосома в области центромеры разделяется на две хроматиды. Хроматиды движутся к полюсам клетки. Достигнув полюсов клетки, они называются дочерними хромосомами. Число хромосом на каждом полюсе клетки диплоидное ($2n$), но каждая хромосома имеет одну хроматиду. Содержание генетического материала — $2n1chr$.

Телофаза. Дочерние хромосомы деспирализуются, становятся длиннее и образуют хроматин. Образуются ядрышки и ядерная оболочка. Разрушается веретено деления. После образования ядер дочерних клеток происходит деление цитоплазмы материнских клеток. Митоз заканчивается образованием двух диплоидных дочерних клеток. Содержание генетического материала в каждой клетке — $2n1chr$ (рис. 72).

Биологическое значение митоза:

- 1) сохраняет диплоидный набор хромосом;
- 2) равномерно распределяет генетический материал между дочерними клетками;
- 3) обеспечивает эмбриональное развитие, рост организмов.

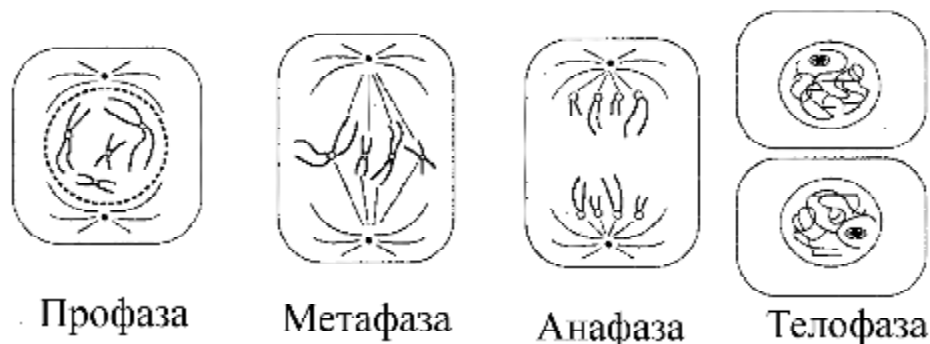


Рис. 72. Схема митотического деления клетки

Контрольные вопросы

1. Что называется размножением?
2. Какие клетки в организме называются соматическими?
3. Какой набор хромосом имеют соматические клетки и как его обозначают?
4. Как называется деление соматических клеток?
5. Что называется интерфазой?
6. Какие периоды выделяют в интерфазе?
7. Что происходит в пресинтетический период интерфазы?
8. Что происходит в синтетический период интерфазы?
9. Что происходит в постсинтетический период интерфазы?
10. Какое содержание генетического материала в клетке в постсинтетическом периоде интерфазы?
11. Перечислите стадии митоза.
12. Что происходит в клетке в период профазы?
13. Что происходит в клетке в период метафазы?
14. Что происходит в клетке в период анафазы?
15. Что происходит в клетке в период телофазы?
16. Как изменяется содержание генетического материала в периоды митоза?
17. Как заканчивается митоз?
18. Какое биологическое значение имеет митоз?

Тема 6. МЕЙОЗ

Мейоз — это деление клеток половых желез, в результате которого образуются половые клетки — *гаметы*. Половые клетки содержат гаплоидный набор хромосом — $1n$. Имеется два последовательных деления: мейоз первый (мейоз I) и мейоз второй (мейоза II). В результате мейоза I число хромосом уменьшается вдвое. Поэтому мейоз первый называется *редукционным* делением. В мейозе II гаплоидность клеток сохраняется, и это деление называется *эквационным* делением.

Четыре стадии первого и четыре стадии второго деления мейоза называют: профазы I и II, метафазы I и II, анафазы I и II, телофазы I и II.

Сложно протекает профазы мейоза I. В ней происходят процессы конъюгации и кроссинговера. *Конъюгация* — это соединение хромосом по всей длине. *Кроссинговер* — это обмен одинаковыми участками гомологичных хромосом. Результатом конъюгации и кроссинговера является рекомбинация генов в хромосомах. Образуются комплексы хромосом — *биваленты*. Содержание генетического материала — $1n(biv)4chr$: $1n(biv)$ — гаплоидный набор бивалентов, $4chr$ — каждый бивалент содержит четыре хроматиды.

В *метафазу мейоза I* завершается формирование веретена деления. Его нити прикрепляются к центромерам хромосом. Гомологичные хромосомы лежат попарно на экваторе. Хромосомы максимально спирализованы. Содержание генетического материала — $1n(biv)4chr$.

В *анафазу мейоза I* гомологичные хромосомы из каждого бивалента расходятся к полюсам. Набор хромосом на каждом полюсе становится гаплоидным. Каждая хромосома содержит две хроматиды. Содержание генетического материала — $1n2chr$. Число хромосом уменьшается в два раза.

В *телофазу мейоза I* образуются гаплоидные клетки. Каждая клетка содержит генетическую информацию — $1n2chr$.

Промежуток между мейозом первым и мейозом вторым называется **интеркинезом**. В нем не происходит репликации ДНК. Хромосомы не деспирализуются, и клетка быстро вступает во второе деление мейоза. Второе деление идет как митоз. Гаплоидный набор хромосом сохраняется. В анафазе мейоза II к полюсам клетки расходятся хроматиды. Содержание генетического материала в дочерних клетках $1n1chr$.

В результате мейоза из одной диплоидной материнской клетки образуются четыре гаплоидные дочерние (рис. 73).

Биологическое значение мейоза:

1. Рекомбинация генов в хромосомах в профазе мейоза.
2. Образование гамет.
3. Обеспечивает постоянство видов при половом размножении.

Отличия мейоза и митоза:

- 1) мейоз проходит в клетках половых желез, митоз проходит в соматических клетках;
- 2) мейоз состоит из двух делений; между делениями не происходит синтеза ДНК;
- 3) в профазе мейоза I происходят конъюгация хромосом и кроссинговер;
- 4) при мейозе из одной диплоидной материнской клетки образуются четыре гаплоидные клетки; при митозе из одной диплоидной клетки образуются две диплоидные клетки.

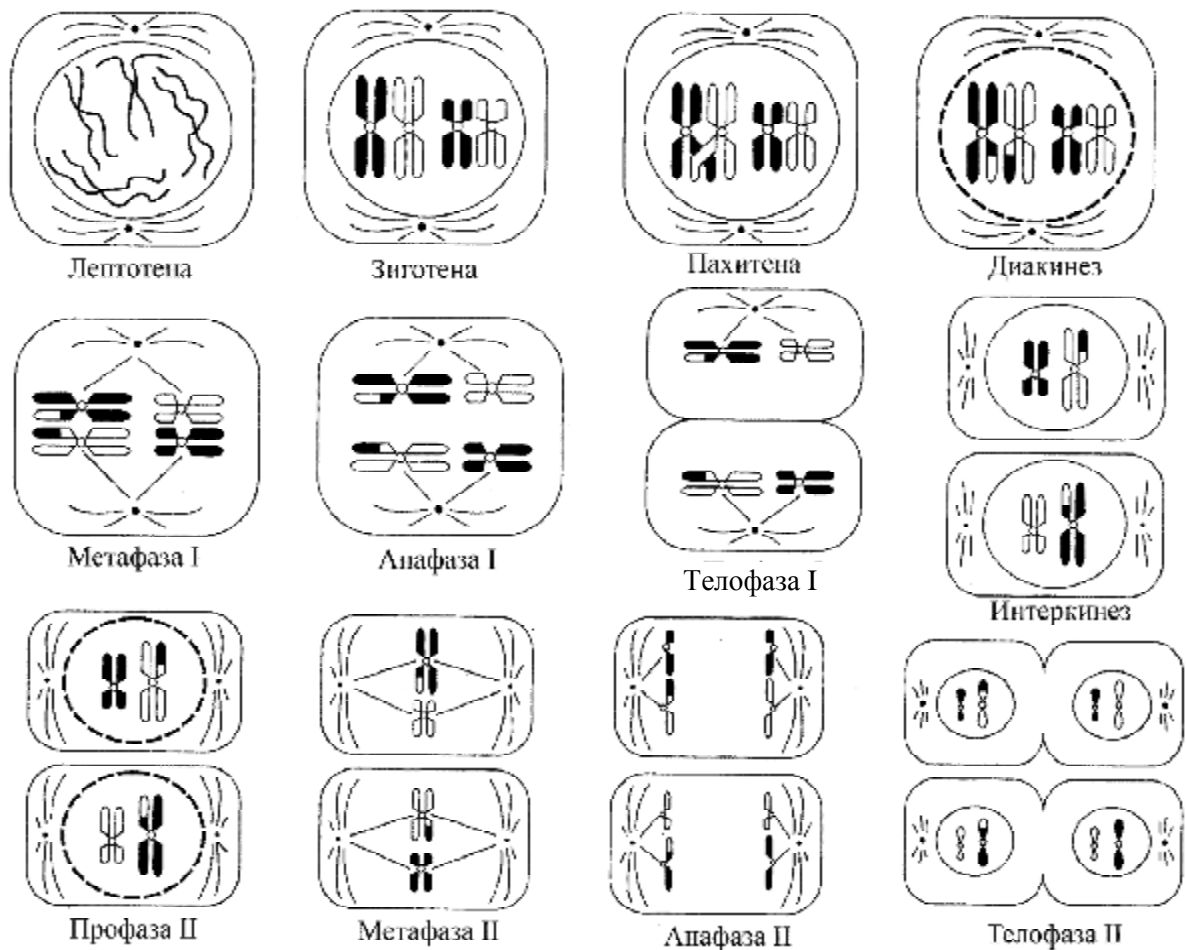


Рис. 73. Мейоз

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 интеркinesis?
14. Что происходит с хроматидами в анафазу мейоза II?
15. Расскажите о значении мейоза.
16. Назовите отличия мейоза и митоза.

Раздел IV. ГЕНЕТИКА

Тема 1. ГЕНЕТИКА КАК НАУКА. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ. СИНТЕЗ БЕЛКА В КЛЕТКЕ

Генетика изучает законы и механизмы наследственности и изменчивости. **Наследственность** — это свойство живых организмов передавать свои признаки и особенности развития потомкам (детям). **Изменчивость** — это свойство дочерних организмов (потомков) получать новые признаки в процессе развития и отличаться от родителей. Наследственность объясняет сходство особей одного вида. Изменчивость объясняет различие особей; с помощью изменчивости организмы приспосабливаются (адаптируются) к условиям окружающей среды.

Химическим веществом наследственности являются нуклеиновые кислоты: *ДНК* (дезоксирибонуклеиновая кислота) и *РНК* (рибонуклеиновая кислота). Модель молекулы *ДНК* описана в 1953 г. Дж. Уотсоном и Ф. Криком. *ДНК* находится в ядре клетки, в митохондриях и в пластидах. Она является полинуклеотидом, мономером которой является нуклеотид. Он содержит пятиуглеродный сахар дезоксирибозу, азотистое основание и остаток фосфорной кислоты. Нуклеотиды соединяются между собой химическими связями между дезоксирибозой одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого нуклеотида. *ДНК* состоит из двух спирально закрученных нитей, которые по всей длине соединены водородными связями. Нити в *ДНК* (рис. 74) противоположно направлены (**антипараллельность**).

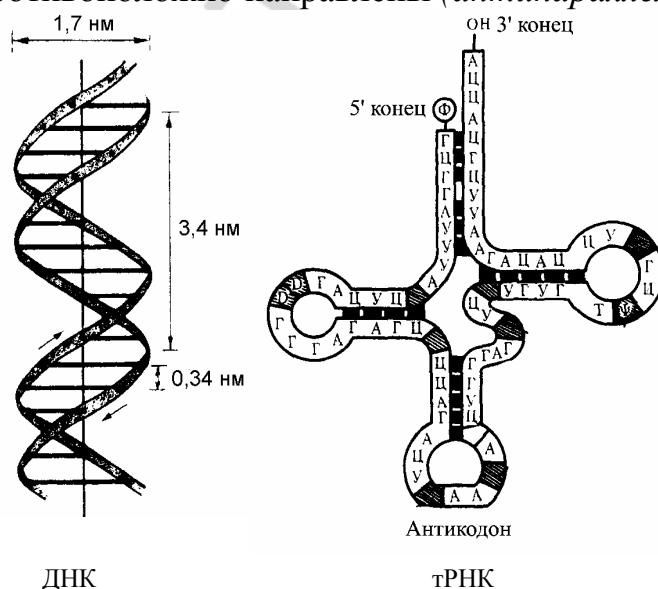


Рис. 74. Схема строения молекулы ДНК и тРНК

Молекула *ДНК* имеет 4 азотистых основания: *аденин* (А), *гуанин* (Г), *цитозин* (Ц), *тимин* (Т). Азотистые основания нитей молекулы *ДНК*

соединяются водородными связями по *принципу комплементарности* (взаимодополняемости): аденин соединяется с тимином (2 водородные связи), гуанин соединяется с цитозином (3 водородные связи). Поэтому в ДНК количество аденина равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина: $A=T$ и $G=C$. Сумма пуриновых азотистых оснований ($A+G$) равна сумме пиримидиновых ($T+C$). Эти закономерности получили название «**правил Чаргаффа**».

Важным свойством ДНК является *репликация* (самоудвоение). Происходит репликация в синтетический период интерфазы митотического цикла. Репликация происходит при участии фермента ДНК-полимеразы. Место, в котором происходит репликация ДНК, называется *репликационной вилкой*. Фермент разрывает водородные связи между азотистыми основаниями двух цепочек. Две цепочки ДНК расходятся. На каждой цепочке из свободных нуклеотидов по принципу комплементарности фермент собирает новую цепочку молекулы ДНК. Такая новая цепочка молекулы ДНК повторяет расположение нуклеотидов старой (материнской). Так образуются две новые молекулы ДНК. После репликации каждая молекула ДНК содержит одну материнскую цепочку и вторую — вновь синтезированную дочернюю. Такой принцип синтеза называется *полуконсервативным*.

Функции ДНК в клетке:

- 1) хранит и передает генетическую информацию;
- 2) участвует в синтезе белка в клетке.

Второй вид нуклеиновой кислоты — это *РНК* (*рибонуклеиновая кислота*). Она находится в ядре и цитоплазме клетки.

Молекула РНК также является полинуклеотидом и состоит из нуклеотидов. В отличие от молекулы ДНК молекула РНК содержит *одну нить*. В состав ее нуклеотидов входят азотистые основания: аденин, гуанин, цитозин, *урацил* (*вместо тимина*). Вместо дезоксирибозы молекула РНК содержит моносахарид *рибозу*.

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

Функции РНК:

- 1) иРНК переписывает информацию с ДНК и переносит ее к рибосоме;
- 2) тРНК приносит аминокислоты в рибосому для синтеза белка;
- 3) рРНК входит в состав рибосом.

Единицей наследственности и изменчивости является ген. *Ген* — это участок молекулы ДНК, несущий в себе информацию о структуре полипептида (белка). Запись генетической информации в виде последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК, которая определяет последовательность аминокислот в молекуле белка, называется *генетическим кодом*. Генетический код *триплетный*. Это значит, что одну аминокислоту в мо-

лекуле полипептида определяет триплет (*три нуклеотида*). Триплет нуклеотидов называется *кодоном*.

Главная функция гена — это кодирование (определение) синтеза белка в клетке.

Синтез белка происходит в рибосомах. В этом процессе участвуют ДНК, РНК, ферменты. Синтез белка протекает с затратой энергии.

Синтез белка в клетке имеет несколько стадий:

1. *Транскрипция* происходит в ядре. Она заключается в переписывании информации с ДНК на образующуюся иРНК. ИРНК образуется на одной из нитей ДНК. Она повторяет порядок расположения нуклеотидов в молекуле ДНК. Информационная РНК через ядерные поры выходит в цитоплазму клетки и идет в рибосомы. Несколько рибосом могут объединяться для биосинтеза молекул белка. Такая группа рибосом называется *полисомой*.

2. *Рекогниция* — это узнавание тРНК своих аминокислот и перенос их в рибосому. Транспортная РНК имеет особую форму (рис. 74): на одном конце имеется акцепторный участок (*акцепторный конец*), к которому присоединяется аминокислота, на другом — триплет нуклеотидов (*антикодон*). Антикодон соответствует определенной аминокислоте.

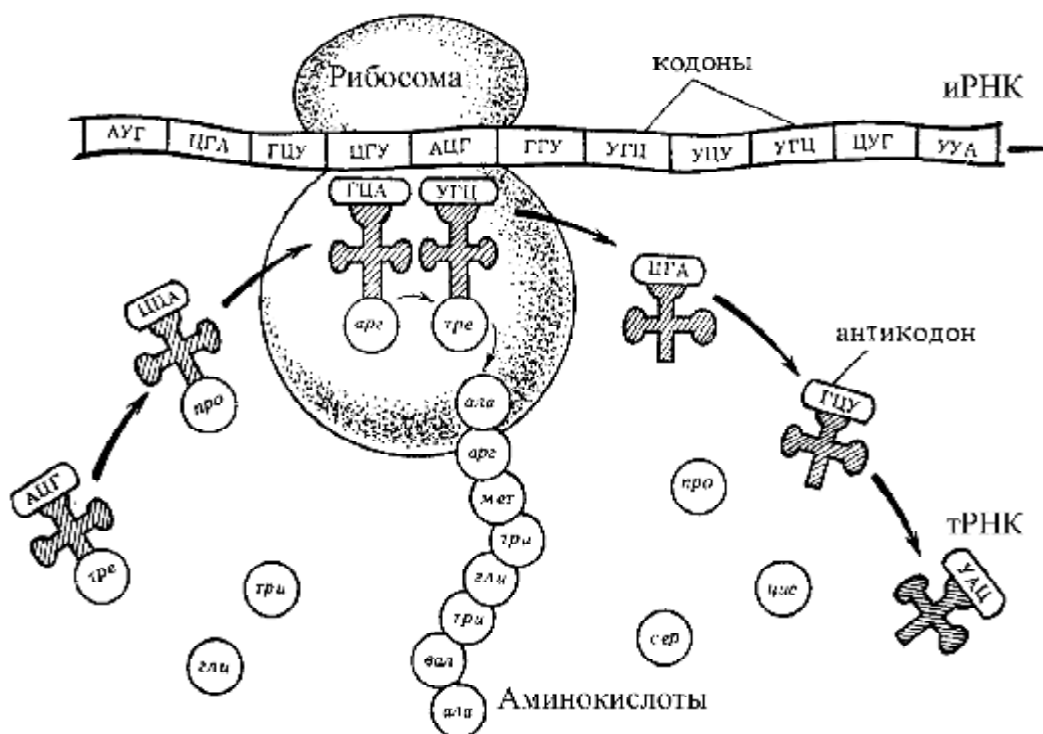


Рис. 75. Трансляция

3. *Трансляция* — это переписывание информации с иРНК на молекулу белка (расшифровка генетического кода). Последовательность кодонов иРНК определяет последовательность аминокислот в полипептиде. тРНК

приносят аминокислоты из цитоплазмы в рибосому. У каждой аминокислоты есть своя тРНК. Транспортные РНК со своими аминокислотами входят в рибосому. Если кодон иРНК и антикодон тРНК комплементарны друг другу, то тРНК оставляет свою аминокислоту в рибосоме и уходит в цитоплазму. Между соседними аминокислотами с помощью ферментов образуется пептидная связь. Рибосома передвигается по информационной РНК на один кодон вперед. После этого следующая тРНК отдает свою аминокислоту. Так продолжается до того момента, пока вся иРНК не пройдет через рибосому. Аминокислоты соединяются в молекулу белка в большой субъединице рибосом. После завершения синтеза белковая молекула отделяется от рибосомы (рис. 75).

Контрольные вопросы

1. Что изучает генетика?
2. Что такое наследственность?
3. Что такое изменчивость?
4. Что является химическим веществом наследственности?
5. Кто и когда описал структуру молекулы ДНК?
6. Где находится ДНК?
7. Что является мономером ДНК?
8. Что содержит нуклеотид ДНК?
9. Назовите азотистые основания ДНК.
10. Какими связями соединяются нити ДНК?
11. Как направлены нити в молекуле ДНК?
12. Объясните принцип комплементарности.
13. Что такое репликация?
14. Как происходит репликация?
15. Что такое репликационная вилка?
16. Назовите функции ДНК в клетке.
17. Где находится РНК?
18. Чем отличается молекула РНК от молекулы ДНК?
19. Назовите виды РНК и функции РНК в клетке.
20. Что является единицей наследственности и изменчивости?
21. Что такое ген?
22. Что называется генетическим кодом?
23. Что определяет триплет нуклеотидов и как он называется?
24. Что участвует в синтезе белка и где он протекает?
25. Назовите стадии синтеза белка в клетке.
26. Где и как происходит транскрипция?
27. Как происходит рекогниция?
28. Какое строение имеет тРНК?
29. Что такое антикодон и акцепторный конец?

30. Что такое трансляция?

31. Как и в какой части рибосомы образуется молекула белка?

Тема 2. МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ЗАКОН ЕДИНООБРАЗИЯ ГИБРИДОВ И ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ

Основные законы наследственности были открыты Г. Менделем в 1865 г.

Г. Мендель проводил опыты на растениях гороха. Эти растения отличаются друг от друга по внешним признакам. Например, цветы белые и красные, семена гороха (горошины) желтые и зеленые.

Качественные признаки, присутствие одного из которых исключает присутствие другого, называются *альтернативными*. Гены, которые определяют альтернативные признаки, называются *аллельными генами*. Аллельные гены находятся в одинаковых локусах гомологичных хромосом. Все гены, которые потомки получают от родителей, называются *генотипом*.

Организм называется *гомозиготным*, если в его генотипе имеются одинаковые аллельные гены (AA, aa). Гомозиготы образуют один тип гамет и не дают расщепления при скрещивании с такими же по генотипу организмами.

Организм называется *гетерозиготным*, если в его генотипе имеются разные аллельные гены: один ген доминантный, второй ген — рецессивный (Aa, Bb). Гетерозиготы образуют несколько типов 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 признаков 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 (желтый цвет горошин).

Признак, который проявляется только в гомозиготном (aa) состоянии и не проявляется при наличии доминантного гена, называется *рецессивным* признаком (например, зеленый цвет горошин).

Г. Мендель использовал в своей работе метод скрещивания (*гибридологический метод*).

Скрещивание называется *моногибридным*, если организмы анализируются 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.

Г. Мендель в опытах использовал *чистые линии* гороха (гомозиготные растения) с альтернативными признаками.

Г. Мендель скрещивал гомозиготное растение гороха с желтыми семенами и гомозиготное растение гороха с зелеными семенами.

P. AA (ж) x aa (з);

G. (A) (a)

F₁. Aa — 100 % желтые

В результате такого скрещивания Г. Мендель получил растения только с желтыми семенами. По генотипу эти растения были 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 одинаковый фенотип.*

Потом Г. Мендель скрещивал между собой гибридные растения первого поколения.

P. (F₁) Aa (ж) x Aa (ж);

G. (A) (a) (A) (a)

F₂. AA, 2Aa, aa.

3 : 1 (75 % : 25 %) по фенотипу (3 ж : 1 з)

1 : 2 : 1 (25 % : 50 % : 25 %) по генотипу

Г. Мендель получил во втором поколении 3 части растений с желтыми семенами и 1 часть растений с зелеными семенами. Среди растений с желтыми семенами были гомозиготы и гетерозиготы. На основании этого скрещивания Г. Мендель сформулировал второй закон — **закон расщепления признаков**: *при скрещивании гетерозиготных особей, которые отличаются по одной паре альтернативных признаков, наблюдается расщепление в соотношении 3 : 1 по фенотипу и 1 : 2 : 1 по генотипу.*

Контрольные вопросы

1. Кто и в каком году открыл законы наследственности?
2. Какие признаки называются альтернативными?
3. Какие гены называются аллельными?
4. Где находятся аллельные гены?
5. Что называется генотипом?
6. Какие организмы называются гомозиготными?
7. Какие организмы называются гетерозиготными?

8. По какой формуле определяют число типов гамет?
9. Что называется фенотипом?
10. Какой признак называется доминантным?
11. Какой ген называется доминантным?
12. Какой признак называется рецессивным?
13. Какой метод использовал в работе Г. Мендель?
14. Какое скрещивание называется моногибридным?
15. Назовите обозначения, которые Г. Мендель ввел для записи скрещивания.
16. Сделайте запись моногибридного скрещивания Г. Менделя для получения гибридов первого поколения.
17. Как называется и как читается первый закон Г. Менделя?
18. Сделайте запись моногибридного скрещивания Г. Менделя для получения гибридов второго поколения.
19. Как называется и как читается второй закон Г. Менделя?
20. Какое расщепление по фенотипу и генотипу получается при скрещивании гибридов первого поколения?

Тема 3. ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ЗАКОН НЕЗАВИСИМОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ

Скрещивание, при котором организмы анализируются по двум парам альтернативных признаков называется *дигибридным*.

Полигибридное скрещивание — скрещивание, при котором организмы анализируются более чем по двум парам альтернативных признаков.

Г. Мендель брал для скрещивания растения гороха с желтыми семенами и гладкой поверхностью горошин и растения с зелеными семенами и морщинистой поверхностью горошин.

A — желтые семена, a — зеленые семена

B — гладкие семена, b — морщинистые семена

P. AABV x aabb

G. $\begin{matrix} \text{AB} & \text{ab} \end{matrix}$

F₁. AaBb — 100 % желтые, гладкие

P (F₁). AaBb x AaBb

G. $\begin{matrix} \text{AB} & \text{Ab} & \text{aB} & \text{ab} \\ \text{aB} & \text{ab} & \text{AB} & \text{Ab} \\ \text{aB} & \text{ab} & \text{AB} & \text{Ab} \\ \text{aB} & \text{ab} & \text{AB} & \text{Ab} \end{matrix}$

Для первого поколения гибридов сохраняется закон единообразия: при скрещивании гомозиготных особей, которые отличаются двумя парами альтернативных признаков, первое поколение гибридов имеет одинаковый генотип и фенотип.

Скрещивание между собой гибридов первого поколения подтверждает второй закон — закон расщепления.

Для записи результатов скрещивания пользуются *решеткой Пеннета*:

| G | AB | Ab | aB | ab |
|----|------|------|------|------|
| AB | AABB | AABb | AaBB | AaBb |
| Ab | AABb | AAbb | AaBb | Aabb |
| aB | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb |
| ab | AaBb | Aabb | aaBb | aabb |

Во втором поколении получено *9 частей* растений с желтыми гладкими семенами, *3 части* растений с желтыми морщинистыми семенами, *3 части* растений с зелеными гладкими семенами и одна часть растений с зелеными морщинистыми семенами.

Соотношение для фенотипов F_2 — **9 : 3 : 3 : 1** или **(3 : 1)²**.

Если по решетке Пеннета подсчитать растения только по цвету горошин или только по их поверхности, то получим соотношения:

12 желтых : 4 зеленых — 3 : 1.

12 гладких : 4 морщинистых — 3 : 1.

При этом происходит *случайное комбинирование генов*, и появляются новые комбинации признаков, которых не было у родителей: желтые морщинистые, зеленые гладкие.

На основании этих данных Г. Мендель формулирует третий закон — **закон независимого наследования признаков**: *при скрещивании гомозиготных организмов, анализируемых по двум и более парам альтернативных признаков, во втором поколении наблюдается независимое наследование признаков и комбинирование генов разных аллельных пар.*

Независимое наследование признаков происходит на основе:

1) независимого расхождения хромосом при мейозе;

2) свободного комбинирования гамет при оплодотворении.

Цитологические основы законов Г. Менделя объясняет *гипотеза чистоты гамет*. Смысл этой гипотезы заключается в том, что гены у гибрида не смешиваются и находятся в чистом аллельном состоянии. 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. Хромосомы свободно комбинируются при образовании гамет.

Значение законов Г. Менделя:

1. *Законы универсальны* — они объясняют механизм передачи альтернативных признаков у всех живых организмов.

2. *Законы имеют статистический характер* — они выявляются на большом количестве организмов и позволяют определить вероятность появления в потомстве определенного признака.

Контрольные вопросы

1. Какое скрещивание называется дигибридным?
2. Какое скрещивание называется полигибридным?
3. Сделайте записи для дигибридного скрещивания
4. Какой закон сохраняется для гибридов первого поколения?
5. Как называется и как читается третий закон Г. Менделя?
6. В чем смысл гипотезы чистоты гамет?
7. Назовите значение законов Г. Менделя.

Тема 4. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Генетические исследования показали, что число генов у живых организмов во много раз больше, чем число хромосом. Каждая хромосома содержит большое число генов. Гены, которые находятся в одной хромосоме, наследуются вместе и называются сцепленными.

Группа генов пары гомологичных хромосом называется *группой сцепления*.

В 1911 г. Т. Морган описал **сцепления генов** — передачи группы генов из поколения в поколение.

Опыты Т. Морган проводил на мухах дрозофилах. Мухи дрозофилы являются удобной моделью для проведения генетических исследований:

- 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**

G. \textcircled{BV} \textcircled{bv}

F₁. **BbVv** — 100 % серое тело, длинные крылья.

В этом случае подтвердился первый закон Г. Менделя.

Во втором опыте Т. Морган скрещивал рецессивную самку дрозофилы с гетерозиготным самцом.

P. **bbvv** x **BbVv**
G. **(bv)** **(BV)** **(bv)**
F₁. **bbvv** **BbVv**
50% **50%**

Ожидаемый результат — расщепление 1:1:1:1, т. е. по 25 % разных фенотипов. Но получено 2 типа потомков по 50%, все с признаками родителей. Комбинирования признаков не наблюдалось.

Т. Морган предположил, что поскольку хромосом у дрозофилы мало, а генов много, то гены, определяющие цвет тела и длину крыльев расположены в одной хромосоме и поэтому наследуются вместе.

При мейозе хромосома с генами BV попадет в одну гамету, а с генами bv — в другую. У дигетерозиготного самца образуется не 4, а только 2 типа гамет.

Таким образом, Т. Морган открыл явление **сцепления генов** — это совместное наследование признаков, за которые отвечают гены, расположенные в одной паре гомологичных хромосом.

У самца дрозофилы сцепление генов полное, поэтому признаки наследуются всегда вместе.

В третьем опыте Т. Морган скрещивал гибридную самку дрозофилы с рецессивным самцом.

P. **BbVv** x **bbvv**
G. **(Bv, bV)** **(BV, bv)** **(bv)**
F₁. **BbVv, Bbv, bbVv, bbvv**
41,5 % 8,5 % 8,5 % 41,5 %

По законам Г. Менделя в потомстве должно быть равное количество мух каждого генотипа и фенотипа — по 25 %.

Получено 2 типа потомков (**83 %**) с признаками родителей и 2 типа потомков (**17 %**) с новым сочетанием признаков.

Наблюдалось частичное комбинирование признаков родителей у потомков. Сцепление генов было неполным, вследствие кроссинговера. **Кроссинговер** — это образование перекреста и обмен одинаковыми участками несестринских хроматид гомологичных хромосом в биваленте в профазу мейоза I.

По результатам работ Т. Морган сформулировал **хромосомную теорию наследственности**:

1. Гены располагаются в хромосоме в линейном порядке и находятся в определенных локусах. Аллельные гены занимают одинаковые локусы в гомологичных хромосомах.

2. Гены пары гомологичных хромосом образуют группу сцепления. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

3. Между гомологичными хромосомами возможен обмен аллельными генами (кроссинговер в профазе мейоза I).

4. Процент кроссинговера пропорционален расстоянию между генами; единица расстояния — это морганида. Одна морганида равна одному проценту кроссинговера.

Контрольные вопросы

1. Как наследуются гены, расположенные в одной хромосоме?
2. Что называется группой 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 гибридных форм при скрещивании?
9. Какое сцепление генов называется неполным?
10. Как называется сцепление генов, при котором кроссоверные гаметы не образуются?
11. Назовите положения хромосомной теории наследственности.

Тема 5. ГЕНЕТИКА ПОЛА

Пол — комплекс морфологических, физиологических, биохимических и других признаков организма, которые обеспечивают репродукцию организмов.

Репродукция, или размножение — это воспроизведение похожих на себя организмов.

Половой диморфизм — это различия морфологических, физиологических и биохимических признаков, по которым женская особь отличается от мужской.

Первичные половые признаки — это органы, которые принимают прямое участие в репродукции (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 (рост волос на лице, тембр голоса, особенности телосложения и др.).

Кариотип человека имеет 46 хромосом или 23 пары. Хромосомы подразделяются на аутосомы и половые хромосомы. Аутосомы — пары хро-

мосом 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 и др. Хромосомы 23-й пары отличаются друг от друга и называются *гетерохромосомами*. У женщины это две гомологичные X-хромосомы. У мужчин это негомолгичные X-хромосома и Y-хромосома. Пол, который имеет две одинаковые половые хромосомы (X и X), называется *гомогаметный*. 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 гомогаметен и содержит две X-хромосомы, мужской пол гетерогаметен и содержит X и Y-хромосомы.

В половых хромосомах кроме аллельных генов (участки A), определяющих пол организма, содержатся и другие гены (участки B, C), которые располагаются в негомолгичных участках хромосом (рис. 76).

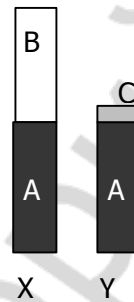


Рис. 76. Участки половых хромосом:
A — гомологичные; B и C — негомолгичные

Признаки, которые определяются генами, локализованными в негомолгичном участке X-хромосомы, называются *сцепленными с полом*. Это гены гемофилии и дальтонизма. В Y-хромосоме находятся гены «волосатых» ушей и перепонки между пальцами. Они называются *голландрическими*.

Г. Мендель показал, что пол наследуется как все другие признаки. Если обозначить генотипы женщины и мужчины половыми хромосомами, то можно сделать запись и увидеть, что расщепление по полу идет в отношении 1 : 1.

Пол ребенка определяется в момент образования зиготы. 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 %.

| | | | |
|------------------|------|---|---------|
| P. | XX | x | XY |
| G. | (X) | | (X) (Y) |
| F ₁ . | XX, | | XY |
| | 50 % | | 50 % |

Контрольные вопросы

1. Что такое пол?
2. Что такое репродукция?
3. Что такое половой диморфизм?
4. Что такое первичные половые признаки?
5. Что такое вторичные половые признаки?
6. Сколько хромосом имеет кариотип человека?
7. Какие хромосомы называются аутосомами?
8. Назовите признаки, которые определяют гены аутосом.
9. Какие хромосомы называются гетерохромосомами.
10. Какой пол называется гомогаметным?
11. Какой пол называется гетерогаметным?
12. Какие признаки называются сцепленными с полом?
13. Назовите признаки, которые определяют гены X-хромосомы.
14. Назовите признаки, которые определяют гены Y-хромосомы.
15. Когда и как определяется пол ребенка?
16. Сделайте запись наследования пола у человека.

Тема 6. ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изменчивость — это свойство дочерних организмов (потомков) получать новые признаки в процессе развития и отличаться от родительских форм. Разнообразие форм живых организмов в природе существует благодаря изменчивости. Это свойство позволяет организмам жить при изменении условий окружающей среды. Изменчивость организмов дает материал для их эволюции.

Фенотип организма формируется на основе генотипа под влиянием условий окружающей среды. Разные факторы среды «включают» различные гены. Один генотип организма в разных условиях среды может дать разные фенотипы. Новые признаки появляются у организма и тогда, когда факторы среды вызывают изменение структуры наследственного материала.

Изменчивость имеет две формы: 1) фенотипическая (ненаследственная); 2) генотипическая (наследственная).

Фенотипическая, или модификационная, изменчивость — это изменение фенотипа без изменения структуры генотипа. Модификации — это приспособления (адаптации) организма к условиям окружающей среды. Например: в холодном климате животные имеют более густую шерсть; листья растений, которые постоянно находятся в воде и над водой, имеют различную форму. Генотип организма при модификациях не изменяется, поэтому модификации не наследуются.

Свойства модификаций:

1. Не наследуются — не передаются потомкам.
2. Обратимые (непостоянные) — при изменении факторов внешней среды модификации исчезают (например, загар у человека).
3. Имеют массовый характер — похожие изменения наблюдаются у всех организмов, на которые действовал фактор (например, летом на солнце загорают все люди).
4. Адаптивность (приспособляемость) — полезны для организма в определенных условиях (жировой запас, окраска шерсти животных).
5. Не являются материалом для естественного отбора.
6. Предсказуемые (определенные).

Границы модификационной изменчивости определяет *норма реакции*. Норма реакции называется *широкой*, если признак изменяется в широких пределах (например, количество молока у коровы, масса тела). Норма реакции называется *узкой*, если признак изменяется незначительно (например, содержание жира в молоке).

Наследственная изменчивость называется *генотипической*. **Генотипическая изменчивость** — это изменения фенотипа, которые вызваны изменением генотипа. Она бывает комбинативная и мутационная.

Комбинативная изменчивость является результатом комбинирования генов родителей у детей. Структура генов при этом не изменяется. 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. Перекомбинация генов при кроссинговере.
3. Случайное сочетание генов и гамет при оплодотворении.

Комбинативная изменчивость обеспечивает адаптацию организмов к меняющимся условиям окружающей среды.

Мутационная изменчивость или мутации — это изменения наследственного материала. Они происходят под влиянием факторов внешней среды.

Свойства мутаций:

1. Наследуются, передаются потомкам.
2. Необратимы (постоянны).
3. Неадаптивны условиям среды.
4. Индивидуальны.
5. Являются материалом для естественного отбора.

Факторы среды, которые вызывают появление мутаций, называются *мутагенами*. Группы мутагенов:

1. *Физические* — рентгеновские лучи, ионизирующая радиация, ультрафиолетовые лучи, температура.

2. *Химические* — различные химические вещества, гормоны, ферменты, пищевые консерванты, лекарственные препараты.

3. *Биологические* — продукты жизнедеятельности вирусов, бактерий, гельминтов.

При мутациях в генетическом материале могут происходить разные изменения:

1. Мутагены могут изменять структуру гена. Такие мутации называются **генными мутациями**. В результате этих мутаций у человека развиваются болезни обмена веществ (например, гемофилия, фенилкетонурия, дальтонизм, альбинизм).

2. Мутагены могут изменять структуру хромосом. Такие мутации называются **хромосомными мутациями**. В результате этих мутаций у человека нарушается развитие органов и систем органов (например, не развивается гортань, появляются пороки сердца).

3. Мутагены могут изменять число хромосом. Такие мутации называются **геномными мутациями**. В результате этих мутаций у человека развиваются хромосомные болезни (например, синдром Дауна — к двум хромосомам 21-й пары добавляется третья хромосома).

Контрольные вопросы

1. Что такое изменчивость?
2. Какое значение имеет изменчивость для живых организмов?
3. Назовите формы изменчивости.
4. Какая изменчивость называется фенотипической?
5. Что такое модификации? Приведите примеры.
6. Назовите свойства модификаций.
7. Почему модификации не передаются от родителей потомству?
8. Что определяет норма реакции?
9. Какая норма реакции называется широкой и узкой? Приведите примеры.
10. Какая изменчивость называется генотипической? Назовите ее формы.
11. Результатом чего является комбинативная изменчивость? Приведите примеры.
12. Назовите механизмы комбинативной изменчивости.
13. Что такое мутации?
14. Назовите свойства мутаций.
15. Какие факторы называются мутагенами? Приведите примеры мутагенов.
16. Какие изменения в генотипе могут происходить при мутациях?

17. Какие мутации называются генными? Приведите примеры.
18. Какие мутации называются хромосомными? Приведите примеры.
19. Какие мутации называются геномными? Приведите примеры.

Тема 7. ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА

Человек, как и все живые организмы, является объектом генетики.

Генетика человека изучает его кариотип в норме и при различных наследственных болезнях, причины болезней, диагностику, лечение и их профилактику. Человек — сложный объект генетических исследований.

Изучение генетики человека имеет определенные трудности:

- нельзя применить гибридологический метод (нельзя проводить опыты на человеке);
- большое число хромосом (46 в диплоидном наборе): около 30 000 генов;
- позднее половое созревание (12–16 лет);
- малое количество потомков в семьях;
- редкая смена поколений;
- нельзя создать одинаковые условия жизни для всех людей.

Преимущества человека, как объекта генетических исследований:

- много особей в популяциях человека;
- международное сотрудничество между генетиками мира;
- человек хорошо изучен клинически;
- существует много методов изучения человека.

Генетика человека использует специальные методы исследования:

- 1) генеалогический;
- 2) цитогенетический;
- 3) биохимический.

Генеалогический метод основан на построении и анализе родословных. Метод позволяет определить:

1. Является ли данный признак наследственным (по проявлению его у родственников).
2. Тип наследования (доминантный или рецессивный, сцепленный с полом или аутосомный).
3. Вероятность рождения ребенка с наследственной патологией.

Для построения родословной применяют условные обозначения (рис. 78):

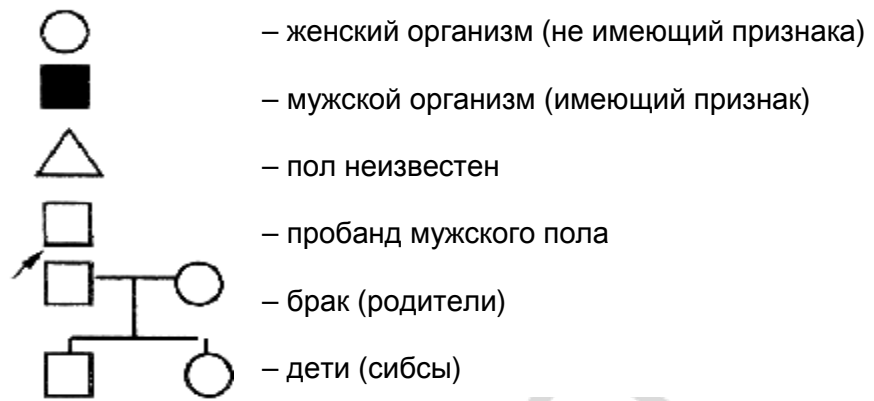


Рис. 78. Символы генеалогии

Типы наследования признаков:

1. Аутосомно-доминантный тип характеризуется:

- больные в каждом поколении;
- больной ребенок у больных родителей;
- болеют в равной степени мужчины и женщины;
- вероятность наследования 100 % — если хотя бы один родитель гомозиготен, 75 % — оба родителя гетерозиготны, 50 % — один родитель гетерозиготен, второй — гомозиготен по рецессивному признаку.

По данному типу наследуются: полидактилия (лишние пальцы), веснушки и др. (рис. 79).

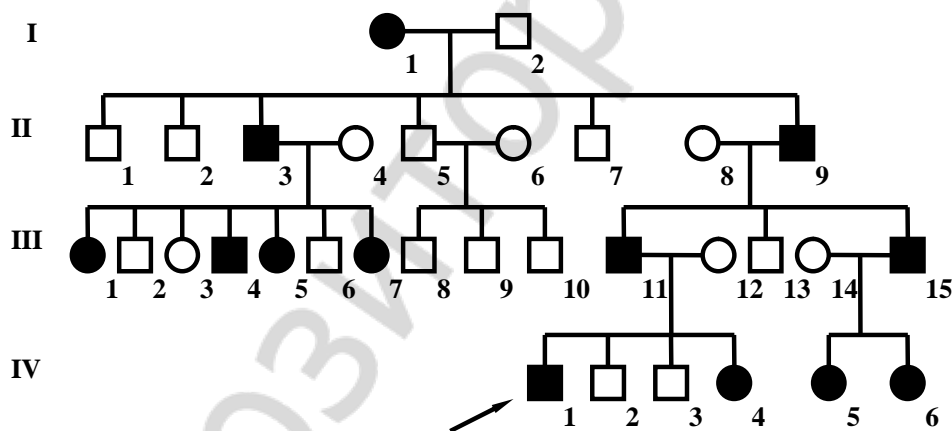


Рис. 79. Аутосомно-доминантный тип наследования

2. Аутосомно-рецессивный тип характеризуется:

- больные не в каждом поколении;
- больной ребенок (гомозигота) рождается у здоровых родителей (гетерозигот);
- болеют в равной степени мужчины и женщины;
- увеличивается риск рождения больного ребенка при близкородственных браках;
- вероятность наследования 25 % — если оба родителя гетерозиготы); 50 % — один родитель гетерозиготен, а второй — гомозиготен по рецессивному признаку.

Так наследуются рыжие волосы, альбинизм.

3. Х-сцепленный доминантный тип наследования сходен с аутосомно-доминантным, за исключением того, что *мужчина передает этот признак всем дочерям* (Y-хромосому он передает сыновьям).

4. Х-сцепленный рецессивный тип наследования сходен с аутосомно-рецессивным, за исключением того, что болеют *преимущественно мужчины*. Вероятность наследования — 25 % от всех детей; в том числе у 50 % мальчиков.

Так наследуются дальтонизм, гемофилия.

5. Голандрический тип наследования (через Y-хромосому) характеризуется:

- болеют только мужчины;
- у больного отца больны все сыновья.

Так наследуются «волосатость» ушей, перепонки между пальцами.

Цитогенетический метод изучает кариотип человека в клетках крови или эпителия при помощи микроскопа. Этот метод позволяет определить число хромосом, их структуру. Цитогенетический метод применяют для диагностики геномных, хромосомных мутаций. Можно также определить пол организма — мужской или женский.

Биохимические методы определяют содержание в организме белков-ферментов, аминокислот, различных продуктов обмена веществ в норме и при наследственных болезнях. С помощью биохимических методов определяют болезни обмена веществ.

Контрольные вопросы

1. Что изучает генетика человека?
2. Назовите трудности генетики человека.
3. Назовите преимущества генетики человека.
4. Назовите методы генетики человека.
5. Что такое генеалогический метод?
6. Что позволяет определять генеалогический метод?
7. Назовите условные обозначения родословной.
8. Назовите типы наследования признаков.
9. Охарактеризуйте аутосомно-доминантный тип наследования.
10. Проанализируйте родословную (рис. 79).
11. Охарактеризуйте аутосомно-рецессивный тип наследования.
12. Охарактеризуйте Х-сцепленный доминантный тип наследования.
13. Охарактеризуйте Х-сцепленный рецессивный тип наследования.
14. Расскажите о цитогенетическом методе.
15. Что определяют биохимические методы?

Тема 8. НАСЛЕДСТВЕННЫЕ БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА

В настоящее время зарегистрировано более 4000 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 Дауна (47,XX, 21+; 47,XY, 21+) вызван трисомией по 21-й паре хромосом. Трисомия — к двум хромосомам 21-й пары добавляется третья (лишняя) хромосома (47 хромосом в диплоидном наборе). *Признаки синдрома Дауна:* умственная отсталость, раскосые глаза, низко расположены ушные раковины, полуоткрытый рот, снижена жизнеспособность.

Синдром Шерешевского–Тернера (45,X0) обусловлен отсутствием второй X-хромосомы в женском организме (моносомия по 23-й паре). Такие женщины имеют малый рост, короткую шею, недоразвитие вторичных половых признаков, бесплодие.

Синдром Клайнфельтера (47,XXY) вызван изменением числа половых хромосом у мужчин. Такие больные имеют женский тип телосложения, высокий рост, относительно длинные руки и ноги, недоразвитие первичных и вторичных половых признаков, снижение интеллекта.

Синдром трисомии X (47,XXX) вызван изменением числа половых хромосом (лишняя X-хромосома). Такие женщины имеют мужской тип телосложения, высокий рост, нарушение умственного развития.

Синдром «кошачьего крика» (46,XX, 5p-; 46,XY, 5p-) обусловлен потерей части короткого плеча 5-й хромосомы. Недоразвитие гортани у детей приводит к появлению специфического плача, напоминающего кошачье мяуканье. Так же у них наблюдается умственное и физическое недоразвитие, деформированные низко расположенные ушные раковины и др.

Генные мутации вызывают болезни обмена веществ. *Наследственные болезни человека, обусловленные мутациями генов аутосом* — это альбинизм и фенилкетонурия.

Альбинизм — это заболевание, которое возникает при нарушении аминокислотного обмена. Нарушается превращение аминокислоты тирозина в пигмент меланин. *Признаки альбинизма:* молочный цвет кожи, очень светлые волосы, отсутствует пигмент в радужной оболочке глаза (красный зрачок). У больных высокая чувствительность к ультрафиолетовым лучам.

Фенилкетонурия — это заболевание, которое возникает при нарушении аминокислотного обмена. Аминокислота фенилаланин не превращает-

ся в аминокислоту тирозин, а превращается в фенилпировиноградную кислоту.

Фенилпировиноградная кислота накапливается в организме. У детей повышается нервная возбудимость, тонус мышц, наблюдается умственная отсталость.

Наследственные болезни человека, обусловленные мутациями генов, сцепленных с половыми хромосомами — это гемофилия и дальтонизм.

Гемофилия — это нарушение свертываемости крови. **Дальтонизм** — это нарушение цветового зрения. Этими заболеваниями чаще болеют мальчики.

Медико-генетическое консультирование — раздел профилактической медицины, главной целью которой является предупреждение рождения ребенка с наследственной патологией.

Задачи медико-генетического консультирования:

- профилактика наследственных болезней, консультирование семей и больных с наследственной патологией;
- определение степени генетического риска иметь больного ребенка в обследуемой семье;
- 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 «кошачьего крика»? Перечислите признаки этого заболевания.
10. Какие болезни вызывают генные мутации? Назовите эти болезни.
11. Что такое альбинизм?
12. Назовите признаки альбинизма.
13. Что такое фенилкетонурия?
14. Назовите признаки фенилкетонурии.

15. Какие наследственные болезни человека обусловлены генами, сцепленными с полом?

16. Что нарушается при гемофилии и дальтонизме?

17. Что такое медико-генетическое консультирование?

18. Назовите задачи медико-генетического консультирования.

Репозиторий БГМУ

ЛИТЕРАТУРА

1. *Биология* для поступающих в вузы / Р. Г. Заяц [и др.]. 3-е изд., испр. Минск : Вышэйшая школа, 2012. 639 с.
2. *Биология*. Термины и тесты для иностранных учащихся подготовительного отделения / В. Э. Бутвиловский [и др.]. 8-е изд., испр. Минск : БГМУ, 2015. 114 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* : терминологический словарь / Р. Г. Заяц [и др.]. Минск : Вышэйшая школа, 2013. 224 с.
5. *Заяц, Р. Г.* Биология. Тесты : для поступающих в вузы / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. Минск : Вышэйшая школа, 2015. 749 с.
6. *Биология* для подготовительного отделения: сборник задач / В. Э. Бутвиловский [и др.]. 4-е изд. испр. Минск : БГМУ, 2015. 122 с.
7. *Заяц, Р. Г.* Биология : весь школьный курс в таблицах / Р. Г. Заяц, В. Э. Бутвиловский, В. В. Давыдов. Минск : Юнипресс Маркет, 2014. 672 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Раздел I. Человек и его здоровье | 3 |
| Тема 1. Биология как наука. Основные свойства живого | 3 |
| Тема 2. Науки о человеке. Общий обзор организма человека..... | 4 |
| Тема 3. Строение, соединение и рост костей | 7 |
| Тема 4. Строение скелета..... | 10 |
| Тема 5. Мышечная система человека | 14 |
| Тема 6. Внутренняя среда организма. Кровь и ее функции..... | 19 |
| Тема 7. Кровеносная система. Строение и работа сердца..... | 22 |
| Тема 8. Строение сосудов. Круги кровообращения..... | 24 |
| Тема 9. Дыхательная система. Строение органов дыхания | 27 |
| Тема 10. Пищеварительная система. Строение органов пищеварения | 31 |
| Тема 11. Понятие о ферментах. Изменение питательных веществ в полости рта, в желудке и кишечнике | 35 |
| Тема 12. Выделительная система. Строение и работа почек. Строение и функции кожи..... | 38 |
| Тема 13. Нервная система. Строение и функции спинного мозга | 43 |
| Тема 14. Строение головного мозга | 46 |
| Тема 15. Органы чувств. Строение и функции органа зрения..... | 49 |
| Тема 16. Строение и функции органа слуха | 53 |
| Тема 17. Половая система. Строение и образование половых клеток | 55 |
| Раздел II. Многообразие органического мира | 59 |
| Тема 1. Понятие о про- и эукариотах. Бактерии | 59 |
| Тема 2. Характеристика царства Протисты. Паразитические протисты..... | 62 |
| Тема 3. Характеристика типа Плоские черви | 66 |
| Тема 4. Характеристика класса Сосальщико..... | 69 |
| Тема 5. Характеристика класса Ленточные черви | 72 |
| Тема 6. Характеристика типа Круглые черви..... | 74 |

| | |
|---|------------|
| Тема 7. Характеристика типа Членистоногие | 78 |
| Тема 8. Характеристика класса Паукообразные | 81 |
| Тема 9. Характеристика класса Насекомые..... | 84 |
| Тема 10. Характеристика типа Хордовые | 87 |
| Тема 11. Характеристика класса Костные рыбы..... | 90 |
| Тема 12. Характеристика класса Земноводные | 93 |
| Тема 13. Характеристика класса Пресмыкающиеся..... | 96 |
| Тема 14. Характеристика класса Млекопитающие..... | 99 |
| Раздел III. Цитология | 104 |
| Тема 1. Клетка — структурная и функциональная единица живого. Химический состав клетки | 104 |
| Тема 2. Клеточная оболочка. Поступление веществ в клетку..... | 108 |
| Тема 3. Органеллы клетки. Обмен веществ в клетке | 111 |
| Тема 4. Строение клеточного ядра и хромосом | 115 |
| Тема 5. Размножение клеток. Митоз | 118 |
| Тема 6. Мейоз..... | 120 |
| Раздел IV. Генетика..... | 123 |
| Тема 1. Генетика как наука. Строение и функции нуклеиновых кислот. Синтез белка в клетке | 123 |
| Тема 2. Моногибридное скрещивание. Закон единообразия гибридов и закон расщепления признаков | 127 |
| Тема 3. Дигибридное скрещивание. Закон независимого наследования признаков | 129 |
| Тема 4. Сцепление генов. Хромосомная теория наследственности | 131 |
| Тема 5. Генетика пола | 133 |
| Тема 6. Изменчивость | 135 |
| Тема 7. Генетика человека..... | 138 |
| Тема 8. Наследственные болезни человека | 140 |
| ЛИТЕРАТУРА | 143 |

Учебное издание

Бутвиловский Валерий Эдуардович
Давыдов Владимир Витольдович
Бутвиловский Александр Валерьевич и др.

АНАТОМИЯ, ЗООЛОГИЯ, ЦИТОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

для иностранных учащихся подготовительного отделения

Учебно-методическое пособие

6-е издание, исправленное

Ответственный за выпуск В. Э. Бутвиловский
Компьютерный набор В. В. Давыдова
Компьютерная верстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 17.09.15. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 8,6. Уч.-изд. л. 7,25. Тираж 245 экз. Заказ 561.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.