

Н.В. Чебышева

**Биология.
Руководство к
лабораторным
занятиям**

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434116.html>

ISBN 978-5-9704-3411-6.

Год издания 2015

Оглавление

Коллектив авторов.....	4
Предисловие.....	4
Глава 1. Введение в практикум	5
Тема 1. Устройство световых микроскопов и техника микроскопирования	5
Глава 2. Биологические основы жизнедеятельности человека. Биология клетки	14
Тема 2. Эукариотическая клетка	14
Качественные отличия живого от неживого.....	22
Тема 3. Качественные особенности организации живой материи во времени и пространстве (семинар). Деление клетки (митоз).....	22
Размножение	26
Тема 4. Формы размножения организмов и их цитологические основы. Мейоз. Гаметогенез	26
Основы общей генетики	33
Тема 5. Закономерности наследования признаков. Менделирующие признаки человека. Генотип как система взаимодействующих генов	33
Основы цитогенетики	45
Тема 6. Полное и неполное сцепление генов. Наследование признаков, сцепленных с полом	45
Тема 7. Хромосомный уровень организации наследственного материала. Кариотип и его характеристика.....	51
Основы молекулярной генетики	61
Тема 8. Механизм реализации наследственной информации в признаках организма	61
Изменчивость.....	68
Тема 9. Модификационная и мутационная изменчивость.....	68
Основы медицинской генетики.....	77
Тема 10. Методы изучения наследственности человека.....	77
Глава 3. Индивидуальное развитие (онтогенез)	91
Тема 11. Эмбриогенез	91
Глава 4. Основы медицинской паразитологии. Основы медицинской протозоологии. Подцарство простейшие (Protozoa). Тип простейшие (Protozoa)	97
Тема 12. Саркомастигофоры (<i>Sarcomastigophora</i>). Класс Саркодовые (<i>Sarcodina, Rizopoda</i>)	97
Тема 13. Класс Жгутиконосцы (<i>Mastigophora, Flagellata</i>).....	105
Тема 14. Апикомплекса (<i>Apicomplexa</i>). Класс Споровики (<i>Sporozoa</i>). Класс Инфузории (<i>Ciliata</i>)	117
Тема 15. Тип Плоские черви (<i>Plathelminthes</i>). Класс Сосальщикообразные (<i>Trematoda</i>).....	129

Тема 16. Тип Плоские черви (<i>Plathelminthes</i>). Класс Ленточные черви (<i>Cestoda</i>) - возбудители тениозов человека.....	139
Тема 17. Тип Плоские черви (<i>Plathelminthes</i>). Класс Ленточные черви (<i>Cestoda</i>) - возбудители важнейших цестодозов человека	144
Тема 18. Тип Круглые черви (<i>Nemathelminthes</i>). Класс Собственно круглые черви (<i>Nematoda</i>)	151
Тема 19. Тип Кольчатые черви (<i>Annelides</i>)	167
Тема 20. Подтип Жабернодышащие (<i>Branchiata</i>), класс Ракообразные (<i>Crustacea</i>). Подтип Хелицеровые(<i>Chelicerata</i>), класс Паукообразные (<i>Arachnida</i>)	174
Тема 21. Подтип Трахейнодышащие (<i>Tracheata</i>), класс Насекомые (<i>Insecta</i>). Представители класса Насекомые (<i>Insecta</i>) - переносчики эпидемических болезней человека	190
Тема 22. Отряд Двукрылые. Семейство Комариные. Комары - переносчики возбудителей малярии и других болезней человека. Москиты, их медицинское значение	201
Глава 5. Вопросы эволюции и экологии. Тип хордовые (<i>Chordata</i>). Филогенез систем органов позвоночных животных и человека	212
Тема 23. Филогенез нервной системы позвоночных.....	212
Тема 24. Филогенез кровеносной системы позвоночных	222
Тема 25. Филогенез мочеполовой системы позвоночных	229
Тема 26. Филогенез дыхательной и пищеварительной систем позвоночных.....	237
Тема 27. Филогенез висцерального черепа позвоночных	252
Вопросы антропогенеза	264
Тема 28. Форма и основные размеры черепов современных человекообразных обезьян, ископаемых гоминид и человека.....	264
Эволюционное учение	279
Тема 29. История развития эволюционного учения (семинар).....	279
Тема 30. Современное состояние эволюционного учения (семинар)	281
Тема 31. Генетическая структура популяций	283
Вопросы экологии	290
Тема 32. Динамика численности популяций. Типы роста популяций. Скорость роста популяций. Влияние факторов среды на динамику численности популяций	290
Тема 33. Демографические показатели популяций. Таблицы выживания. Ожидаемая продолжительность жизни. Кривые выживания	302
Тема 34. Биологическое разнообразие. Видовое разнообразие и видовая структура сообществ. Их изменение под влиянием факторов среды и деятельности человека.....	310
Тема 35. Экологические сукцессии. Влияние антропогенного фактора на ход экологических сукцессий.....	317

Коллектив авторов

МГМУ им. И.М. Сеченова

Демченко Антонина Николаевна, кандидат биол. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Гринева Галина Георгиевна, кандидат биол. наук

Гузикова Галина Савельевна, кандидат биол. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Беречикидзе Иза Автандиловна, кандидат биол. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Гришина Елена Анатольевна, кандидат биол. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Козарь Марина Валерьевна, кандидат биол. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Супряга Андрей Максимович, кандидат биол. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Филиппова Алла Викторовна, кандидат мед. наук, доцент кафедры биологии с общей генетикой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Предисловие

Руководство адаптировано к новой учебной программе и содержит пять основных глав: «Введение в практикум», «Биологические основы жизнедеятельности человека», «Индивидуальное развитие», «Основы медицинской паразитологии», «Вопросы эволюции и экологии». Каждая глава включает несколько тем, в каждой из которой сформулирована цель занятия, задания для самоподготовки, а также указания для выполнения работ в аудитории, и контрольные вопросы по исходному и итоговому уровню знаний. Для каждой темы приведена мотивационная характеристика, показывающая значение изучаемых вопросов для конкретных медицинских специальностей: нормальной и патологической физиологии, анатомии, стоматологии, эпидемиологии, генетики, микробиологии, педиатрии и др. Богатый иллюстративный материал: рисунки, таблицы и ситуационные задачи помогает лучше усвоить и закрепить изученный материал.

В главе «Вопросы эволюции и экологии» содержится достаточно полная информация. Особый интерес представляют четыре темы.

1. Динамика численности популяций. Типы роста популяций. Скорость роста популяций. Влияние факторов среды на динамику численности популяций.

2. Демографические показатели популяций. Таблицы выживания. Ожидаемая продолжительность жизни. Кривые выживания.

3. Биологическое разнообразие. Видовое разнообразие и видовая структура сообществ. Их изменения под влиянием факторов среды и деятельности человека.

4. Экологические сукцессии. Влияние антропогенного фактора на ход экологических сукцессий.

Приведенные в руководстве материалы по экологии позволяют использовать учебное пособие не только в медицинских вузах, но и в других высших учебных заведениях, где изучают экологию.

Н.О. Бартош, профессор, доктор медицинских наук

Глава 1. Введение в практикум

Тема 1. Устройство световых микроскопов и техника микроскопирования

Цель занятия. На основании знания устройства световых микроскопов освоить технику микроскопирования и приготовления временных микропрепаратов.

Уметь:

- работать с микроскопом МБР-1: а) при малом увеличении (x8); б) при большом увеличении (x40); в) с иммерсионным объективом (x90);
- работать с микроскопом (лупой) МБС-1;
- готовить временные препараты;
- правильно оформлять лабораторную работу.

Мотивационная характеристика. Световая микроскопия - один из основных методов изучения биологических объектов, поэтому овладение техникой микроскопирования необходимо: 1) для всех последующих занятий по курсу биологии; 2) для занятий по курсам гистологии, микробиологии, патологической анатомии, терапии, хирургии и некоторым другим дисциплинам во время обучения; 3) в практической деятельности врачей для морфологической диагностики болезней.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные части микроскопа, их назначение и устройство; 2) уметь показать на микроскопе механическую, оптическую и осветительную части и рассказать об их устройстве; 3) правила работы с микроскопом; 4) принцип работы других увеличительных приборов, используемых для исследования биологических объектов.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) устройство микроскопов МБР-1, МБИ-1, «Биолам», МБС-1; 2) правила микроскопирования; 3) технику приготовления временных препаратов.

Оборудование. 1. Микроскопы МБР-1, МБИ-1, «Биолам», МБС-1. 2. Чашки Петри, предметные и покровные стекла, пипетки, стаканчики с водой, волокна ваты, хлопчатобумажные салфетки, пинцеты глазные, ножницы, иммерсионное масло. 3. Иммерсионные объективы (x90). 4. Постоянные микропрепараты: поперечный срез листа, клетки пленки лука. 5. Таблицы: схемы устройства микроскопов, отдельных их частей, хода лучей между конденсором и объективом.

Работа 1.1. Микроскоп МБР-1 (МБИ-1, «Биолам»)

Рассмотрите основные части микроскопа МБР-1: механическую, оптическую и осветительную (рис. 1.1).

К механической части относятся: штатив, предметный столик, тубус, револьвер, макро- и микрометрические винты.

Штатив состоит из массивного подковообразного основания, придающего микроскопу необходимую устойчивость. От середины основания вверх отходит тубусодержатель, изогнутый почти под прямым углом, к нему прикреплен тубус, расположенный наклонно.

На штативе укреплен предметный столик с круглым отверстием в центре. На столик помещают рассматриваемый объект, или предмет (отсюда название «предметный»). Через отверстие в середине столика проходит пучок света, позволяющий рассматривать объект в проходящем свете. На боковых сторонах штатива ниже предметного столика находится два винта, служащих для передвижения тубуса.

Макрометрический винт, или кремальера, имеет большой диск и при вращении поднимает или опускает тубус для ориентировочной наводки на фокус. Макрометрический винт применяют при малом (слабом) увеличении; при этом объект изучают в одной плоскости. Микрометрический винт, имеющий наружный диск меньшего диаметра, при вращении перемещает тубус незначительно и служит для точной наводки на фокус. Микрометрический винт используют при работе с большим (сильным) увеличением, что позволяет рассматривать детали и части объекта, лежащие на разной глубине. Микрометрическим винтом пользуются, когда с помощью макровинта объект поставлен точно в фокус. Вращать микрометрический винт можно только на пол-оборота в обе стороны. Благодаря разным размерам найти нужный винт можно на ощупь. Микрометрический винт может иметь вид плоской пластинки, расположенной на основании микроскопа.

Оптическая часть микроскопа представлена окулярами и объективами.

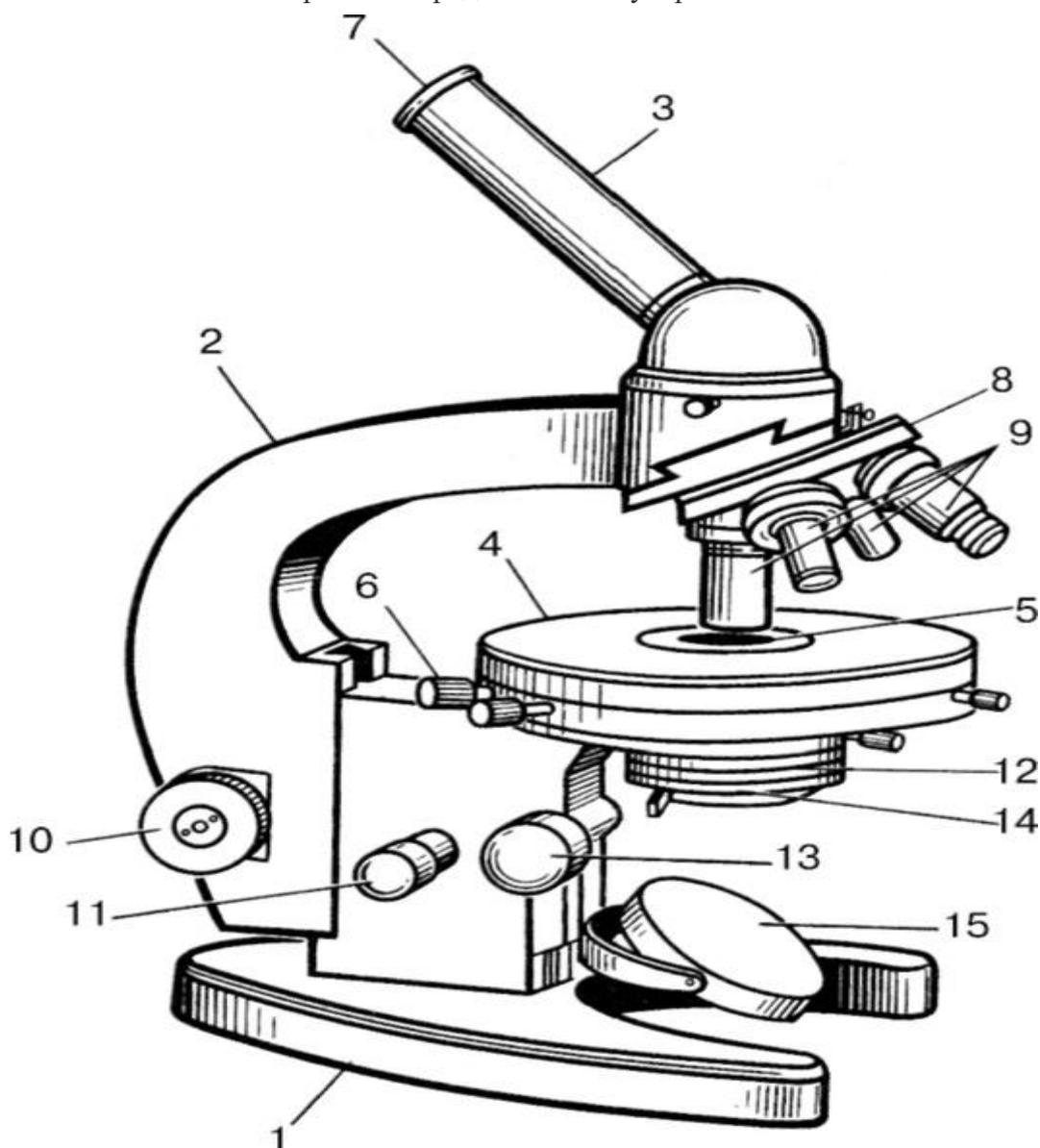


Рис. 1.1. Микроскоп МБР-1: 1 - основание (штатив); 2 - тубусодержатель; 3 - тубус; 4 - предметный столик; 5 - отверстие предметного столика; 6 - винты, перемещающие столик; 7 - окуляр; 8 - револьвер; 9 - объективы; 10 - макрометрический винт; 11 - микрометрический винт; 12 - конденсор; 13 - винт конденсора; 14 - диафрагма; 15 - зеркало

Окуляр (лат. *oculus* - глаз) находится в верхней части тубуса и обращен к глазу. Окуляр представляет собой систему линз, заключенных в металлическую гильзу цилиндрической формы. Цифра на верхней поверхности окуляра означает кратность его увеличения (x7, x10, x15). Окуляр можно вынимать из тубуса и по мере надобности заменять другим. На нижней части тубуса находится вращающаяся пластинка, или револьвер (лат. *revolvo* - вращаю), имеющий три гнезда для объективов. Объектив представляет собой систему линз, заключенных в общую металлическую оправу. Объектив ввинчивается в гнездо револьвера. На боковой стороне объектива цифрой обозначена кратность увеличения. Объективы делят на сухие и иммерсионные. В сухих между объективом и предметным стеклом находится воздух, в иммерсионных - иммерсионное масло. Нижняя часть иммерсионного объектива имеет черную маркировочную линию. Различают объектив малого увеличения (1x8), объектив большого увеличения (x40) и иммерсионный объектив, используемый для изучения наиболее мелких объектов (x90).

Общее увеличение микроскопа равно увеличению окуляра, умноженному на увеличение объектива.

Изображение в микроскопе обратное.

Осветительная часть микроскопа состоит из зеркала, конденсора и диафрагмы. Зеркало укреплено подвижно на штативе ниже предметного столика, благодаря чему его можно вращать в любом направлении. Зеркало устанавливают по отношению к источнику света так, чтобы отраженные им лучи наилучшим образом осветили поле зрения микроскопа. Отбрасываемый зеркалом пучок света проходит через отверстие в центре предметного столика и освещает объект. Зеркало имеет две поверхности - вогнутую и плоскую. Вогнутая поверхность сильнее концентрирует световые лучи и поэтому используется при более слабом освещении (искусственный свет). Для искусственного освещения также используют настольную лампу, осветители ОИ-7, ОИ-19 и др. Интенсивность света регулируют с помощью реостата.

Конденсор находится между зеркалом и предметным столиком. Он состоит из двух-трех линз, заключенных в общую оправу. Пучок света, отбрасываемый зеркалом, проходит через систему линз конденсора. Меняя положение конденсора (выше, ниже), можно изменять интенсивность освещенности объекта. Для перемещения конденсора используют винт, находящийся перед микро- и макрометрическими винтами. При опускании конденсора освещенность уменьшается, при поднятии (к предметному столику) - увеличивается.

Ирисовая диафрагма, вмонтированная в нижнюю часть конденсора, регулирует освещение. Диафрагма состоит из пластинок, расположенных по кругу и частично перекрывающих друг друга таким образом, что в центре остается отверстие для прохождения светового пучка. С помощью специальной ручки, расположенной на конденсоре с правой стороны, можно менять положение пластинок диафрагмы относительно друг друга, уменьшая или увеличивая отверстие. Максимально суженная диафрагма способствует наибольшей четкости изображения, что важно при рассмотрении прозрачных объектов.

Работа 1.2. Правила работы с микроскопом МБР-1

При переносе микроскопа следует брать правой рукой за ручку штатива и поддерживать его снизу левой рукой.

1. Установите микроскоп так, чтобы его зеркало находилось против источника света.

2. Поставьте в рабочее положение объектив малого увеличения. Для этого поворачивайте револьвер до тех пор, пока нужный объектив не займет срединное

положение по отношению к тубусу и предметному столику (встанет над отверстием столика). Когда объектив занимает срединное (центрированное) положение, в револьвере срабатывает устройство - защелка; при этом слышится легкий щелчок, и револьвер фиксируется.

Запомните, что изучение любого объекта начинается с малого увеличения.

3. С помощью макрометрического винта поднимите объектив над столиком на высоту примерно 0,5 см. Откройте диафрагму и немного приподнимите конденсор.

4. Глядя в окуляр (левым глазом!), вращайте зеркало в разных направлениях до тех пор, пока поле зрения не будет освещено ярко и равномерно.

5. Положите на предметный столик приготовленный препарат (см. работу 1.3) покровным стеклом вверх, чтобы объект находился в центре отверстия предметного столика.

6. Под визуальным контролем медленно опустите тубус с помощью макрометрического винта, чтобы объектив находился на расстоянии около 2 мм от препарата.

7. Смотрите в окуляр и одновременно медленно поднимайте тубус с помощью макрометрического винта до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта (фокусное расстояние для малого увеличения равно приблизительно 0,5 см).

8. Чтобы перейти к рассмотрению объекта при большом увеличении микроскопа, необходимо центрировать препарат, т.е. поместить объект или ту часть его, которую вы рассматриваете, в самый центр поля зрения, глядя в окуляр, пока объект не займет нужного положения. Если объект не будет центрирован, то при большом увеличении он останется вне поля зрения.

9. Вращая револьвер, поставьте над препаратом объектив большого увеличения. При этом слышится щелчок, и револьвер фиксируется.

10. Для тонкой фокусировки используйте микрометрический винт.

11. При зарисовке препарата смотрите в окуляр левым глазом, а в альбом - правым.

При изучении в световом микроскопе мелких объектов используют иммерсионный (лат. *immersia* - погружать, окунать) объектив. При работе с этим объективом на покровное стекло необходимо поместить каплю иммерсионного масла, имеющего показатель преломления, одинаковый со стеклом. Обычно для этого используют кедровое масло. Между линзой и покровным стеклом не остается воздушной прослойки, и луч света проходит через однородную в отношении показателя преломления среду без отклонения. При работе с иммерсионным объективом п. 8 и 9 остаются в силе.

12. Опустите тубус (глядя на него сбоку) так, чтобы нижняя линза объектива погрузилась в каплю иммерсионного масла.

13. Затем, глядя в окуляр, с помощью только микровинта следует осторожно (!) (фокусное расстояние для объектива $\times 90$ еще меньше, чем для объектива $\times 40$) немного опустить, а затем поднять объектив, чтобы получить четкое изображение.

Помните, что работа с иммерсионным объективом требует более интенсивного освещения поля зрения.

14. После окончания работы микроскоп оставляют в нейтральном положении. Для этого револьвер поворачивают так, чтобы объективы малого и большого увеличения были направлены вперед. Макровинтом опускают штатив максимально. Такое положение микроскопа наиболее устойчиво и безопасно для оптической части.

Работа 1.3. Методика приготовления временного микропрепарата

Возьмите предметное стекло из чашки Петри, держа его за боковые грани, чтобы не оставить на его поверхности отпечатков пальцев, и положите на стол. Поместите в центр стекла объект, например кусочки волос длиной 1,5 см. Затем глазной пипеткой нанесите на объект (волосы) одну каплю воды.

После этого возьмите покровное стекло за боковые грани и положите его сверху на предметное стекло. Рассмотрите готовый препарат под микроскопом.

Работа 1.4. Микроскоп МБС-1

МБС-1 - стереоскопический микроскоп (лупа), позволяющий получить прямое и объемное изображение рассматриваемого предмета. Используется для препаровальных работ и изучения крупных объектов.

Микроскоп состоит из столика, штатива, оптической головки и окулярной (бинокулярной) насадки.

Столик имеет вид круглого корпуса, обеспечивающего устойчивость микроскопа. Внутри корпуса вмонтировано плоское зеркало, одна сторона которого матовая. В отличие от зеркала микроскопа МБР-1 оно может вращаться только в горизонтальной плоскости. Спереди, напротив зеркала, в стенке корпуса сделан вырез, через который свет (дневной или искусственный) падает на зеркало. Поскольку зеркало вращается только вокруг горизонтальной оси, при искусственном освещении можно использовать источник, расположенный непосредственно перед вырезом корпуса, или специальный осветитель. При работе с искусственным освещением рекомендуется использовать матовую поверхность зеркала.

Штатив микроскопа состоит из плоского основания округлой формы, представляющего собой верхнюю поверхность столика, и массивного стержня, вмонтированного в основание и несущего на себе оптическую головку. Спереди, над зеркалом, основание микроскопа имеет отверстие округлой формы, закрытое стеклянной пластинкой.

Оптическая головка - основная часть микроскопа. Корпус оптической головки прямоугольной формы. Верхняя часть имеет резьбу для бинокулярной насадки, на нижней - укреплен объектив. На боковых сторонах оптической головки расположены вращающийся барабан и винт. Барабан регулирует увеличение. На нем имеются цифры 0,6; 1; 2; 4; 7, обозначающие различную степень увеличения. Барабан можно закреплять в любом из пяти положений, соответствующих указанным цифрам. При вращении, когда барабан занимает любое из указанных положений, слышится легкий щелчок и происходит его фиксация (рис. 1.2). Винт находится позади барабана и служит для ориентировочной наводки на фокус.

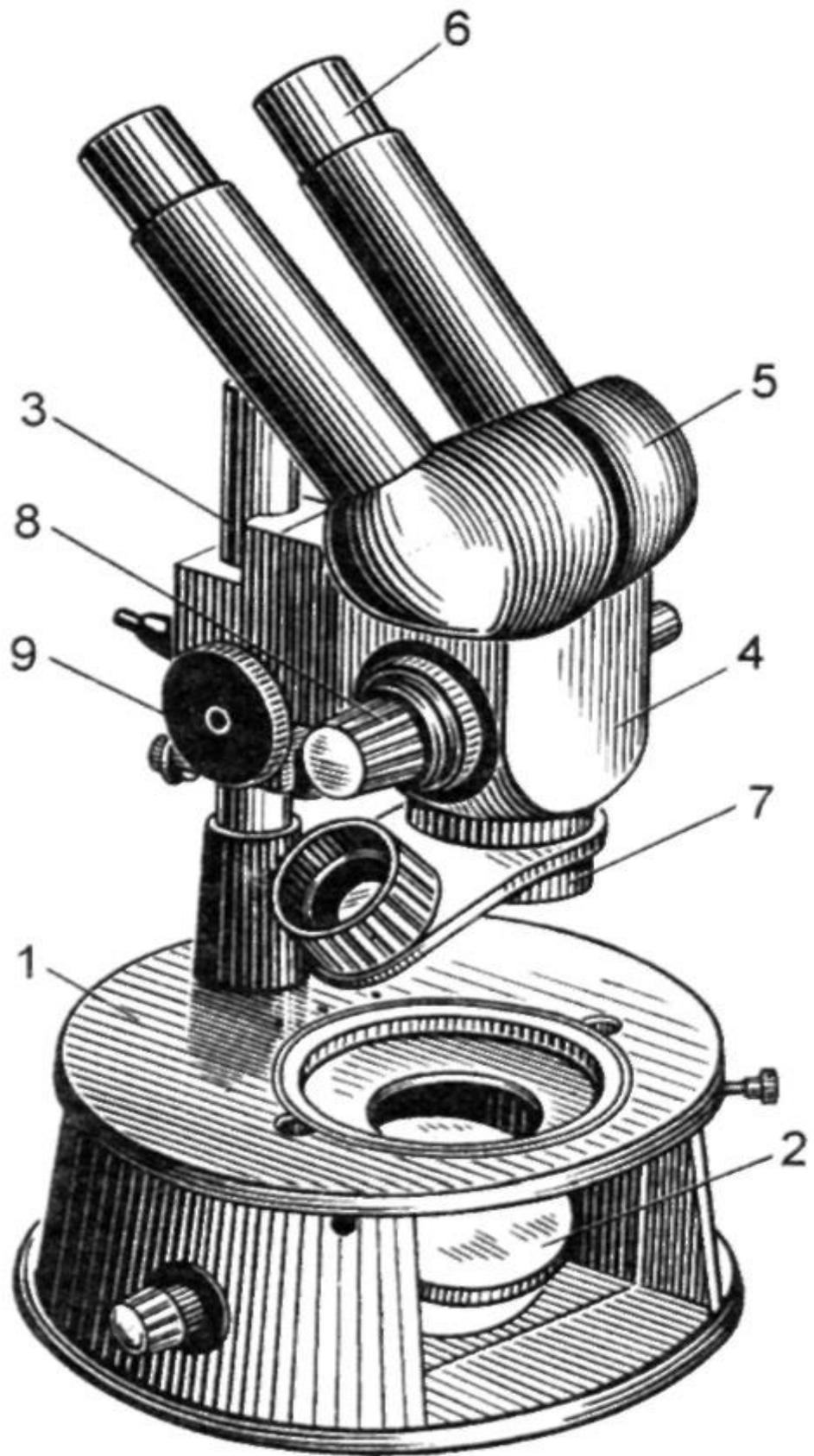


Рис. 1.2. Микроскоп МБС-1: 1 - предметный столик; 2 - зеркало; 3 - штатив; 4 - оптическая головка; 5 - бинокулярная насадка; 6 - окуляр; 7 - объектив; 8 - устройство для регулировки степени увеличения; 9 - винт для наводки на фокус

На верхней поверхности оптической головки укреплена окулярная (бинокулярная) насадка. Она состоит из двух цилиндрических трубок, в которые вставлены окуляры и объективы. Расстояние между окулярами можно изменять, раздвигая или сближая их руками, что позволяет добиться совмещенного зрения, т.е. соединить два изображения в одно.

Работа 1.5. Правила работы с микроскопом МБС-1

1. Установите микроскоп штативом к себе и расположите так, чтобы свет от настольной лампы падал через вырез в корпусе столика на зеркало.

2. Глядя в окуляры и вращая зеркало, добейтесь интенсивного и равномерного освещения поля зрения.

3. Поместите на стеклянную пластинку основания микроскопа постоянный микропрепарат.

4. Установите барабан в положение, соответствующее цифре 1, и, опуская или поднимая оптическую головку с помощью винта, получите изображение объекта.

5. Сдвигая или раздвигая руками окулярные трубки, добейтесь, чтобы два изображения слились в одно.

6. При настройке микроскопа необходимо следить, чтобы ось головки микроскопа совпадала с центром стеклянной пластинки, иначе может наблюдаться неравномерное освещение поля зрения.

При работе с микроскопом следует соблюдать осторожность. Так, при переносе микроскопа можно брать его только за штатив, нельзя без необходимости вынимать окуляры, крутить микрометрический винт и т.д. Протирать окуляры следует только мягкой хлопчатобумажной тряпочкой, предназначенной специально для этой цели.

Работа 1.6. Перекрест волос под микроскопом

Отрежьте ножницами часть волоса длиной примерно 3 см, разрежьте пополам и положите на предметное стекло, сделав перекрест; капните из пипетки одну каплю воды и накройте покровным стеклом. Рассмотрите временный препарат с помощью микроскопа МБР-1.

Поставьте в рабочее положение объектив малого увеличения. Найдите изображение и зарисуйте его в альбом, правильно отразив размеры наблюдаемых структур (толщина волос). Затем центрируйте препарат, т.е. поставьте объект так, чтобы перекрест волос был в центре поля зрения. Переместите в рабочее положение объектив большого увеличения и найдите изображение. Сравните размеры объекта при разных увеличениях и зарисуйте изображение в альбом, отразив имеющиеся различия.

Работа 1.7. Волокна ваты и пузырьки воздуха под микроскопом

Возьмите из чашки Петри пинцетом небольшой пучок волокон ваты. Положите его на предметное стекло, разрыхлите, капните из пипетки одну каплю воды и накройте покровным стеклом.

Приготовив временный препарат, рассмотрите его сначала при малом, а затем при большом увеличении микроскопа МБР-1.

Рассматривая препарат при малом увеличении, увидите перекрещивающиеся волокна ваты, а между ними образования округлой или неправильной формы, имеющие очень четкие темные контуры. Это - пузырьки воздуха.

Передвигайте препарат с помощью винтов-препаратоводителей или рук, пока не найдете такой участок, где волокна лежат редко и среди них есть пузырек воздуха

небольших размеров. Зарисуйте пузырек воздуха и окружающие его 2-3 волокна ваты, строго соблюдая соотношение размеров.

Затем рассмотрите и зарисуйте этот же участок при большом увеличении микроскопа МБР-1. Для этого надо тщательно центрировать препарат (поставить данный участок в центр поля зрения) при малом увеличении.

После того как препарат центрирован, переведите в рабочее положение объектив большого увеличения, найдите изображение и зарисуйте тот же участок, что и при малом увеличении, отразив неодинаковые размеры при разных увеличениях. На рисунке при малом и большом увеличении должны быть обозначены: 1) волокна ваты; 2) пузырек воздуха.

Работа 1.8. Правила оформления лабораторной работы

Необходимым элементом микроскопического изучения объекта является его зарисовка в альбом. Это делают для того, чтобы лучше понять и закрепить в памяти строение объекта, форму отдельных структур, их взаимное расположение.

Для выполнения зарисовок необходимо иметь альбом (оптимальный формат 30x21 см) и карандаши (простой и цветные).

Поскольку рисование на занятиях по биологии не самоцель, а метод изучения объекта, при зарисовке следует придерживаться ряда правил.

1. Рисовать можно только на одной стороне листа, так как рисунки, сделанные на обеих сторонах, накладываются друг на друга и со временем портятся.

2. До начала зарисовки вверху страницы следует написать название темы и дату. Если изучается зоологический объект, то надо указать название типа, подтипа и класса, к которому он относится в соответствии с международной номенклатурой. Каждое из этих названий (тип, подтип, класс) нужно писать на отдельной строке по-русски и на латыни.

3. Рисунок должен быть крупным, детали - хорошо различимыми. На одной странице не должно быть более 3-4 рисунков, если объекты простые. Если же объект сложный и крупный (вскрытая лягушка, вскрытая крыса), то на странице делают только один рисунок.

4. Главное требование к рисунку заключается в правильном отображении формы, соотношения объема и размеров (длина, ширина и др.) отдельных частей и целого объекта. Чтобы легче добиться этого, сначала нарисуйте общий контур объекта (крупно), затем внутри слегка наметьте контуры остальных деталей и лишь после этого вырисовывайте их четко.

5. Правильное отражение соотношения размеров изучаемого объекта позволит выполнить и второе требование - показать индивидуальные особенности объекта, т.е. зарисовать не абстрактную клетку, амэбу и т.д. Это очень важно, так как приучает будущего врача к наблюдательности, учит видеть наряду с общим индивидуальное.

6. Вокруг рисунка не нужно обозначать контуры поля зрения микроскопа.

7. К каждому рисунку обязательно должны быть сделаны обозначения его отдельных частей. Надписи к рисунку выполняют только простым карандашом. Обозначения можно делать двумя способами:

а) к отдельным частям объекта ставят стрелочки и против каждой пишут название. Надписи должны быть расположены параллельно друг другу;

б) к отдельным частям объекта ставят стрелочки и против каждой пишут определенную цифру, затем сбоку от рисунка или под ним столбиком по вертикали пишут цифры, а против цифр - название.

8. Если работа выполнена правильно, то в конце занятия

ее подписывает преподаватель. Если работа не соответствует предъявляемым требованиям, ее необходимо переделать.

Контроль итогового уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Окуляры вставлены:
 - 1) в револьвер;
 - 2) тубус;
 - 3) конденсор;
 - 4) диафрагму;
 - 5) макровинт.
2. Осветительная часть микроскопа представлена:
 - 1) тубусом;
 - 2) конденсором;
 - 3) зеркалом;
 - 4) макровинтом;
 - 5) диафрагмой.
3. Малое увеличение объектива:
 - 1) x40;
 - 2) x8;
 - 3) x20;
 - 4) x10;
 - 5) x30.
4. Оптическая часть микроскопа включает в себя:
 - 1) окуляр;
 - 2) конденсор;
 - 3) диафрагму;
 - 4) объектив;
 - 5) зеркало.
5. К механической части микроскопа относят:
 - 1) тубус;
 - 2) диафрагму;
 - 3) револьвер;
 - 4) макровинт;
 - 5) зеркало.

Глава 2. Биологические основы жизнедеятельности человека. Биология клетки

Тема 2. Эукариотическая клетка

Цель занятия. На основе изучения растительных и животных клеток показать единство организации живых форм на нашей планете. Уметь:

- различать эукариотические клетки и давать их морфофизиологическую характеристику;
- отличать прокариотические клетки от эукариотических, животные клетки от клеток растений и грибов;
- находить основные компоненты клетки (ядро, цитоплазму, оболочку) под световым микроскопом и на электронограмме;
- дифференцировать на электронограммах различные органеллы и включения клетки.

Мотивационная характеристика. Клетка - структурная, функциональная и генетическая единица живых организмов. Знание строения и функций клеток необходимо для изучения в дальнейшем морфологических и медико-биологических дисциплин (анатомия, гистология, физиология, микробиология и др.), а также в научной и практической медицинской деятельности.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) определение клетки; 2) основные положения клеточной теории; 3) особенности строения функционирования прокариотической и эукариотической клеток; 4) основные компоненты клетки (ядро, цитоплазма и клеточная оболочка); 5) морфологическую и функциональную характеристики различных органелл клетки (одномембранных, двухмембранных, полуавтономных, немембранных); 6) включения клетки, их классификацию и значение; 7) различия в строении и функционировании растительной и животной клетки.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) растительные клетки (пленка лука, лист элодеи, клубень картофеля); 2) животные клетки (эритроциты и лейкоциты лягушки и человека); 3) органеллы клетки (электронограммы фрагментов клетки).

Оборудование. 1. Таблицы: строение растительных, животных и бактериальных клеток, схема строения эукариотической клетки (световой микроскоп); схема строения клетки (электронный микроскоп). 2. Микропрепараты: клетки пленки лука, мазки крови лягушки и человека, электронограммы клеток. 3. Микроскопы МБР-1 и МБС1. 4. Стаканы с элодеей; предметные и покровные стекла; пипетки; стаканы с водой; чашки Петри; лук, картофель, пузырьки с 10% раствором натрия хлорида; флаконы с раствором йода, полоски фильтровальной бумаги.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Функция гликокаликса цитолеммы:

- 1) пиноцитоз;
- 2) фагоцитоз;
- 3) защитная;

- 4) рецепторная;
 - 5) проводящая.
2. Полуавтономные органеллы клетки:
- 1) митохондрии;
 - 2) ЭПС;
 - 3) пластиды;
 - 4) лизосомы;
 - 5) рибосомы.
3. Синтез липидов происходит:
- 1) в гладкой ЭПС;
 - 2) шероховатой ЭПС;
 - 3) митохондриях;
 - 4) комплексе Гольджи;
 - 5) лизосомах.
4. Мембрана клетки состоит: 1) из белков;
- 2) липидов;
 - 3) углеводов;
 - 4) спиртов;
 - 5) нуклеиновых кислот.
5. Синтез белков происходит:
- 1) на рибосомах;
 - 2) на шероховатой ЭПС;
 - 3) в лизосомах;
 - 4) на гладкой ЭПС;
 - 5) в клеточном центре.

Работа 2.1. Клетки пленки лука

Отделите от кусочка луковицы мясистую чешуйку. На ее внутренней стороне находится тонкая пленка. Снимите ее пинцетом и отрежьте ножницами кусочек пленки размером несколько квадратных миллиметров. Положите этот кусочек на предметное стекло, наберите пипеткой раствор йода, капните каплю его на пленку и накройте покровным стеклом.

Рассмотрите препарат при малом увеличении (микроскоп МБР-1). На препарате видна группа вытянутых почти прямоугольных клеток (рис. 2.1, а). Крупные округлые ядра в клетках окрашиваются йодом в желто-коричневый цвет. Переведите объективы микроскопа на увеличение х40 и найдите двухконтурную оболочку клетки. Обратите внимание на ее толщину. При внимательном рассмотрении видна зернистая структура цитоплазмы. Округло-овальное ядро обычно занимает срединное положение в клетке.

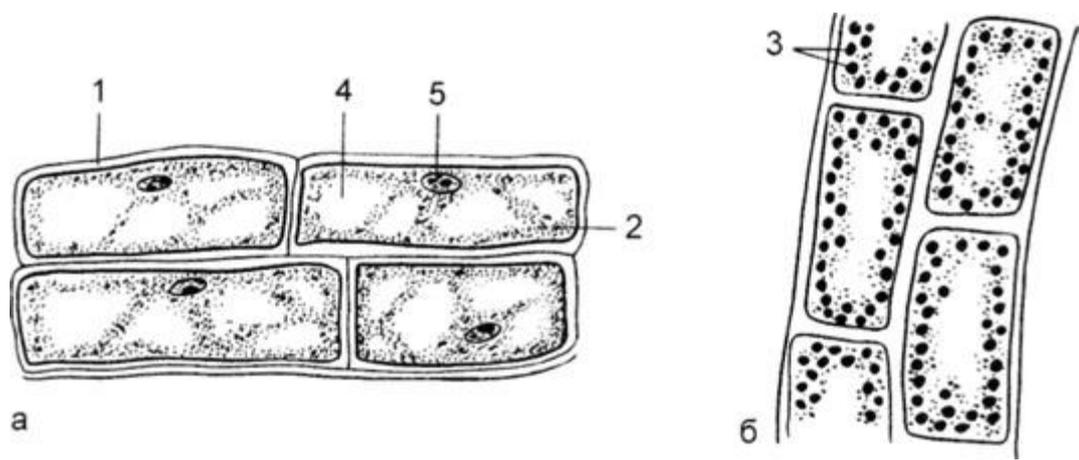


Рис. 2.1. Строение растительных клеток: *а* - пленка лука; *б* - лист элодеи; 1 - оболочка; 2 - цитоплазма; 3- хлоропласты; 4 - вакуоли с клеточным соком; 5 - ядро с ядрышком

Иногда оно смещено к оболочке и приобретает сплюсненную форму. В ядре можно заметить 1-2 ядрышка. Неокрашенные пустоты в цитоплазме клеток представляют собой вакуоли.

Зарисуйте несколько клеток. На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка; 2) цитоплазма; 3) ядро; 4) вакуоли (если они видны).

Работа 2.2. Хлоропласты в клетках листа элодеи

От ветки элодеи, помещенной в стакан с водой, отделите лист. Отрежьте ножницами примерно половину листа, на предметное стекло нанесите каплю воды, поместите в нее кусочек листа и накройте покровным стеклом. Препарат рассмотрите сначала при малом, а затем при большом увеличении (микроскоп МБР-1). Поскольку лист элодеи состоит из двух слоев клеток, для того чтобы увидеть четко тот или другой слой, необходимо вращать микрометрический винт. При увеличении $\times 40$ хорошо видны сильно вытянутые клетки почти прямоугольной формы. Они имеют толстую бесцветную оболочку. В цитоплазме клеток видно множество округло-овальных телец зеленого цвета. Это разновидность пластид - хлоропласты. В неокрашенных клетках ядра они не видны (см. рис. 2.1, б; 2.2, а).

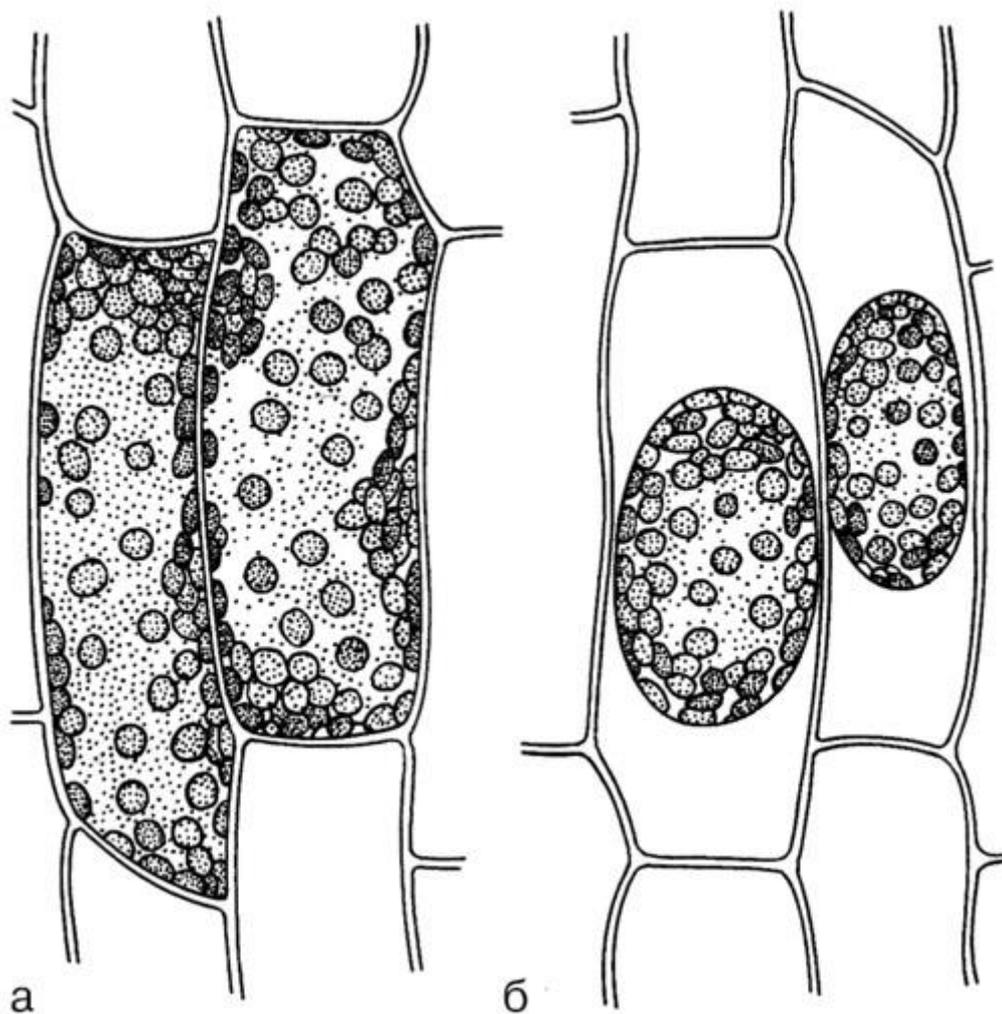


Рис. 2.2. Нормальные (а) и плазмолизованные (б) клетки элодеи

Рассмотрите клетки вблизи центральной жилки листа. В них можно обнаружить движение цитоплазмы и пластид вдоль стенок (циклоз). Если это движение незаметно, подогрейте препарат под электролампой.

Зарисуйте в альбом несколько клеток, обратив внимание на взаимное расположение клеток в двух соседних рядах. На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка; 2) цитоплазма; 3) хлоропласты.

Работа 2.3. Плазмолиз и деплазмолиз в клетках листа элодеи

Приготовьте препарат (см. работу 2.2). В приготовленном препарате необходимо заменить воду гипертоническим раствором хлорида натрия. Чтобы замена произошла постепенно, нанесите на один край покровного стекла каплю 10% раствора хлорида натрия, а с противоположной стороны положите полоску фильтровальной бумаги (она впитает часть воды). Наблюдайте за состоянием цитоплазмы в клетках при большом увеличении микроскопа. Вода из цитоплазмы клеток проходит в окружающую гипертоническую среду, объем цитоплазмы уменьшается, и она начинает отходить от клеточных стенок. Постепенно цитоплазма полностью отходит от клеточной стенки и приобретает форму шара, расположенного в центре клетки, - происходит плазмолиз (см. рис. 2.2, б). Если после этого под покровное стекло ввести воду, то гипертонический раствор превращается в гипотонический. Вода поступает в цитоплазму, в результате чего

последняя занимает прежний объем. Это явление называется деплазмолизом. После деплазмолиза клетка приобретает нормальный тургор.

Работа 2.4. Клетки клубня картофеля

Скальпелем сделайте соскоб с поверхности куска клубня картофеля. На предметное стекло нанесите каплю воды. Поместите туда соскобленные клетки, накройте их покровным стеклом. Рассмотрите препарат при малом и большом увеличении микроскопа. При большом увеличении видны крупные многоугольные прозрачные клетки с тонкими двухконтурными оболочками. В этих клетках найдите крахмальные зерна. Зерна могут быть различной величины с четко выраженной сферической слоистостью. Нанесите на край покровного стекла каплю слабого раствора йода. Крахмальные зерна окрашиваются в синий цвет, их слоистость более заметна (рис. 2.3).

Зарисуйте 1-2 клетки. На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка клетки; 2) крахмальные зерна.

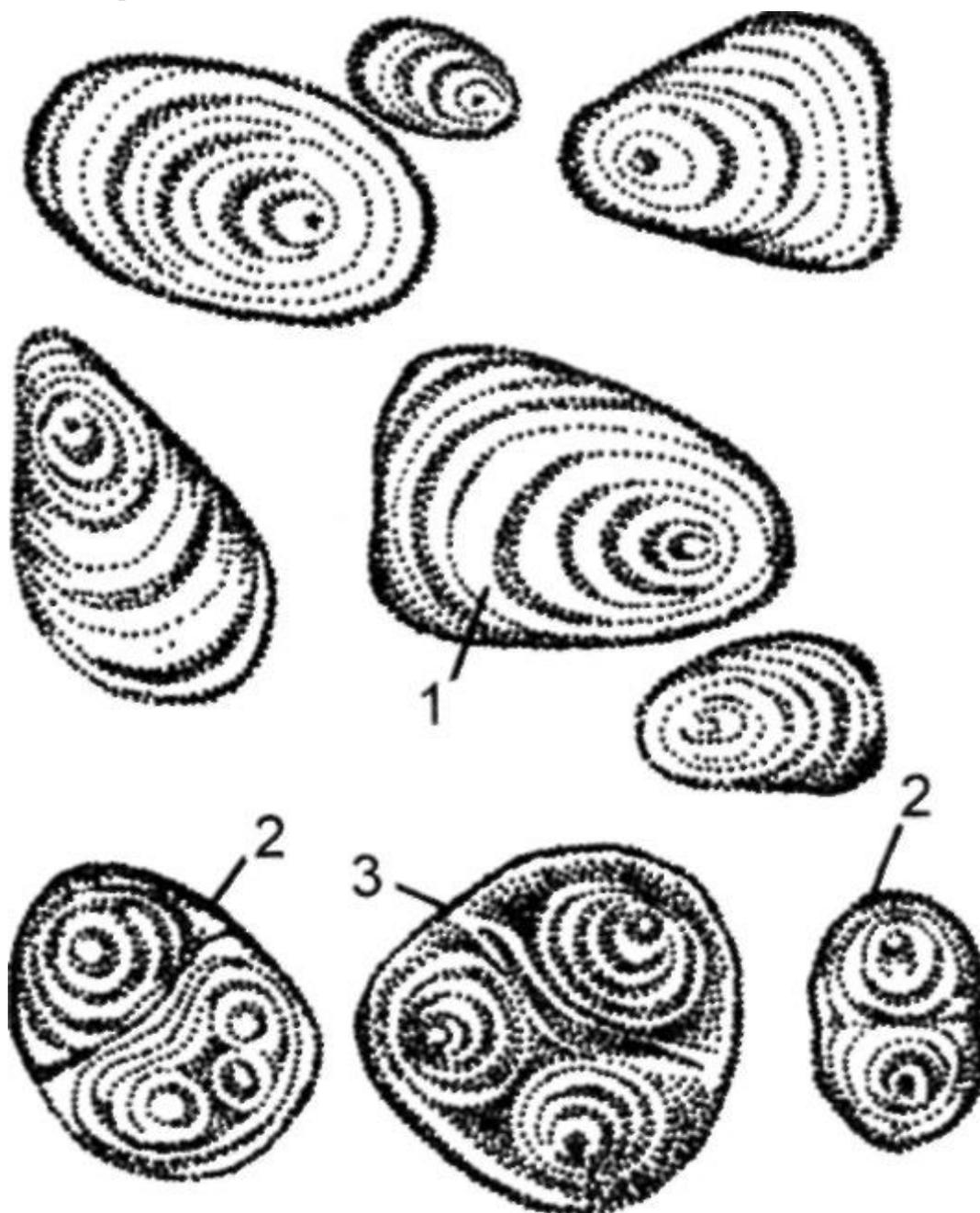


Рис. 2.3. Зерна крахмала картофеля: 1 - простое; 2 - сложное; 3 - полусложное

Работа 2.5. Клетки крови лягушки

Готовый окрашенный препарат крови лягушки рассмотрите при малом и большом увеличении. Основную массу клеток в поле зрения составляют эритроциты - овальные клетки, цитоплазма которых окрашена в розовый цвет. В центре находится синевато-фиолетовое ядро продолговатой формы (рис. 2.4).

В среде эритроцитов иногда встречаются лейкоциты. В отличие от эритроцитов они округлые, их ядра либо разделены на сегменты (нейтрофилы), либо округлые (лимфоциты).

Обратите внимание: в эритроцитах лягушки имеются ядра, а в зрелых эритроцитах человека ядер нет.

Зарисуйте несколько эритроцитов. На рисунке должны быть обозначены: 1) эритроцит; 2) мембрана; 3) ядро; 4) цитоплазма.

Работа 2.6. Клетки крови человека

Готовый окрашенный препарат крови человека рассматривают при малом (x8) и большом (x40) увеличении. Основную массу клеток в поле зрения составляют эритроциты. Их изучение необходимо провести при большом увеличении. Цитоплазма эритроцитов окрашена в светло-розовый цвет. Ядра в них отсутствуют.

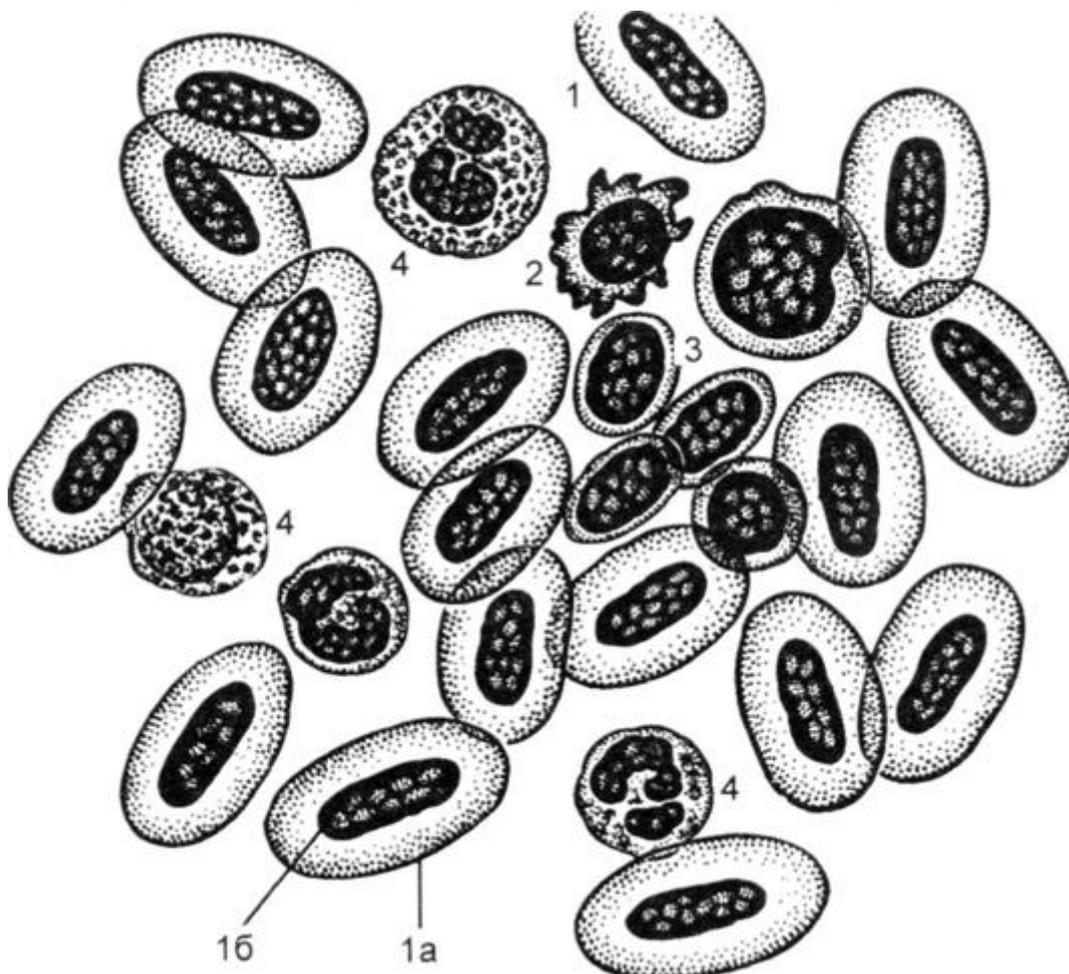


Рис. 2.4. Кровь лягушки: 1 - эритроциты: 1а - мембрана, 1б - ядро; 2 - лимфоцит; 3 - тромбоцит; 4 - лейкоциты

Центральная часть клетки эритроцитов имеет зону просветления, что свидетельствует о двояковогнутом строении этих клеток (рис. 2.5, а, б; см. цв. вклейку). Среди эритроцитов в поле зрения видны лейкоциты, их форма варьирует от округлой до

амебовидной. Лейкоциты имеют ярко-синюю окраску. Эти клетки ядерные. Контуры ядра четко видны и окрашены в темно-синий цвет. В одних лейкоцитах ядра разделены на сегменты (нейтрофилы), в других - имеют округлую форму (лимфоциты).

Зарисуйте несколько эритроцитов и лейкоциты. На рисунке должны быть обозначены: 1) эритроциты; 2) лимфоциты; 3) нейтрофилы.

Работа 2.7. Изучение электронограммы животных клеток

Рассмотрите электронограмму животной клетки, используя рис. 2.6, и найдите:

- 1) карิโอплазму (масса различной плотности, лишенная мембранных структур);
- 2) ядерную мембрану (обратите внимание на двухслойность мембраны, наличие в ней пор и рибосом, расположенных на ее наружном слое);
- 3) эндоплазматическую сеть (упорядоченное, почти параллельное расположение мембран в цитоплазме);
- 4) рибосомы (черные точки, связанные с мембранами эндоплазматической сети);
- 5) митохондрии (овальные тельца, образованные замкнутой двойной мембраной, с отходящими от внутренней мембраны кристами);
- 6) пластинчатый комплекс (аппарат Гольджи) - неупорядоченная сеть канальцев и цистерн разной величины.

Рис. 2.6. Строение участка животной клетки (электронограмма): 1 - ядро; 2 - ядерная мембрана; 3 - эндоплазматическая сеть с рибосомами; 4 - митохондрии; 5 - пластинчатый комплекс; 6 - секреторный пузырек

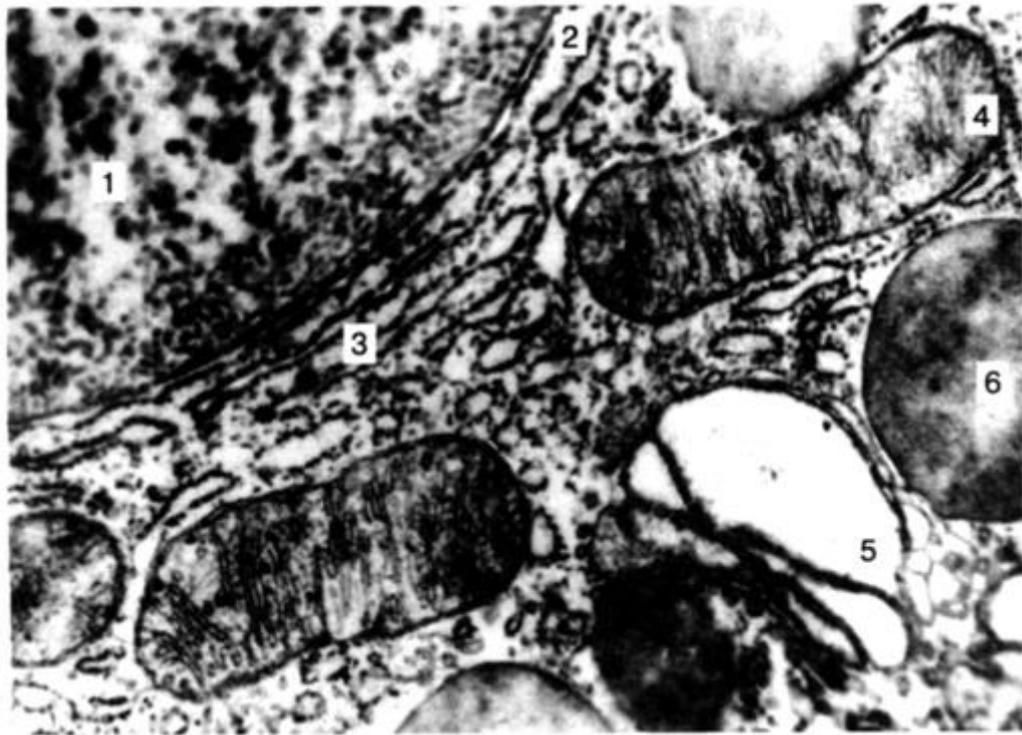
Изучив строение клетки на электронограмме, зарисуйте часть ее, отметив перечисленные выше органеллы клетки.

Контроль итогового уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Органеллы, общие для про- и эукариотических клеток:

- 1) мезосомы;
- 2) лизосомы;



- 3) рибосомы;
 - 4) комплекс Гольджи;
 - 5) митохондрии.
2. Поверхностный аппарат животной эукариотической клетки включает:
- 1) мезосомы;
 - 2) лизосомы;
 - 3) плазматическую мембрану;
 - 4) гликокаликс;
 - 5) микротрубочки.
3. Цитоплазма эукариотической клетки:
- 1) разделена на компартменты;
 - 2) представляет единый объем;
 - 3) имеет цитоскелет;
 - 4) содержит микротрубочки;
 - 5) имеет цитозоль.
4. Укрупнение белковых молекул происходит:
- 1) в лизосомах;
 - 2) на шероховатой ЭПС;
 - 3) в пероксисомах;
 - 4) в комплексе Гольджи;
 - 5) в клеточном центре.
5. Процессы окислительного фосфорилирования в клетке протекают;
- 1) в цитоплазме;

- 2) рибосомах;
- 3) хлоропластах;
- 4) митохондриях;
- 5) клеточном центре.

Качественные отличия живого от неживого

Тема 3. Качественные особенности организации живой материи во времени и пространстве (семинар). Деление клетки (митоз)

Цель занятия. Раскрыть содержание определения жизни как особой, высшей формы существования материи.

Уметь:

- показать, что качественные особенности живой материи заключаются в более сложной организации, упорядоченности во времени и в пространстве по сравнению с неживой;
- охарактеризовать различные виды деления клетки (равномерное бинарное деление прокариотических клеток, амитоз эукариотических клеток, митоз и мейоз);
- охарактеризовать жизненный и митотический циклы клетки;
- охарактеризовать фазы митоза и раскрыть его биологическое значение.

Мотивационная характеристика. Обмен веществ и деление клетки составляют основу жизнедеятельности организма. Нарушение этих процессов приводит к заболеванию или гибели структур живой системы. Знание особенностей обмена веществ и деления клеток позволяет понять механизмы возникновения и особенности течения многих заболеваний и найти оптимальные способы их лечения. Знание этой темы используется при изучении биохимии, гистологии, физиологии и других медицинских дисциплин.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) качественные особенности живых систем (самообновление, саморегуляция и самовоспроизведение); 2) уровни организации живой материи (молекулярно-генетический, субклеточный, клеточный, органно-тканевой, организменный, популяционно-видовой, экосистемный и биосферный); 3) процессы пластического (ассимиляции) и энергетического (диссимиляции) обмена в клетке; 4) понятия автотрофного, гетеротрофного и миксотрофного типов ассимиляции на организменном уровне; 5) понятия аэробного и анаэробного энергетического обмена у организмов; 6) различные виды деления клеток (равномерное бинарное деление, митоз, амитоз и мейоз); 7) жизненный и митотический циклы клетки и их значение; 8) фазы митоза, периоды интерфазы и поведение хромосом в них.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) митоз в клетках корешка лука; 2) митотический цикл клетки.

Оборудование. 1. Таблицы: схема митотического цикла клетки, схема митоза клетки, схема равномерного бинарного дробления прокариотической клетки. 2. Макропрепарат: митоз в клетках корешка лука.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Клетку как «открытую систему» характеризуют:
 - 1) обмен веществ с окружающей средой;
 - 2) компартментализация внутреннего пространства;
 - 3) обмен информацией с окружающей средой;
 - 4) уменьшение энтропии внутри системы за счет обмена энергией с окружающей средой;
 - 5) обмен энергией с окружающей средой.
2. Механизмами энергоснабжения в эукариотической клетке могут быть процессы:
 - 1) дыхания;
 - 2) трансляции;
 - 3) хемосинтеза;
 - 4) транскрипции;
 - 5) брожения.
3. В передаче потока информации в клетке участвуют:
 - 1) ядро;
 - 2) полисомы;
 - 3) м-РНК;
 - 4) т-РНК;
 - 5) ферменты активации аминокислот.
4. Для анафазы митоза характерны:
 - 1) формирование ахроматинового веретена деления;
 - 2) размещение материнских хромосом в области экватора;
 - 3) расхождение дочерних хромосом к полюсам веретена деления;
 - 4) деспирализация ДНК;
 - 5) разрыв хромосом в области центромеры.
5. Возможные процессы G_1 -периода:
 - 1) накопление энергии АТФ;
 - 2) интенсивный рост клетки;
 - 3) восстановление органелл клетки;
 - 4) использование энергии АТФ;
 - 5) активный синтез пептидов и полипептидов.

Работа 3.1. Жизненный и митотический циклы клетки

По рисунку 2.7 изучите жизненный и митотический циклы клетки. Зарисуйте схему.

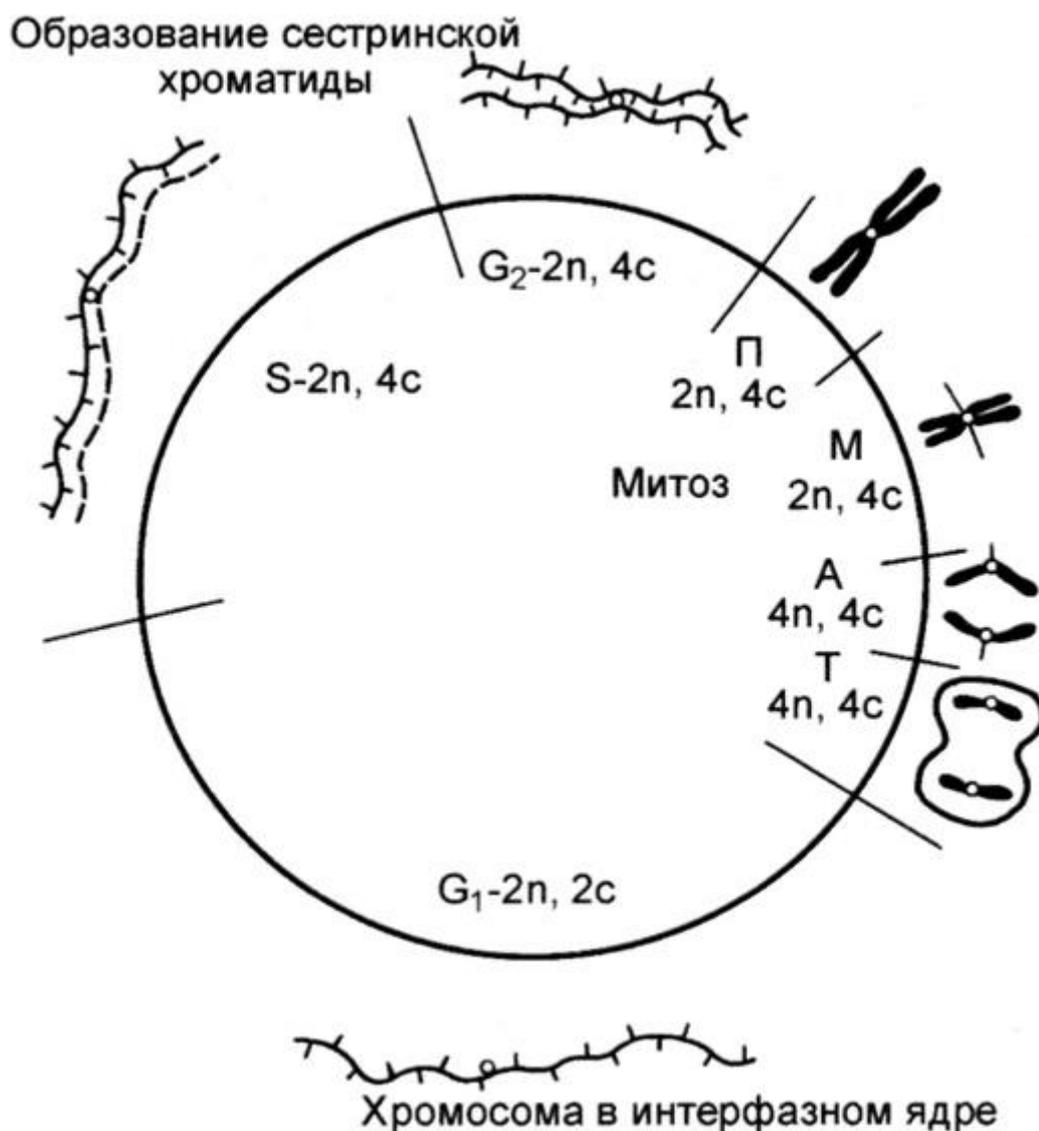


Рис. 2.7. Митотический цикл диплоидной клетки: G_1 - пресинтетический (постмитотический) период интерфазы; S - синтетический период интерфазы; G_2 - постсинтетический (премитотический) период интерфазы; митоз (П - профаза; М - метафаза; А - анафаза; Т - телофаза); n - гаплоидный набор хромосом; $2n$ - диплоидный набор хромосом; c - количество ДНК, соответствующее гаплоидному набору хромосом (вне круга показаны изменения хромосом в различные периоды жизненного цикла клетки)

Работа 3.2. Митоз в клетках корешка лука

На микропрепарате клеток корешка лука при малом увеличении микроскопа найдите в поле зрения зону деления. Этот участок изучите при увеличении $\times 40$. Найдите в клетках стадию интерфазы и различные фазы митотического деления. Крупно нарисуйте контуры клеток и затем расположите в них наблюдаемые структуры.

Интерфаза. Ядро в клетке округлое, с четкими границами. В нем видны 1-2 ядрышка. Хроматин в виде глыбок заполняет кариоплазму (рис. 2.8).

Профаза. Ядро заметно увеличивается, в нем исчезают ядрышки. В кариоплазме образование напоминает клубок из тонких нитевидных структур, которые являются хромосомами. В конце профазы оболочка ядра разрушается и хромосомы выходят в цитоплазму (см. рис. 2.8).

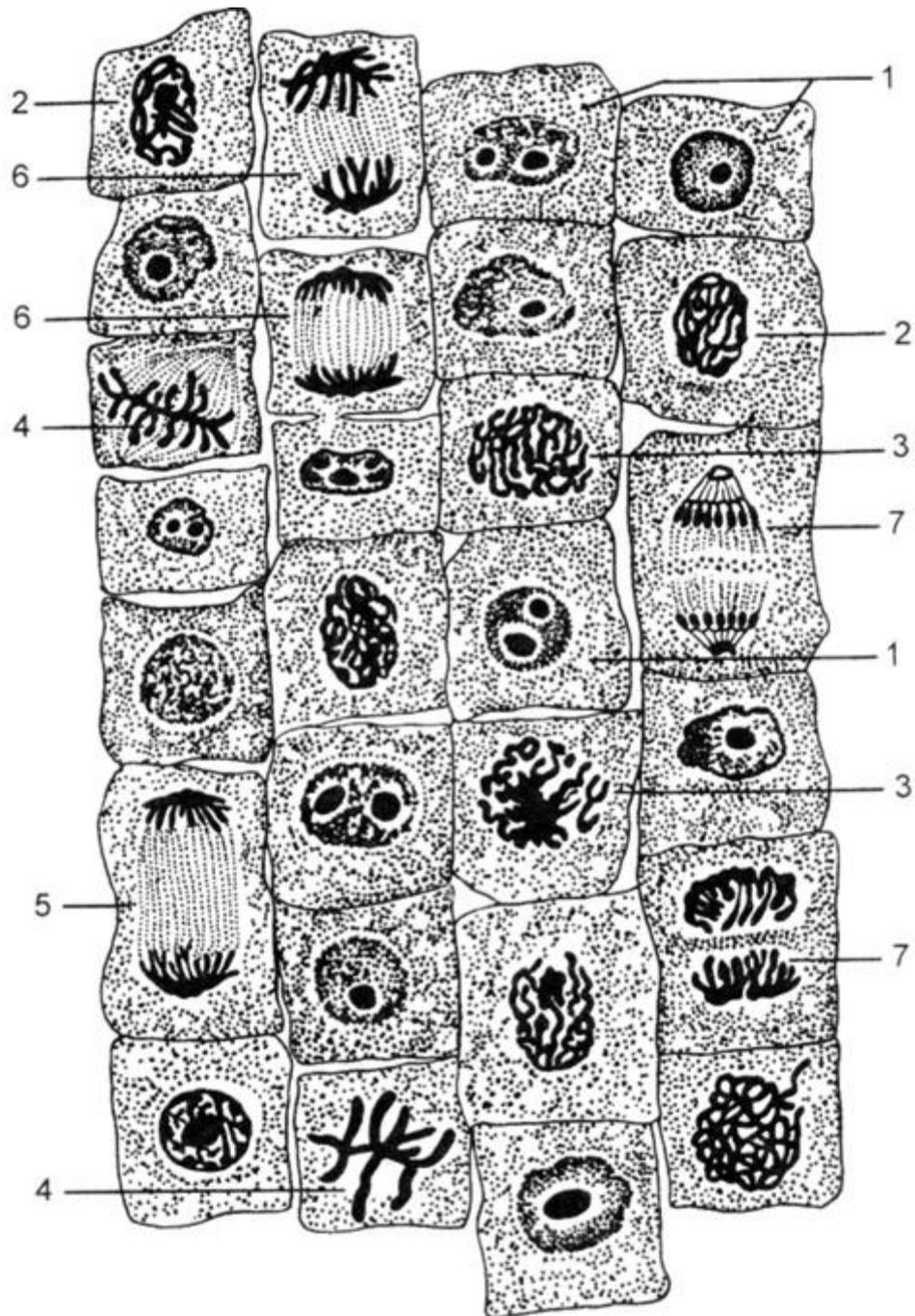


Рис. 2.8. Кариокинез/митоз (корешок лука): 1 - интеркинез; 2 - профазы, плотный клубок; 3 - профазы, рыхлый клубок; 4 - метафаза; 5 - ахроматиновое веретено; 6 - анафаза; 7 - телофаза

Метафаза. Хромосомы приобретают вид сильно изогнутых палочковидных структур. Найдите клетку, где хромосомы лежат в экваториальной плоскости, образуя «звезду». В некоторых клетках видно, что хромосомы состоят из двух хроматид (см. рис. 2.8).

Анафаза. В клетке видны две «звезды», так как сестринские хромосомы (хроматиды) перемещаются к полюсам. Хромосомы имеют вид шпильки: центромеры направлены к полюсам, а плечи расходятся под углом друг к другу (см. рис. 2.8).

Телофаза. У противоположных полюсов клетки видны рыхлые клубки из частично деспирализованных хромосом. В центре клеток начинает формироваться перегородка, которая постепенно делит материнскую клетку на две дочерние (см. рис. 2.8).

Зарисуйте клетки на различных стадиях митоза и в интерфазе. На рисунке должны быть обозначены: 1) интерфаза (ядро, цитоплазма, хроматин); 2) профаза (хромосомы); 3) метафаза (материнская «звезда»); 4) анафаза (дочерние «звезды»); 5) телофаза (формирующиеся ядра дочерних клеток и цитолемма).

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Амигдалин (летрил) в свое время усиленно рекомендовался в качестве противоопухолевого средства. Под действием пищеварительных ферментов амигдалин распадается с выделением цианида. Известны случаи, когда больные, принимавшие слишком большие дозы амигдалина, умирали от отравления цианидом. Цианид инактивирует определенные компоненты цепи переноса электронов. Как объяснить его токсическое действие?

Задание 2. Если обработать хлоропласты каким-нибудь детергентом, способным повысить проницаемость мембран для ионов, то хлоропласты перестают синтезировать АТФ. Объясните причину этого явления.

Задание 3. Можно ли ожидать, что в клетках волосяного фолликула будет больше рибосом, чем в клетках жировой ткани? Почему?

Размножение

Тема 4. Формы размножения организмов и их цитологические основы. Мейоз. Гаметогенез

Цель занятия. Охарактеризовать формы бесполого и полового размножения и особенности строения половых клеток. Уметь:

- охарактеризовать фазы мейоза, знать его биологическое значение и отличие от митоза;
- охарактеризовать формы бесполого и полового размножения, их особенности и значение;
- охарактеризовать особенности строения женских и мужских половых клеток;
- охарактеризовать стадии гаметогенеза, знать отличительные особенности стадий сперматогенеза и овогенеза.

Мотивационная характеристика. Размножение - одно из свойств, характерных для живых организмов. Размножение у человека связано с половым процессом и формированием гамет (гаметогенез), предшествующим этому. Гаметогенез сопровождается митотическим и мейотическим делениями ядра клетки и последующим цитокинезом. В верхних отделах яйцеводов происходит оплодотворение (слияние половых клеток - гамет). Оплодотворение и процесс мейоза обеспечивают генетическую преемственность поколениями и лежат в основе комбинационной изменчивости. Нарушение процессов гаметогенеза и оплодотворения приводит к образованию атипичных зигот, которые могут вызвать ранние недиагностируемые выкидыши или стать причиной различных патологий у новорожденных.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) структурные особенности метафазной хромосомы; 2) классификацию форм размножения организмов; 3) особенности и биологическую сущность бесполого и полового размножения; 4) особенности течения мейоза и характеристику его фаз; 5) биологическое значение мейоза и его отличие от митоза; 6) особенности строения женских и мужских половых клеток и их отличия от соматических клеток; 7) типы

яйцеклеток; 8) признаки яйцеклеток, положенные в основу их классификации; 9) процесс гаметогенеза и характеристику его стадий; 10) отличительные особенности сперматогенеза от овогенеза. Заполнить табл. 2.1.

Таблица 2.1. Митоз и мейоз

Характеристика интерфазы и фаз деления	Митоз	Мейоз	
		первое деление	второе деление
Интерфаза			
Профаза			
Метафаза			
Анафаза			
Телофаза			

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. В мейозе хроматиды становятся дочерними хромосомами:

- 1) в профазе I;
- 2) метафазе I;
- 3) анафазе I;
- 4) телофазе II;
- 5) анафазе II.

2. Ко времени рождения девочки овоциты 1-го порядка находятся на стадии:

- 1) профазы I;
- 2) метафазы I;
- 3) интерфазы;
- 4) телофазы II;
- 5) анафазы II.

3. Генетический материал описан формулой:

- 1) для сперматогоний;
- 2) овоцитов 2-го порядка;
- 3) овоцитов 1-го порядка;
- 4) сперматид;
- 5) овогоний.

4. Формами полового размножения являются:

- 1) множественное деление;
- 2) партеногенез;
- 3) андрогенез;
- 4) почкование;
- 5) бинарное деление.

5. При партеногенезе организм развивается:

- 1) из сперматозоида;
- 2) яйцеклетки;
- 3) зиготы;
- 4) соматической клетки;
- 5) споры.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) строение половых желез самки и самца млекопитающих; 2) особенности строения мужских и женских половых клеток млекопитающих; 3) особенности гаметогенеза женских и мужских половых клеток млекопитающих.

Оборудование. 1. Таблицы: формы бесполого размножения; строение половых желез самца и самки крысы; строение сперматозоидов и яйцеклеток у представителей различных типов и классов животных; схемы сперматогенеза, оогенеза и мейоза. 2. Микропрепараты: семенник, сперматозоиды и яичник крысы.

Работа 4.1. Половые железы самца крысы (семенник). Поперечный срез семенного канальца

Рассмотрите микропрепарат среза семенника сначала при малом увеличении микроскопа МБР-1. Семенник на срезе имеет овально-округлую форму. Внутри его видны поперечные разрезы многочисленных семенных канальцев овальной или округлой формы (рис. 2.9, см. цв. вклейку).

Снаружи семенник покрыт оболочками - влагалищной и белочной. В последней видно большое количество кровеносных сосудов. От белочной оболочки внутрь отходят многочисленные выросты, разделяющие семенник на отдельные отсеки.

Рассмотрите семенной каналец при большом увеличении (рис. 2.10). В середине канальца иногда виден просвет. Стенка его состоит из нескольких рядов клеток, имеющих неодинаковое строение. Найдите среди них четыре зоны, соответствующие последовательным этапам сперматогенеза.

Зона размножения представлена наружным слоем стенки семенного канальца. Слой состоит из относительно мелких клеток с небольшим ядром - сперматогоний. Между этими клетками видны единичные sustentоциты (клетки Сертоли), участвующие в проведении питательных веществ. Они отличаются крупными размерами, пирамидальной формой (основание прилежит к оболочке семенного канальца, а вершина - к просвету канальца), крупным ядром с малым содержанием хроматина.

Зона роста - следующий ряд клеток, расположенный ближе к просвету канальца. Зона роста состоит из наиболее крупных клеток округлой формы с очень крупными, но рыхлыми ядрами (цитоплазма видна лишь в виде узкого ободка, окружающего ядро). Это сперматоциты 1-го порядка.

Зона созревания находится еще ближе к просвету канальца. Составляющие ее клетки (сперматоциты 2-го порядка) меньше сперматоцитов 1-го порядка. Они обладают компактными, интенсивно окрашенными, но небольшими ядрами. В этой же зоне видны сперматиды - мелкие сферические клетки с темноокрашенным ядром в форме вытянутого треугольника и почти неразличимой цитоплазмой (рис. 2.10).

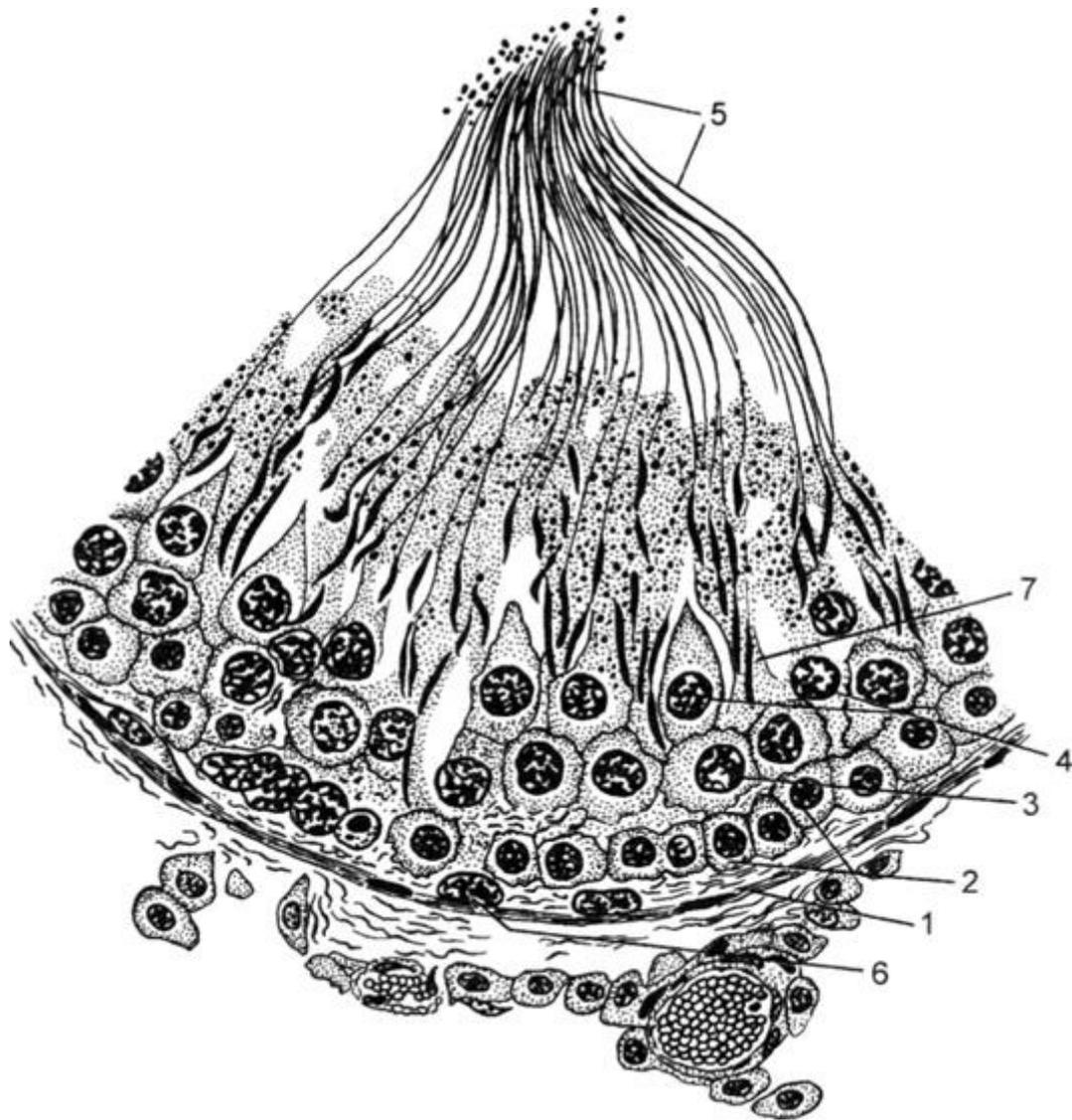


Рис. 2.10. Поперечный срез извитого семенного канальца: 1 - волокнистый слой; 2 - сперматогонии; 3 - сперматоциты 1-го порядка; 4 - сперматоциты 2-го порядка; 5 - сперматозоиды; 6 - фолликулярная клетка (клетка Сертоли); 7 - сперматиды

Зона формирования представлена зрелыми сперматозоидами, образовавшимися из сперматид (рис. 2.11). Сперматозоиды выходят в просвет канальца, причем головки их обращены к просвету, а хвостовой отдел - к периферии канальца.

Зарисуйте (крупно) строение одного сектора семенника, включающего 1-2 семенных канальца. На рисунке должны быть обозначены: 1) семенной каналец; 2) оболочки семенника; 3) оболочка семенного канальца; 4) сперматогонии; 5) сперматоциты 1-го порядка; 6) сперматоциты 2-го порядка; 7) сперматиды; 8) сперматозоиды; 9) просвет семенного канальца.

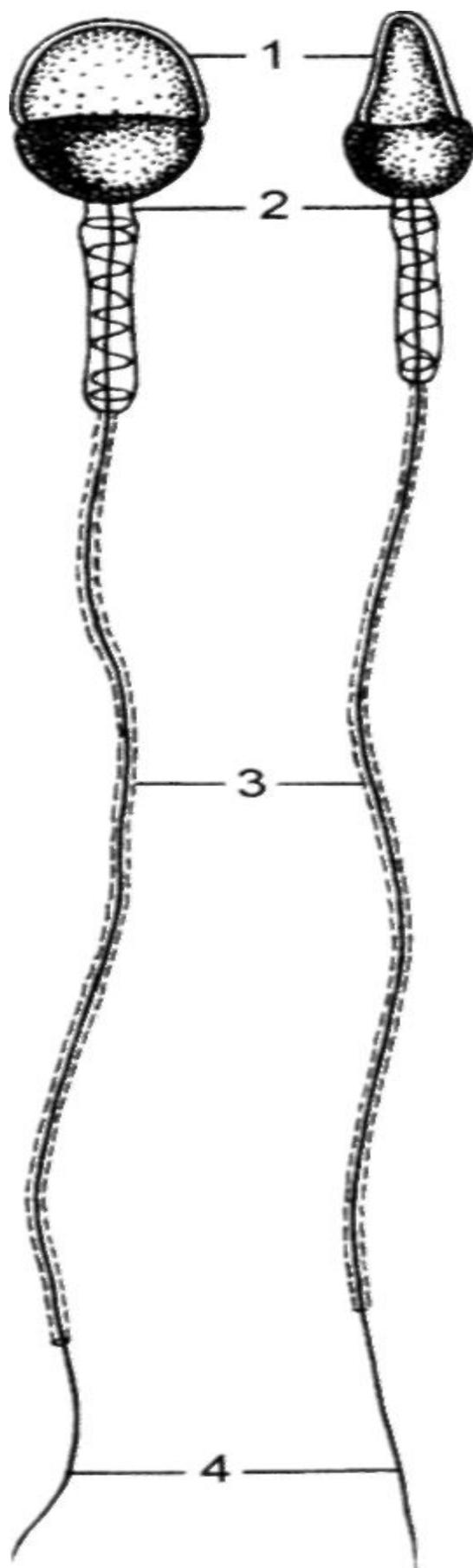


Рис. 2.11. Зрелый сперматозоид: 1 - головка; 2 - шейка; 3 - средний отдел; 4 - хвостовой отдел

Работа 4.2. Сперма морской свинки

На готовых микропрепаратах вначале при малом, а затем при большом увеличении рассмотрите сперматозоид и найдите головку, шейку, средний и хвостовой отделы. Значительную часть головки занимает ядро. Обратите внимание на акросому, которая наблюдается на головке между наружной мембраной и ядром.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) головка сперматозоида; 2) ядро; 3) акросома; 4) шейка сперматозоида; 5) средний отдел сперматозоида; 6) хвостовой отдел сперматозоида. Сравните строение сперматозоида морской свинки со сперматозоидами других животных (см. рис. 2.11).

Работа 4.3. Строение яичника млекопитающего

Строение яичника и последовательные стадии созревания фолликулов изучите на готовом микропрепарате, используя микроскоп МБС-1, и по рис. 2.12 (см. цв. вклейку).

Обратите внимание: основная масса структурных компонентов яичника (фолликулы) сосредоточена по его наружному краю (корковая зона). В центральной части располагаются соединительная ткань и кровеносные сосуды.

Найдите фолликулы различной степени зрелости, каждый из которых состоит из половой клетки (овоцита 1-го или 2-го порядка) и окружающих его клеток фолликулярного эпителия.

Примордиальные фолликулы - самые мелкие и многочисленные, каждый из них состоит из овоцита 1-го порядка в диплотене профазы мейоза I и окружающих его плоских клеток фолликулярного эпителия, расположенных в один слой и окрашенных в темно-синий цвет. Эти фолликулы занимают самое периферическое положение в корковой зоне яичника (см. рис. 2.12).

Первичные фолликулы (растущие) состоят из растущего овоцита, формирующейся прозрачной оболочкой и нескольких слоев фолликулярных клеток, расположенных вокруг овоцита.

Вторичные фолликулы (созревающие) по размерам крупнее первичных и содержат полость фолликула, заполненную фолликулярной жидкостью. Стенка фолликула состоит из нескольких слоев фолликулярных клеток. Овоцит смещен к одному из полюсов фолликула и окружен фолликулярными клетками, образующими яйценосный бугорок (см. рис. 2.12).

Третичный фолликул (зрелый фолликул, или граафов пузырек) достигает максимального размера. Фолликулярные клетки, окружающие овоцит 2-го порядка, образуют лучистый венец.

Яйценосный бугорок выносит овоцит к центру фолликула. Фолликул выпячивает поверхность яичника, и яйценосный бугорок с овоцитом оказываются именно в выступающей его части (см. рис. 2.12). После разрыва стенки яичника происходит овуляция - разрыв пузырька и выход овоцита 2-го порядка в яйцевод, а освободившийся от овоцита фолликул превращается в желтое тело (см. рис. 2.12). Через некоторое время желтое тело превращается в белое тело, которое остается в яичнике навсегда.

Зарисуйте форму яичника (крупно!) с основными структурными элементами. На рисунке должны быть обозначены: 1) яичник; 2) оболочка яичника; 3) корковый слой; 4) соединительнотканная строма; 5) примордиальный фолликул; 6) первичный фолликул; 7) вторичный фолликул; 8) зрелый фолликул (граафов пузырек): а - овоцит 2-го порядка; б - клетки фолликулярного эпителия; в - яйценосный бугорок; г - полость фолликула; 8) желтое тело.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. На поперечном срезе яичника крысы обнаружено одновременно несколько зрелых фолликулов. Как можно объяснить аналогичное явление у человека?

Задание 2. На поперечном срезе яичника крысы видны только желтые тела и нет ни одного созревающего и зрелого фолликула.

Как можно объяснить это явление? Возможно ли такое явление у человека?

Контрольные вопросы к темам 2-4 (биология клетки)

1. Качественные особенности жизни и уровни организации живых систем. Понятие биологической системы.

2. Клеточный уровень организации жизни. Отличительные особенности строения и функционирования про- и эукариотической клетки.

3. Основные компоненты эукариотической клетки, органеллы, включения, их строение и функции. Немембранные, одномембранные и двухмембранные органеллы.

4. Ядро, хроматин, хромосомы, правила хромосом. Диплоидность и гаплоидность клеток.

5. Отличия животной и растительной клеток.

6. Представления о строении и функциях биологических мембран. Активный и пассивный транспорт, межклеточные взаимодействия.

7. Самообновление и саморегуляция живых систем на клеточном уровне. Ассимиляция в клетке. Биосинтез белка. Диссимиляция в клетке, ее этапы.

8. Самовоспроизведение живых систем на клеточном и организменном уровнях. Формы размножения организмов. Способы деления клеток.

9. Митоз и митотический цикл клетки. Компактизация и декомпактизация наследственного материала в митотическом цикле.

10. Фазы митоза. Поведение хромосом и их характеристика. Количество n и c в клетке в разные фазы митоза. Биологическая роль митоза. Апоптоз клетки. Понятие клеточной пролиферации.

11. Мейоз и характеристика его основных фаз в редукционном и эквационном делениях. Синапсис и гомологическая рекомбинация (кроссинговер). Количество n и c в клетке в разные фазы первого и второго деления мейоза. Отличия от митоза. Биологическая роль мейоза.

12. Сперматогенез. Характеристика основных стадий.

13. Диплоидные и гаплоидные клетки (сперматогонии, сперматоциты, сперматиды и сперматозоиды). Строение сперматозоида и его биологические функции.

14. Строение семенника млекопитающего и семенного канальца.

15. Овогенез. Характеристика основных стадий. Клетки овогенеза (оогонии, ооциты, яйцеклетки). Строение яйцеклетки, типы яйцеклеток и их биологическая роль. Отличия овогенеза от сперматогенеза.

16. Строение яичника. Строение фолликулов (примордиальный, первичный, вторичный и зрелый - граафов пузырек). Понятие овуляции. Желтое и белое тело.

Тема 5. Закономерности наследования признаков. Менделирующие признаки человека. Генотип как система взаимодействующих генов

Цель занятия. Уметь составлять генетические схемы наследования при различных формах взаимодействия генов и определять генотип и фенотип потомков по генотипу родителей.

Уметь:

- составлять генетические схемы наследования менделирующих признаков при моно-, ди- и полигибридном скрещивании;
- определять генотип и фенотип потомков по генотипу родителей;
- определять генотип родителей по фенотипу детей;
- составлять генетические схемы наследования признаков при различных формах взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Мотивационная характеристика. Одной из основных задач медицины является прогнозирование степени риска появления наследственной патологии у детей, поэтому врачи должны уметь составлять генетические схемы наследования менделирующих и неменделирующих признаков человека и рассчитывать вероятность проявления их в потомстве. Эти знания используются при изучении медицинской генетики, патологической физиологии и других медицинских дисциплин.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) опыты Менделя по моногибридному скрещиванию и выводы из них; 2) цитологическое обоснование «чистоты гамет»; 3) закон Менделя о свободном комбинировании признаков и его цитологическое обоснование; 4) менделирующие признаки у человека; 5) отклонения в наследовании признаков от закона Менделя: множественный аллелизм, формы взаимодействия аллельных генов (доминирование, кодоминирование, промежуточное наследование, сверхдоминирование, аллельное исключение и межаллельная комплементация), формы взаимодействия неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия); 6) понятие генотипа как системы взаимодействия генов; 7) пенетрантность и экспрессивность генов; 8) основные понятия и термины генетики организменного уровня.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Гемоглобинопатии у человека наследуются:
 - 1) плеiotропно;
 - 2) полигенно;
 - 3) полимерно;
 - 4) как менделирующий признак;
 - 5) по типу множественного аллелизма.
2. Тип взаимодействия генов, когда гетерозиготная особь имеет более выраженный доминантный признак, чем гомозиготная:
 - 1) полное доминирование;
 - 2) неполное доминирование;
 - 3) аллельное исключение;

- 4) сверхдоминирование;
 - 5) кодоминирование.
3. Типы взаимодействия генов, обуславливающие возникновение нового признака:
- 1) полимерный;
 - 2) комплементарный;
 - 3) кодоминантный;
 - 4) эпистатический;
 - 5) сверхдоминантный.
4. Межаллельная комплементация - тип взаимодействия аллелей, при котором:
- 1) в результате взаимодействия двух мутантных аллелей возможно восстановление нормы;
 - 2) в результате взаимодействия нормальных аллелей возникает новый признак;
 - 3) последовательность нуклеотидов в одном гене комплементарна последовательности нуклеотидов в другом гене;
 - 4) аллели одного мутантного гена влияют на аллели другого мутантного гена;
 - 5) взаимодействуют аллели с образованием водородных связей.
5. Бомбейский феномен - это взаимодействие генов по типу:
- 1) рецессивного эпистаза;
 - 2) доминантного эпистаза;
 - 3) полимерии;
 - 4) плейотропного действия генов;
 - 5) комплементарного взаимодействия генов.

Аудиторная работа

Содержание. Решение задач, моделирующих закономерности моно- и дигибридного скрещивания и взаимодействия генов.

Оборудование. Таблицы: моногибридное скрещивание; дигибридное скрещивание; анализирующее скрещивание; взаимодействие аллельных и неаллельных генов.

Работа 5.1. Образование гамет при моно-, ди- и полигибридном скрещивании

Задача 1. Сколько типов гамет образует особь: а) гомозиготная по доминантному гену; б) гомозиготная по рецессивному гену; в) гетерозиготная?

Задача 2. Сколько типов гамет и какие образует особь: а) дигомозиготная (aabb); б) дигетерозиготная (AaBb); (AaBbCC); в) тригетеро-зиготная (DdKkMm); (DdKkMmNN)?

Работа 5.2. Определение генотипа и фенотипа потомков по генотипу родителей. Моногибридное скрещивание

Задача 3. У пшеницы ген карликового роста (А) доминирует над геном нормального роста (а). Определите генотип и фенотип потомства при скрещивании: а) гомозиготной карликовой пшеницы с нормальной; б) двух гетерозиготных карликовых растений пшеницы.

Задача 4. Желтый цвет гороха (А) доминирует над зеленым (а). Определите фенотип и генотип потомства при скрещивании: а) гомозиготного желтого гороха с зеленым; б) двух гетерозиготных желтых растений гороха; в) гетерозиготного желтого гороха с зеленым.

Задача 5. У человека карий цвет глаз (В) доминирует над голубым (b): а) гомозиготный кареглазый мужчина женился на гомозиготной голубоглазой женщине. Какой цвет глаз будут иметь их дети? б) гетерозиготная кареглазая женщина вышла замуж за гетерозиготного кареглазого мужчину. Может ли ребенок от этого брака быть голубоглазым?

Задача 6. У человека ген полидактилии (шестипалости) (Р) является доминантным по отношению к гену (р), детерминирующему нормальное строение кисти: а) от брака гетерозиготного шестипалого мужчины с женщиной с нормальным строением кисти родились два ребенка - пятипалый и шестипалый. Определите генотип детей; б) гомозиготный шестипалый мужчина женился на пятипалой женщине. От этого брака родился один ребенок. Определите его генотип и фенотип.

Задача 7. У человека ген, вызывающий одну из форм наследственной глухонемоты, рецессивен по отношению к гену нормального слуха: а) какова вероятность рождения больных детей от брака гетерозиготных родителей? б) от брака глухонемой женщины с нормальным мужчиной родился глухонемой ребенок. Определите генотип родителей.

Задача 8. Доминантный ген (А) обуславливает развитие у человека нормальных глазных яблок. Ген (а) детерминирует почти полное отсутствие глазных яблок (анофтальмия). Сочетание генов (Аа) в генотипе человека определяет развитие глазных яблок малых размеров - микрофтальмию (неполное доминирование). Какое строение глазных яблок унаследует потомство F₁, если мужчина, страдающий анофтальмией, женился на женщине с нормальным строением глазных яблок?

Задача 9. Одним из наследственных заболеваний обмена веществ является фенилкетонурия, вызванная нарушениями превращения аминокислоты фенилаланина. В результате болезни у детей быстро развивается слабоумие. Мутантный ген рецессивен по отношению к нормальному гену. Определите степень риска появления ребенка с фенилкетонурией: а) если оба родителя гетерозиготны по этому признаку; б) если один родитель болен, а другой - имеет здоровую наследственность; в) относится ли фенилкетонурия к менделирующим признакам?

Задача 10. Альбинизм - наследственная аутосомно-рецессивная патология. Женщина-альбинос вышла замуж за здорового мужчину и родила альбиноса. Какова вероятность (в процентах), что второй ребенок тоже окажется альбиносом?

Работа 5.3. Определение генотипа родителей по фенотипу потомков

Задача 11. У мухи дрозофилы серый цвет тела доминирует над черным. При скрещивании серых и черных мух в потомстве одна половина особей имела серую окраску, другая - черную: а) определите генотипы родительских форм; б) подчиняется ли наследование окраски тела дрозофилы законам Менделя?

Задача 12. Ген комолости (безрогости) у крупного рогатого скота доминирует над геном рогатости: а) какое потомство можно ожидать от скрещивания рогатого быка с гомозиготной комолой коровой? б) комолой корова при отеле принесла двух телят. Один из них оказался безрогим, другой - рогатым. Определите генотип родительских форм.

Задача 13. Синдактилия (сращение пальцев) обусловлена доминантным геном, противодействующим разделению пальцев во время эмбриогенеза. Женщина, имеющая этот дефект, вступала в брак дважды. У обоих мужей пальцы были нормальными. От первого брака родилось двое детей, один из которых имел сросшиеся пальцы, от второго брака родилось трое детей, двое из которых имели сросшиеся пальцы. Что можно сказать о генотипе женщины и ее мужей?

Задача 14. У человека доминантный ген С вызывает аномалию развития скелета - ключично-черепной дизостоз (изменение костей черепа и редукцию ключиц).

Рецессивный ген s отвечает за нормальное строение скелета. Женщина с нормальным строением скелета вышла замуж за мужчину с ключично-черепным дизостозом. Ребенок от этого брака имеет нормальное строение скелета. Можно ли по фенотипу ребенка определить генотип его отца?

Задача 15. У человека ген полидактилии (шестипалость) доминирует над геном, определяющим нормальное строение кисти: а) в семье, где мать имеет нормальное строение кисти, а отец шестипалый, один ребенок имеет шесть пальцев, а другой - пять. Определите генотип родителей; б) в семье, где мать шестипалая, а отец пятипалый, родился ребенок с нормальным строением кисти. Какова вероятность рождения следующего ребенка тоже без аномалий?

Работа 5.4. Множественный аллелизм у животных. Наследование групп крови системы АВ0 у человека

Множественный аллелизм проявляется увеличением числа аллельных генов, контролирующих тот или иной признак на популяционно-видовом уровне. Так, в системе АВ0 группы крови контролируются тремя аллелями (I^0 рецессивная - группа; I^A доминантная - II группа; I^B доминантная - III группа; I^{AB} - IV группа), что меняет распределение генотипов в потомстве по сравнению с менделевским.

Задача 16. Мать гомозиготна, имеет II группу крови, отец гомозиготен, имеет III группу крови. Какие группы крови возможны у их детей?

Задача 17. Ген I^B III группы крови доминирует над геном I^0 . Мужчина, гомозиготный по III группе крови, женился на женщине с I группой крови. Определите генотипы их детей.

Задача 18. У мальчика I группа крови, у его сестры - IV. Определите группы крови и генотип их родителей.

Задача 19. В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного имеют I и II группы крови, родители другого - II и IV группы крови. Анализ показал, что дети имеют I и IV группы крови. Определите, кто чей сын.

Задача 20. У кроликов разные варианты окраски тела (распределение пигментированных темных пятен) контролируются четырьмя аллельными генами: C , c^h , c^{ch} , c . Ген C доминирует над остальными и обуславливает сплошную темную окраску тела, аллель c^h определяет темную окраску лап, хвоста, ушей и носа (гималайская окраска), он рецессивен по отношению к гену C и доминантен по отношению к генам c^h и c . Ген c^h определяет серую шиншилловую окраску, аллель c обуславливает белую окраску тела, т.е. полное отсутствие пигмента (альбинизм): а) кролик со сплошной пигментацией, гетерозиготный по гену альбинизма, скрещен с гималайским кроликом, также гетерозиготным по гену альбинизма. Какой генотип и фенотип будет иметь потомство F_1 от этого скрещивания? б) школьники в живом уголке скрестили кроликов со сплошной темной окраской с гималайскими и получили 81 крольчонка. Из них 41 имел сплошную темную окраску, 19 были гималайскими и 21 альбинос. Определите генотипы родительских форм и потомков.

Пояснения к решению задач по моногибридному скрещиванию

В условиях большинства задач символы генов не указаны. Обозначайте их сами любыми произвольно взятыми латинскими буквами.

Задачи этой темы можно разделить на три группы. К первой группе относятся задачи, в которых требуется определить тип гамет, ко второй - задачи, в условиях которых даны генотипы родителей и требуется определить генотип и фенотип детей, к третьей - задачи, из условий которых известен фенотип детей и нужно определить генотипы родителей.

Решение задач первой группы - определение типов гамет при моно-, ди- и полигибридном скрещивании.

При решении любых задач по генетике необходимой предпосылкой является определение типов продуцируемых особями гамет. Для правильного решения этого вопроса следует твердо помнить закон «чистоты» гамет: из каждой пары аллельных генов только один аллель попадает в гамету. Общее количество типов гамет, продуцируемых особью, равно 2^n , где n - количество пар аллельных генов, в которых аллели неодинаковы. Например, если генотип особи $AaBbCc$, т.е. во всех трех парах аллельных генов аллели неодинаковы, то организм тригетерозиготен. В этом случае количество типов гамет равно: $2^3=8$ (ABC , aBC). Особь, гетерозиготная по одной паре аллельных генов (A и a), продуцирует только два типа гамет: A , a ($2^1=2$). Особь, гетерозиготная по двум парам аллельных генов - $AaBb$, продуцирует четыре типа гамет: AB , Ab , aB , ab ($2^2=4$), и т.д.

Решение задач второй группы - определение фенотипа и генотипа детей по генотипу родителей.

Для примера разберем решение задачи 3 (вариант «а»). В условии даны фенотипы и генотипы родительских форм - карликовая гомозиготная особь и особь нормального роста. Надо определить фенотипы и генотипы потомков первого поколения.

Для решения важно правильно записать условия задачи и схему скрещивания с использованием генетической символики:

Признак Определяющий ген

Карликовый рост A

Нормальный рост a

Затем определяем генотипы и продуцируемые гаметы родительских форм. По условию задачи растение с карликовым ростом гомозиготно. Следовательно, его генотип AA . Вторая родительская форма имеет нормальный рост. Поскольку ген нормального роста рецессивен, растение может быть только гомозиготным и иметь генотип aa (иначе проявится доминантный ген). Эти данные записывают в виде схемы скрещивания. Родительские формы обозначают буквой P , первое поколение - F_1 , второе поколение - F_2 . После этого определяем типы гамет, продуцируемые родительскими формами. Поскольку оба родителя гомозиготны, они производят только один тип гамет. Пшеница карликового роста образует гаметы (яйцеклетки), несущие ген A , пшеница нормального роста - гаметы (спермии), несущие гена. Гаметы записываем на следующей строке под генотипом родителей, на третьей строке - генотип потомков первого поколения F_1 - Aa , так как они получают от одного родителя ген A , а от другого - ген a . Следовательно, все потомки в F_2 гетерозиготны. Ген A доминантен, поэтому все растения имеют карликовый рост.

В варианте «б» задачи 3 по условию скрещиваются два гетерозиготных организма. Надо определить фенотип потомков. Сначала определяем, какие типы гамет продуцируют исходные формы. Они продуцируют два типа гамет: одна половина гамет несет ген A , другая - ген a . Сочетание этих гамет дает три генотипа: $1/4$ особей имеет генотип AA , $2/4$ - генотип Aa , $1/4$ - генотип aa . Особи с генотипами AA и Aa фенотипически одинаковы, имеют карликовый рост, особи с генотипом aa - нормальный рост.

При решении задач этого типа в отношении человека следует иметь в виду, что говорить о точном количественном соотношении генотипов в потомстве нельзя, так как у человека число детей слишком мало для достоверности результатов, поэтому можно говорить только о вероятности количественных соотношений генотипов.

К задачам третьей группы относится задача 11. В ней говорится о соотношении в потомстве мух с серой и черной окраской тела - 50 и 50%, т.е. 1:1. Такое соотношение

характерно для потомства при анализирующем скрещивании, когда скрещивается гетерозиготная особь с генотипом Bb и гомозиготная по рецессивному гену с генотипом bb. Следовательно, одна родительская особь гетерозиготна, имеет генотип Bb, другая - гомозиготна, имеет генотип bb.

Схема скрещивания

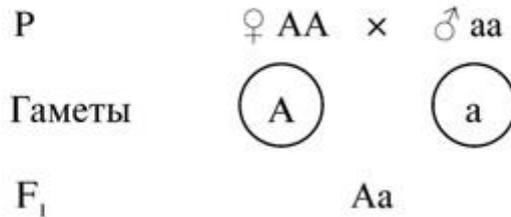
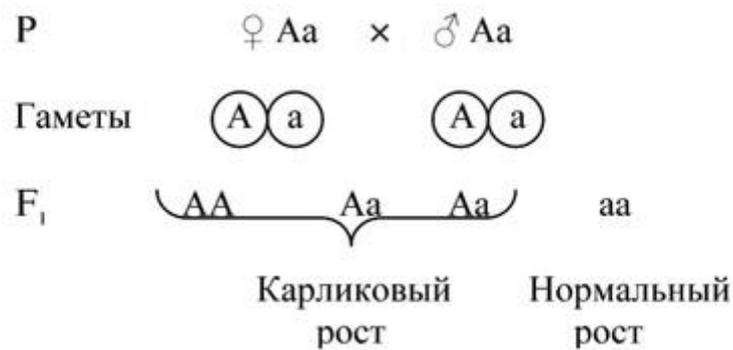


Схема скрещивания



Задачи этого типа можно решать, составив схему скрещивания (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Соотношение генотипов и фенотипов в потомстве при различных вариантах моногибридного скрещивания в условиях полного доминирования

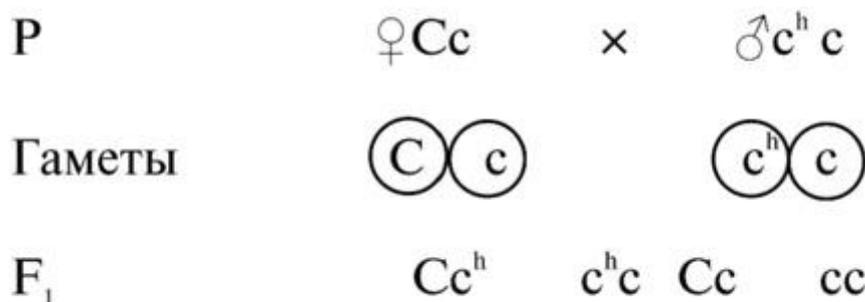
Генотипы скрещиваемых особей	Возможные варианты генотипов потомства	Соотношение фенотипов в потомстве
AAxAA	AA	Все потомки фенотипически одинаковы
AAxAa	1 AA:1 Aa	То же
AAxaa	Aa	» »
Aaxaa	Aa	» »
AaxAa	1 AA:2 Aa:1 aa	1:3
Aaxaa	1 Aa:1 aa	1:1

Пояснения к решению задач по множественному аллелизму

При множественном аллелизме для одного признака в популяции существует не два аллеля, а большее их количество, например три, четыре и т.д. Их обозначают одной буквой. Так, четыре аллеля, отвечающие за окраску кролика, обозначают C, c^h, c^{ch}, c. Однако у каждого организма присутствуют только два аллеля из этой серии (группы). Поскольку при скрещивании два организма могут иметь четыре различных аллеля,

количество их комбинаций (генотипов) в потомстве может быть очень велико. По соотношению генотипов F_1 и F_2 они отличаются от менделевского.

Для примера разберем решение задачи 20 (вариант «а»). По условию кролик со сплошной пигментацией, гетерозиготный по гену альбинизма, скрещен с гималайским кроликом, гетерозиготным также по гену альбинизма. Надо определить генотипы и фенотипы F_1 . начала напишите генотипы исходных форм. Кролик со сплошной окраской имеет гены C (сплошная окраска) и c , генотип - Cc . Гималайский кролик имеет гены c^h и c , генотип - $c^h c$. Затем напишите схему скрещивания и производимые гаметы.



Поскольку вместо двух аллелей в образовании зиготы участвуют три аллеля (C , c^h , c), количество генотипов и фенотипов у потомков отличается от менделевского. Образуются четыре генотипа: особи с генотипом Cc и Cc^h имеют сплошную темную окраску; особь с генотипом $C^h c$ - гималайскую; особь cc - альбинос. Расщепление по генотипу вместо 1:2:1 составляет 1:1:1:1, а по фенотипу вместо 3:1 составляет 2:1:1. Если один признак контролируется четырьмя аллелями, то разнообразие гено- и фенотипов соответственно увеличивается.

Работа 5.5. Ди- и полигибридное скрещивание

Задача 21. У морских свинок вихрастая (розеточная) шерсть (P) доминирует над гладкой (p), а черная окраска тела (B) над белой (b). Гомозиготная розеточная черная свинка скрещена с гладкошерстной белой свинкой: а) какой генотип и фенотип будет у потомства F_1 и F_2 ; б) какая часть розеточных черных особей потомства F_2 будет гомозиготна по обоим признакам?

Задача 22. У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а ген черного цвета тела - над красным. Обе пары генов несцепленные: скрещивается гетерозиготный по обоим признакам черный комолый бык с такой же коровой. Какими окажутся телята?

Задача 23. Полидактилия (шестипалость) и близорукость передаются как доминантные аутосомные признаки. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, если оба родителя имеют оба недостатка, но являются гетерозиготными по обоим признакам?

Задача 24. У человека близорукость (M) доминирует над нормальным зрением (m), а карие глаза (B) - над голубыми (b): единственный ребенок близоруких кареглазых родителей имеет голубые глаза и нормальное зрение. Определите генотипы всех трех членов этой семьи.

Задача 25. У человека присутствие резус-фактора (Rh^+) обусловлено доминантным геном D . Отсутствие резус-белка (Rh^-) обусловлено рецессивным геном d . Ген I^0 (I) группы крови рецессивен по отношению к генам I^A (II) и I^B (III) групп крови: а) женщина Rh^- с I^A (II) группой крови, отец которой имел Rh^- и I^0 (I) группу крови, вышла замуж за мужчину с Rh^- I^0 (I) группой крови. Какова вероятность того, что ребенок унаследует оба признака отца? б) мужчина Rh^- с $I^A I^B$ (IV) группой крови женился на женщине Rh^+ ,

имеющей кровь I^B (III) группы. Отец жены Rh^- с I^0 (I) группой крови. В семье двое детей: один с Rh^- с I^B (III) группой крови, другой - с Rh^+ I^0 (I) группой крови. При судебно-медицинской экспертизе установлено, что один ребенок внебрачный. По какой из двух пар аллелей исключается отцовство? в) женщина Rh^- , гомозиготная по I^A (II) группе крови, вышла замуж за мужчину Rh^+ с I^0 (I) группой крови. Каков возможный генотип детей?

Задача 26. У человека косолапость (P) доминирует над нормальным строением стопы (p), а нормальный обмен углеводов (O) над сахарным диабетом (o). Женщина с нормальным строением стопы и нормальным обменом углеводов вышла замуж за косолапого мужчину. От этого брака родилось двое детей, у одного из которых развилась косолапость, а у другого - сахарный диабет: а) можно ли определить генотип родителей по фенотипу их детей; б) какие еще генотипы и фенотипы детей возможны в данной семье?

Задача 27. Установите генотип людей, имеющих следующие признаки: близорукий мужчина правша с веснушками на лице и низким голосом (бас); все признаки доминантные. Если вы решили, что люди с таким фенотипом могут иметь различные генотипы, то укажите эти генотипы.

Задача 28. Полидактилия, близорукость и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные аутосомные признаки. Гены всех трех признаков находятся в разных парах хромосом:

а) какова вероятность рождения детей без аномалий, если оба родителя страдают всеми тремя недостатками, но гетерозиготны по всем трем парам генов? б) определите вероятность рождения детей без аномалий в семье, о которой известно, что бабушка по линии жены была шестипалой, а дедушка - близоруким. В отношении других признаков они нормальны. Дочь же унаследовала от своих родителей обе аномалии. Бабушка по линии мужа не имела малых коренных зубов, имела нормальное зрение и пятипалую кисть. Дедушка был нормален в отношении всех трех признаков. Сын унаследовал аномалию матери.

Задача 29. Ген I^0 - I группа, I^A - II группа, I^B - III группа, $I^A I^B$ - IV группа крови. Родители имеют II и III группы крови. У них родился ребенок с I группой крови и большой серповидноклеточной анемией (наследование аутосомное с неполным доминированием, не сцепленное с группами крови). Определите вероятность рождения больных детей с IV группой крови.

Задача 30. Ген I^0 - I группа, I^A - II группа, I^B - III группа, $I^A I^B$ - IV группа крови. В одной семье у кареглазых родителей четверо детей. Двое голубоглазых имеют I и IV, двое кареглазых - II и III группы крови. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с I группой крови. Карий цвет глаз доминирует над голубым и обусловлен аутосомным геном.

Задача 31. Ген I^0 - I группа, I^A - II группа, I^B - III группа, $I^A I^B$ - IV группа крови. Rh^+ доминирует над Rh^- . Дигетерозиготная по III группе крови и Rh^+ женщина вступила в брак с таким же мужчиной: а) какое расщепление по фенотипу можно ожидать у детей?

б) по какому закону Менделя в этом случае произойдет наследование признаков?

Задача 32. Фенилкетонурия и одна из редких форм агаммаглобулинемии швейцарского типа (обычно ведет к смерти до шестимесячного возраста) наследуются как аутосомно-рецессивные признаки. Успехи современной медицины позволяют избежать тяжелых последствий нарушения обмена фенилаланина: а) какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам патологических генов; б) определите вероятность рождения больных фенилкетонурией и вероятность спасения новорожденных в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам признаков.

Задача 33. Серповидноклеточная анемия и талассемия наследуются как два признака с неполным доминированием; гены не сцеплены между собой и находятся в аутосомах. У гетерозигот по серповидноклеточной анемии, так же как и у гетерозигот по талассемии, заболевание не имеет выраженной клинической картины. Во всех случаях носители гена талассемии или серповидноклеточной анемии устойчивы к малярии. У двойных гетерозигот (дигибриды по обоим парам анализируемых признаков) развивается микродрепаноцитарная анемия (Эфроимсон В.П., 1968). Гомозиготы по серповидноклеточной анемии и талассемии в подавляющем большинстве случаев умирают в детстве. Какова вероятность рождения детей с тяжелой формой анемии, детей, устойчивых к малярии, и детей, которые умрут в раннем детстве, при браке дигетерозиготных родителей?

Задача 34. Некоторые формы катаракты и глухонмоты у человека передаются как аутосомно-рецессивные, не сцепленные между собой признаки. Отсутствие резцов и клыков верхней челюсти также может передаваться как рецессивный признак, не сцепленный с катарактой и глухонмотой: а) какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями, если оба родителя гетерозиготны по всем трем парам генов? б) какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями, если один из родителей страдает катарактой и глухонмотой, но гетерозиготен по третьему признаку, а второй - гетерозиготен по катаракте и глухонмоте, но страдает отсутствием резцов и клыков в верхней челюсти?

Задача 35. У человека имеется два вида слепоты, и каждая определяется своим рецессивным аутосомным геном. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом: а) какова вероятность, что ребенок родится слепым, если отец и мать страдают одним и тем же видом наследственной слепоты, а по другой паре генов слепоты нормальны? б) какова вероятность рождения ребенка слепым, если отец и мать страдают разными видами наследственной слепоты, но по обоим парам генов они гомозиготны? в) определите вероятность рождения ребенка слепым, если родители его зрячие, а обе бабушки страдают одинаковым видом наследственной слепоты, но по другой паре анализируемых генов они нормальны и гомозиготны; в родословной со стороны дедушек наследственной слепоты не отмечено.

Пояснения к решению задач по дигибридному скрещиванию

Для примера разберем решение задачи 21. Ген розеточной (вихрастой) шерсти (Р) доминирует над геном гладкой шерсти (р), а черная окраска тела (В) - над белой (b).

По условию гомозиготная розеточная черная свинка скрещена с гладкошерстной белой. Надо определить генотип, фенотипы F_1 и F_2 .

Признак Ген

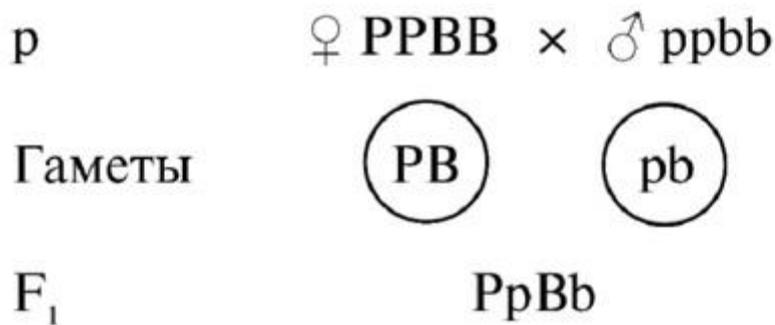
Вихрастая шерсть (розеточная) Р

Гладкая шерсть р

Черная шерсть В

Белая шерсть b

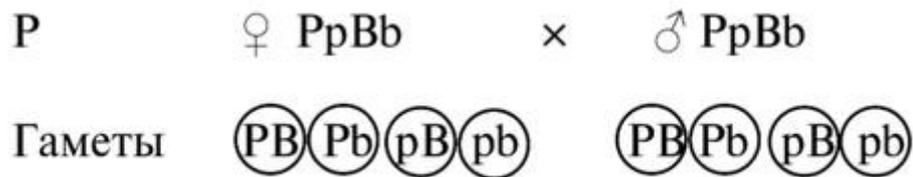
Затем определяем генотип родителей и их гаметы. Генотип свинки с вихрастой (розеточной) черной шерстью - РРВВ, с гладкошерстной белой - ррbb. Оба родителя гомозиготны, поэтому они производят только один тип гамет - РВ и рb. Для определения гено- и фенотипа в F_1 напомним схему скрещивания:



Согласно схеме скрещивания все потомки имеют генотип PpBb и единообразный фенотип (вихрастая черная шерсть). Родителями F₂ (вариант «б») будут потомки F₁ - гетерозиготы по обоим признакам PpBb. Определяем типы гамет. Гены разных аллельных пар свободно комбинируются, поэтому каждый родитель будет производить четыре типа гамет: P^b, PB, pB, pb.

Для определения генотипов потомков следует использовать решетку Пеннета.

Схема скрещивания



♀ \ ♂	PB	P ^b	pB	pb
PB	PPBB	PPB ^b	PpBB	PpB ^b
P ^b	PPB ^b	PPbb	PpB ^b	Ppbb
pB	PpBB	PpB ^b	ppBB	ppB ^b
pb	PpB ^b	Ppbb	ppB ^b	ppbb

Затем подсчитываем количество особей с разными фенотипами: 9/16 - вихрастые черные; 3/16 - вихрастые белые; 3/16 - гладкие черные; 1/16 - гладкие белые, т.е. имеет место расщепление в соотношении 9:3:3:1. По каждому признаку в отдельности:

черных 12; белых 3
 вихрастых 12; гладких 3 } 3:1

Разберем решение предложенного ранее задания 24 (см. с. 50). По условию задачи ген близорукости доминирует над геном нормального зрения, а карий цвет глаз - над голубоглазостью. Единственный ребенок близоруких кареглазых родителей имеет голубые глаза и нормальное зрение. Надо определить генотипы всех членов семьи.

- Признак Ген
- Близорукость M
- Нормальное зрение m
- Карий цвет глаз B
- Голубой цвет глаз b

Ребенок голубоглазый, поэтому по цвету глаз он гомозиготен, иначе проявился бы доминантный ген карего цвета глаз. В отличие от родителей ребенок имеет нормальное зрение, значит, по этому признаку он тоже гомозиготен, так как при гетерозиготности проявилась бы близорукость. Следовательно, генотип ребенка $mmbb$. Для каждого признака он получил от каждого из родителей по одному рецессивному гену. Следовательно, оба родителя гетерозиготны по обоим признакам, их генотип $MmBb$.

Работа 5.6. Взаимодействие неаллельных генов

Полигенными называются такие признаки, которые формируются в результате совместного действия неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия).

Комплементарное взаимодействие генов заключается в том, что для развития признака необходимо наличие в генотипе доминантных аллелей двух определенных генов. В присутствии одного из них данный признак не воспроизводится.

Эпистаз - подавление действия генов одного аллеля генами другого. Различают эпистаз доминантный и рецессивный. В первом случае геном-«подавителем» является доминантный ген, во втором - рецессивный (при эпистатическом взаимодействии генов анализ проводят по схеме дигибридного скрещивания).

Полимерия - тип наследования, при котором развитие признака обуславливается действием нескольких пар неаллельных генов; чем больше среди них доминантных, тем интенсивнее признак.

Задача 36. У большинства пород кур (плимутрок, виандот) ген C детерминирует окрашенное оперение, а его аллель c - белое. У породы леггорн имеется эпистатический ген I , подавляющий развитие пигмента даже при наличии гена C . Его аллель - ген i - позволяет гену C проявить свое действие. Куры леггорн с генотипом ПСС имеют белое оперение в связи с эпистазом гена I над геном C ; куры виандот с генотипом $iiCC$ имеют белое оперение в результате отсутствия доминантного аллеля пигментации C : а) куры белый леггорн, имеющие генотип ПСС, скрещены с курами белый виандот ($iiCC$). Определите расщепление в F_1 и F_2 по окраске оперения; б) скрещены куры дигетерозиготный белый леггорн и пигментированный виандот. Одна половина цыплят имеет белое, а другая - окрашенное оперение. Определите генотип кур виандот; в) скрещены куры дигетерозиготный белый леггорн и пигментированный виандот. У цыплят обнаружено расщепление в соотношении 5 белых к 3 пигментированным. Определите генотип кур виандот; г) скрещены две белые особи - дигетерозиготный леггорн и виандот. Определите расщепление по фенотипу в F_1 .

Задача 37. У попугайчиков-неразлучников цвет перьев зависит от двух пар несцепленных неаллельных генов. Сочетание двух доминантных генов (хотя бы по одному из каждого аллеля) обуславливает зеленый цвет, сочетание доминантного гена из одной пары и рецессивных генов из другой - желтый или голубой цвет; рецессивные особи по обоим парам имеют белый цвет: а) при скрещивании зеленых попугайчиков-неразлучников получено потомство из 55 зеленых, 18 желтых, 17 голубых и 6 белых птенцов. Определите генотипы родителей и потомства; б) зоопарк прислал заказ на белых попугайчиков. Однако скрещиванием имеющихся на ферме зеленых и голубых особей не удалось получить белых попугайчиков. Определите генотипы имеющейся на ферме птицы.

Задача 38. Ген I^0 - I группа, I^A - II группа, I^B - III группа, $I^A I^B$ - IV группа крови. Так называемый бомбейский феномен состоит в том, что в семье, где отец имел I группу крови, а мать - III группу, родилась девочка с I группой крови. Она вышла замуж за мужчину со II группой крови, и у них родились две девочки: первая - с IV, вторая - с I группой крови. Появление в третьем поколении девочки с IV группой крови от матери с I группой вызвало недоумение. Однако в литературе описано еще несколько подобных

случаев. По сообщению В. Маккьюсика (1967), некоторые генетики склонны объяснять это явление редким рецессивным эпистатическим геном, способным подавлять действие генов, определяющих группу крови А и В. Принимая эту гипотезу: а) установите вероятные генотипы всех трех поколений, описанных в бомбейском феномене; б) определите вероятность рождения детей с I группой крови в семье первой дочери из третьего поколения, если она выйдет замуж за такого же по генотипу мужчину, как она сама; в) определите, какие могут быть группы крови у детей в семье второй дочери из третьего поколения, если она выйдет замуж за мужчину с IV группой крови, но гетерозиготного по редкому эпистатическому гену.

Задача 39. В эритроцитах людей, гомозиготных по рецессивному гену h , А- и В-антигены (система групп крови АВО) не формируются даже в тех случаях, когда в их генотипах имеются соответствующие гены, и у человека фенотипически проявляется I группа крови. Для проявления действия генов I^A и I^B необходимо, чтобы в генотипе человека имелся доминантный ген H : а) укажите тип взаимодействия неаллельных генов; б) укажите фенотипы людей (группы крови), имеющих следующие генотипы: $I^A I^A h h$, $I^B I^B h h$, $I^O I^O h h$, $I^A I^B H h$.

Задача 40. У мышей рецессивный ген определяет альбинизм. Его аллель C вызывает пигментацию шерсти. Гены A и a обуславливают распределение пигмента вдоль волоса. При рецессивном гене a каждый волос от корня до кончика имеет однородную черную пигментацию. При доминантном гене A (агути) каждый волос черный, но недалеко от кончика имеется кольцо желтого пигмента (серая окраска диких мышей): а) какой фенотип имеют мыши $ССАА$; $ССаа$; $ссАА$; $ссаа$? б) скрещены две мыши серого цвета, дигибридные по генам пигментации (C) и агути (A). Какое расщепление ожидается в F_1 ? в) дигетерозиготная серая мышь скрещена с белой, рецессивной по генам c и a . Определите расщепление по фенотипу в F_1 .

Задача 41. Рост человека контролируется несколькими парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться лишь тремя парами генов, то можно допустить, что в какой-то популяции самые низкорослые люди имеют все рецессивные гены и рост 150 см, самые высокие - все доминантные гены и рост 180 см: а) определите рост людей, гетерозиготных по всем трем парам генов роста; б) низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них было четверо детей, которые имели рост 165, 160, 155 и 150 см. Определите генотипы родителей и их рост.

Задача 42. Человек с генотипом $A_1 A_1 A_2 A_2$ низкого роста, с генотипом $a_1 a_1 a_2 a_2$ - высокого. Напишите варианты генотипов у людей среднего роста.

Задача 43. Масть (окраска шерсти) лошадей может быть серая, вороная (черная) и рыжая. Доминантный ген A контролирует серую масть, доминантный ген B - вороную, особи с двойным рецессивом - рыжие. При наличии в генотипе организма неаллельных доминантных генов масть лошадей серая. Напишите возможные генотипы серой, вороной и рыжей лошадей.

Задача 44. В развитии органа слуха участвуют комплементарные гены A и B . Глухонемые супруги по фамилии Смит имели четырех глухонемых детей, а глухонемые супруги Вессон - пятерых. После смерти жены Смит женился на вдове Вессон. От этого брака родилось шесть детей с нормальным слухом: а) напишите генотипы супругов Смит, супругов Вессон и их детей от первого и второго брака; б) сын от второго брака, Смит-Вессон, женился на девушке с таким же генотипом, как у него. Укажите вероятность (ее можно выразить простой дробью) рождения глухонемых детей в этой семье.

Задача 45. Секреция грудного молока у женщины зависит от полимерных генов. У Анны с генотипом $L_1 I_1 L_2 I_2$ количество молока соответствует потребностям ребенка. У

Тани молока так много, что она кормит и своего ребенка, и ребенка Мани, у которой молока нет. Напишите генотипы Тани и Мани.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задача 1. Синтез интерферона зависит от двух доминантных генов, один из которых находится в хромосоме 2, другой - в хромосоме 5: а) назовите форму взаимодействия этих генов; б) определите вероятность рождения ребенка, не способного синтезировать интерферон от дигетерозиготных родителей.

Задача 2. Аня и Ася - идентичные сестры-близнецы, а Ваня и Вася - идентичные братья-близнецы (дети других родителей).

Ваня женился на Ане, а Вася - на Асе. В обеих семьях родились сыновья. Будут ли эти мальчики похожи друг на друга как однояйцевые близнецы? Почему?

Основы цитогенетики

Тема 6. Полное и неполное сцепление генов. Наследование признаков, сцепленных с полом

Цель занятия. Уметь составлять генетические схемы наследования и рассчитывать вероятность появления признаков при полном и неполном сцеплении генов.

Уметь:

- рассчитывать вероятность проявления признаков в потомстве при полном и неполном сцеплении генов;
- составлять генетическую схему наследования пола у человека и животных;
- дифференцировать X-сцепленное и голландрическое наследование;
- рассчитывать вероятность проявления признаков в потомстве при сцепленном с полом наследовании;
- составлять генетическую карту хромосом дрозофилы;
- пользоваться методом картирования кариотипа человека.

Мотивационная характеристика. Умение составлять генетические схемы наследования и рассчитывать вероятность проявления признаков при полном и неполном сцеплении генов, а также при сцепленном с полом наследовании. Это необходимо для прогнозирования развития нормальных и патологических признаков в ряду поколений. Особенно важны эти знания для изучения медицинской генетики, гинекологии, педиатрии и других медицинских дисциплин.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) закон Т. Моргана и его цитологическое обоснование; 2) расчет расстояния между генами в хромосомах у дрозофилы и человека; 3) методики составления генетических карт хромосом для дрозофилы и человека; 4) наследование пола у дрозофилы, человека, птиц и насекомых; 5) сцепленное с полом наследование: понятия гемизиготных и голландрических признаков; 6) зависимые от пола и ограниченные полом признаки.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Какие признаки у мужчин относятся к гемизиготным:

- 1) гипертрихоз края ушной раковины;
- 2) альбинизм;
- 3) полидактилия;
- 4) гемофилия;
- 5) дальтонизм.

2. Что называется «группой сцепления»:

- 1) совокупность генов, отвечающих за развитие одного признака;
- 2) совокупность генов, локализованных в одной хромосоме;
- 3) совокупность генов данного организма, имеющих фенотипическое проявление;
- 4) гены, локализованные в одинаковых локусах;
- 5) система взаимодействующих генов.

3. Когда определяется пол человека:

- 1) во время мейоза;
- 2) во время гаметогенеза;
- 3) во время оплодотворения;
- 4) во время эмбрионального развития;
- 5) все перечисленное верно.

4. Что такое морганида:

- 1) расстояние между генами, равное 1 A° ;
- 2) расстояние между генами, равное 1 нм ;
- 3) расстояние между генами, равное 10% кроссоверных особей в потомстве;
- 4) расстояние между генами, равное $0,1\%$ кроссоверных особей в потомстве;
- 5) расстояние между генами, равное 1% кроссоверных особей в потомстве.

5. Укажите тип наследования, при котором в браке здоровой женщины и больного мужчины все дети здоровы, но дочери - носительницы заболевания:

- 1) аутосомно-доминантный;
- 2) аутосомно-рецессивный;
- 3) доминантный, сцепленный с X-хромосомой;
- 4) рецессивный, сцепленный с X-хромосомой;
- 5) сцепленный с Y-хромосомой.

Аудиторная работа

Содержание. Решение задач по сцеплению генов.

Оборудование. Таблицы.

Работа 6.1. Полное и неполное сцепление генов

Задача 46. Определите, какие типы гамет могут образоваться у дигетерозиготного организма (aB//Ab), если: а) кроссинговер произошел вне фрагмента A-B; б) кроссинговер произошел в участке хромосом между локусами генов A и B; в) между гомологичными хромосомами не произошло кроссинговера.

Задача 47. Определите вероятность образования гамет различного типа у дрозофил: а) генотип организма $AaBb$; неаллельные гены локализованы в негомологичных хромосомах; б) генотип организма (самка) $Ab//aB$, частота кроссинговера 10, 20%.

Задача 48. Определите относительную частоту генотипов и фенотипов у потомков F_1 при скрещивании дрозофил (частота кроссинговера 8%): а) самка и самец имеют генотипы $aB//Ab$; б) самка и самец имеют генотипы $ab//AB$.

Задача 49. Ген B у дрозофилы обуславливает серый цвет тела, а ген V - развитие длинных крыльев. Рецессивные аллели этих генов (b и v) обуславливают черный цвет тела и короткие крылья. Эти гены локализованы в одной паре аутосом на расстоянии 17 морганид. В лаборатории были скрещены дрозофилы, у которых в одной хромосоме находились оба доминантных гена - B и V , а во второй - гены bv . Определите вероятность (в процентах) появления потомков, фенотипически отличающихся от родителей, учитывая, что у самца дрозофилы нет кроссинговера.

Задача 50. Во второй паре хромосом дрозофилы на расстоянии 5 морганид находятся гены, влияющие на цвет глаз и тела. Доминантные гены R и B обуславливают соответственно красный цвет глаз и серую окраску тела, а рецессивные гены r и b - пурпурные глаза и черное тело. Самцы, получившие от матери гены R и b , а от отца гены r и B , скрещены с черными самками, имеющими пурпурные глаза. Укажите фенотипы потомков и соотношение между ними (в процентах).

Задача 51. Гены, контролирующие у человека серповидноклеточную анемию и р-талассемию, - рецессивные, близко сцеплены в хромосоме C . Муж и жена дигетерозиготны и наследовали оба мутантных аллеля от разных родителей. Определите относительную вероятность развития этих наследственных заболеваний для их будущих детей.

Задача 52. Гены, контролирующие у человека лейкодистрофию, метгемоглобинемию и одну из форм глазного альбинизма, локализованы в хромосоме 22. Лейкодистрофия и глазной альбинизм - рецессивные признаки, метгемоглобинемию - доминантный. Определите относительную вероятность развития наследственных болезней у будущих детей следующих супружеских пар: а) муж и жена здоровы; муж наследовал от отца гены лейкодистрофии и глазного альбинизма, жена эти же гены получила от двух родителей; б) муж наследовал от отца ген метгемоглобинемию, а от матери - ген глазного альбинизма; жена здорова и гетерозиготна по генам альбинизма и лейкодистрофии.

Задача 53. Гены, контролирующие группы крови в системе ABO , синдром дефекта ногтей и коленной чашечки, локализованы в хромосоме 9. Ген I^0 - I группа, I^A - II группа, I^B - III группа, $I^A I^B$ - IV группа крови. Частота кроссинговера между локусами этих генов у женщин - 14%, у мужчин - 8%. Патологический синдром контролируется доминантным геном. Определите вероятность рождения детей с различными фенотипами, если: а) у жены II группа крови (гетерозиготна) и наследственное заболевание, причем оба этих признака она унаследовала от одного родителя; муж здоров и имеет I группу крови; б) муж дигетерозиготен и имеет II группу крови; от каждого из родителей он унаследовал доминантный и рецессивный ген; жена здорова и у нее I группа крови.

Задача 54. Катаракта и полидактилия у человека обусловлены доминантными аутосомными тесно сцепленными (т.е. не обнаруживающими кроссинговера) генами. Однако сцепленными могут быть не только гены указанных аномалий, но и ген катаракты с геном нормального строения кисти и наоборот: а) женщина унаследовала катаракту от матери, а полидактилию от отца. Ее муж нормален в отношении обоих признаков. Развития каких болезней скорее можно ожидать у их детей: одновременного появления катаракты и полидактилии, отсутствия обоих этих признаков или наличия только одной

аномалии - катаракты или полидактилии; б) какое потомство можно ожидать в семье, если муж нормален, а жена гетерозиготна по обоим признакам, причем мать жены также страдала обеими аномалиями, а отец ее был нормален; в) какое потомство можно ожидать в семье, если родители гетерозиготны по обоим признакам, причем матери обоих супругов страдали только катарактой, а отцы - только полидактилией?

Задача 55. Гены, влияющие на наличие резус-фактора и форму эритроцитов, находятся в одной аутосоме на расстоянии 3 морганид. Женщина получила от отца доминантный ген Rh, обуславливающий резус-положительность, и доминантный ген E, обуславливающий эллиптическую форму эритроцитов, а от матери - рецессивные гены резус-отрицательности rh и нормальной формы эритроцитов (e). Ее супруг резус-отрицателен и имеет нормальную форму эритроцитов. Определите вероятность рождения ребенка, фенотипически сходного по этим признакам: а) с матерью; б) с отцом.

Задача 56. Мужчина получил от отца доминантный ген резусположительности Rh и рецессивный ген, обуславливающий нормальную форму эритроцитов (e), а от матери - рецессивный ген резус-отрицательности rh и доминантный ген E, обуславливающий образование эллиптических эритроцитов. Его супруга - резус-отрицательна, с нормальными эритроцитами. Какова вероятность (в процентах), что ребенок будет по данным признакам похож на отца? Данные о локализации этих генов приведены в условии задачи 55.

Задача 57. Ген I^0 - I группа, I^A - II группа, I^B - III группа, $I^A I^B$ - IV группа крови. У человека доминантный ген D, обуславливающий дефект ногтей, и ген, определяющий группу крови, находятся в одной аутосоме на расстоянии 10 морганид. Женщина с дефектом ногтей, отец которой был гомозиготен по группе крови II и имел нормальные ногти, а мать имеет I группу крови и дефект ногтей, вышла замуж за мужчину с нормальными ногтями и группой крови I. Какова вероятность (в процентах), что ребенок будет похож на отца по обоим признакам?

Пояснения к решению задач по сцеплению генов

При анализе исследования сцепленных признаков у дигибридов мы будем иметь дело с образованием гамет четырех типов: двух типов, в которых сцепленные гены не разошлись, и двух типов кроссоверных гамет, в которых хромосомы обменялись гомологичными участками. Однако если в случаях несцепленных признаков у дигибридов гаметы всех четырех типов образовывались в равных количествах, при сцеплении количество тех или иных гамет зависит от расстояния между генами. Это расстояние принято исчислять в морганидах. Одной морганиде соответствует 1% образования гамет, в которых гомологичные хромосомы обменялись участками. Например, у мухи дрозофилы расстояние между геном, определяющим цвет тела, и геном, от которого зависит длина крыльев, равно 17 морганидам. Следовательно, если принять, что у дигибридов по цвету тела и длине крыльев (генотип AaBb) оба доминантных гена расположены в одной хромосоме, а оба рецессивных - в другой, то кроссоверных гамет образуется 17% (8,5% Ab и 8,5% aB), а некроссоверных - 83% (41,5% AB и 41,5% ab). В этом случае второе поколение будет расщепляться на четыре фенотипических класса не в соотношении 9:3:3:1, а соответственно числу образовавшихся гамет с перекрестом или без перекреста и вероятностей их попарного слияния.

Закономерности исследования сцепленных признаков генетики используют для составления хромосомных карт. Экспериментальным путем устанавливают частоту расхождения тех или иных пар признаков, т.е. расстояние между генами. Затем вычерчивают хромосому и на ней отмечают точные места расположения локусов.

У каждого вида животных и растений существует строго определенное число групп сцепления, которое равно гаплоидному набору хромосом, или количеству пар

гомологичных хромосом. Например, у комнатной мухи 6 групп сцепления, у человека - 23 группы.

Работа 6.2. Наследование признаков, сцепленных с полом

Задача 58. У мухи дрозофилы ген нормального цвета глаз (красный) доминирует над геном белоглазия, ген аномального строения брюшка - над геном его нормального строения. Эти пары генов расположены в X-хромосоме на расстоянии 3 морганид. Определите вероятность различных гено- и фенотипов в потомстве при скрещивании гетерозиготной по обоим признакам самки с самцом, имеющим нормальный цвет глаз и нормальное строение брюшка.

Задача 59. Классическая гемофилия наследуется как рецессивный признак. Ген гемофилии располагается в X-хромосоме. Y-хромосома не содержит гена, контролирующего свертывание крови. Девушка, отец которой страдает гемофилией, а мать здорова и происходит из благополучной по гемофилии семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определите вероятные фенотипы детей от этого брака.

Задача 60. Ген цветовой слепоты (дальтонизм) расположен в X-хромосоме. Определите вероятность рождения детей с дальтонизмом, если жена имеет нормальное зрение, но ее отец страдал цветовой слепотой. В семье мужа дальтонизм не наблюдается.

Задача 61. У человека цветная слепота обусловлена рецессивным геном (w), а нормальное цветовое зрение - его доминантным аллелем (W). Ген цветовой слепоты расположен в X-хромосоме. Y-хромосома не имеет соответствующего локуса и не содержит гена, контролирующего цветовое зрение: а) женщина, страдающая дальтонизмом, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Каким будет восприятие цвета у сыновей и дочерей этих родителей; б) от брака родителей с нормальным зрением родился ребенок, страдающий дальтонизмом. Определите генотипы родителей; в) женщина с нормальным зрением, отец которой страдал дальтонизмом, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Установите вероятность рождения ребенка с цветовой слепотой.

Задача 62. Классическая гемофилия и дальтонизм наследуются как рецессивные признаки, сцепленные с X-хромосомой. Расстояние между генами 9,8 морганиды: а) девушка, отец которой страдал одновременно гемофилией и дальтонизмом, а мать здорова и происходит из благополучной по этим заболеваниям семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определите вероятные фенотипы детей от этого брака; б) женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а отец - гемофилией, вступает в брак с мужчиной, страдающим обоими заболеваниями. Определите вероятность рождения в этой семье детей одновременно с обеими аномалиями.

Задача 63. У здоровой женщины отец болел ихтиозом, а мать передала ей ген хронического гранулематоза (оба признака рецессивные, сцепленные с X-хромосомой). Определите наиболее вероятный генотип женщины и относительную вероятность ее будущих сыновей быть здоровыми, иметь одну или две наследственные болезни, если муж будет здоров.

Задача 64. В X-хромосоме человека имеется два (условно обозначенные буквами H и A) доминантных гена, продукты которых участвуют в свертывании крови. Такую же роль играет аутосомный доминантный ген P. Отсутствие любого из этих генов приводит к гемофилии: а) назовите форму взаимодействия между генами A, H и P; б) определите вероятность рождения гемофиликов, если муж гемизиготен по генам a и h и гетерозиготен по гену P, а жена гомозиготна по генам A и H и тоже гетерозиготна по гену P.

Задача 65. Ген цветовой слепоты и ген ночной слепоты, наследуемые через X-хромосому, находятся на расстоянии 50 морганид. Оба признака рецессивны: а) определите вероятность рождения детей одновременно с обеими аномалиями, если жена

имеет нормальное зрение, но мать ее страдала ночной слепотой, а отец - цветовой, муж же нормален в отношении обоих признаков; б) определите вероятность рождения детей одновременно с обеими аномалиями, если жена гетерозиготна по обоим признакам и обе аномалии унаследовала от отца, а у мужа наблюдаются обе формы слепоты.

Задача 66. Рахит, устойчивый к витамину D (гипофосфатемия), - наследственная болезнь, обусловленная доминантным геном, находящимся в X-хромосоме. В семье, где отец страдает этим заболеванием, а мать здорова, имеются три дочери и три сына. Сколько среди них больных?

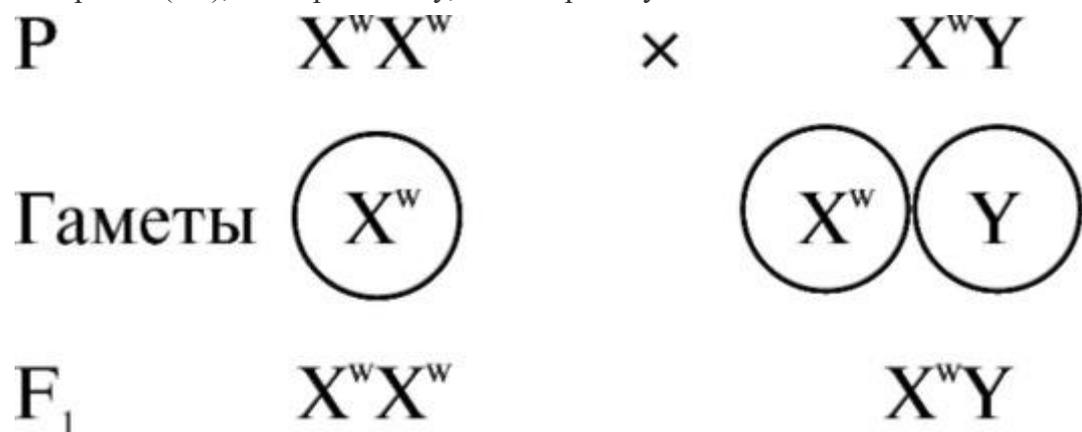
Пояснения к решению задач по наследованию признаков, сцепленных с полом

В качестве примера разберем решение задачи 61 (вариант «а»). По условию задачи женщина, страдающая дальтонизмом, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Надо определить, каким будет восприятие цвета у сыновей и дочерей.

Известно, что ген восприятия цвета расположен в X-хромосоме, а в Y-хромосоме соответствующие ему локус и аллельный ген отсутствуют. В связи с этим в диплоидном наборе мужчин есть только один аллель, отвечающий за восприятие цвета, а у женщин - два, так как они имеют две X-хромосомы.

Схему скрещивания для задач этого типа составляют несколько иначе, чем схемы для признаков, не связанных с полом. В этих схемах указывают символы не только генов, но и половых хромосом особей мужского и женского пола - X и Y. Это необходимо, чтобы показать отсутствие второго аллеля у особей мужского или женского пола.

По условию задачи схема скрещивания будет выглядеть следующим образом. Женщина имеет две X-хромосомы и в каждой из них по рецессивному гену цветовой слепоты (X^wX^w). Мужчина имеет только одну X-хромосому, несущую ген нормального цветового зрения (X^W), и Y-хромосому, не содержащую аллельного гена.



Сначала обозначают две X-хромосомы женщины и указывают, что они содержат гены дальтонизма. Затем обозначают хромосомы мужчины (X^WY). Ниже выписывают гаметы, которые они производят. У женщины они одинаковы, все содержат X-хромосому с геном дальтонизма. У мужчины одна половина гамет несет X-хромосому с геном нормального цветового восприятия, а другая - Y-хромосому, не содержащую аллеля. После этого определяют генотипы F₁.

Все девочки получают одну X-хромосому от отца, которая содержит ген нормального зрения (W), а другую X-хромосому от матери, содержащую ген цветовой слепоты (w). Таким образом, девочки получают два гена Ww, а в связи с тем, что доминирует ген нормального зрения, у них не будет дальтонизма.

Все мальчики получают свою единственную X-хромосому от матери и расположенный в ней ген цветовой слепоты (w). Поскольку второй аллель у них отсутствует, то они будут страдать дальтонизмом.

Работа 6.3. Совместное наследование сцепленных генов и генов негомологичных хромосом

Задача 67. У человека гены эллиптоцитоза и резус-фактора сцеплены в аутосоме (см. задачу 55), а гены гемофилии и дальтонизма - в X-хромосоме. У жены эллиптоцитоз и кровь Rh⁺ (ее мать имела Rh⁻ и нормальные эритроциты, а отец страдал гемофилией и дальтонизмом). У мужа Rh⁻. Определите вероятность рождения у данной супружеской пары детей с различными фенотипами.

Задача 68. Отсутствие зубной эмали - аутосомно-доминантный признак, зависящий от гена E. Темная окраска зубной эмали - сцепленный с полом признак, обусловленный доминантным геном D, который находится в X-хромосоме. Определите вероятность рождения ребенка с темной зубной эмалью: а) в семье Джонсон, если жена и ее отец имеют темные зубы, теща и свекровь - белые, а у мужа зубы вообще без эмали; б) в семье Лунц, если зубы у жены и тещи без эмали, у мужа и тестя с темной эмалью, а у троих братьев жены с белой эмалью. Назовите форму взаимодействия между геном E и генами D и d.

Задача 69. Альбинизм и отсутствие потовых желез - рецессивные признаки, но первый зависит от аутосомного гена p, а второй - от гена h, находящегося в X-хромосоме.

Аравийский шейх Махмуд, владелец нефтяных месторождений, был альбиносом и не имел потовых желез. Его сын Джалиль и дочь Лейла имеют нормальный фенотип. После смерти Махмуда управление фирмой взял на себя его младший брат Анис (тоже альбинос без потовых желез), но наследником фирмы он не является. Согласно завещанию, оставленному Махмудом, все имущество должен получить тот из его детей, у которого родится девочка-альбинос без потовых желез. По совету матери Лейла вышла замуж за своего дядю Аниса, а Джалиль женился на его фенотипически нормальной дочери Сауд. У кого из детей шейха больше шансов получить наследство?

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задача 1. В медико-генетическую консультацию обратилась женщина с моносомией по X-хромосоме, и у нее обнаружен дальтонизм. Укажите ее генотип только по гену дальтонизма и вероятность передачи этого гена потомству.

Задача 2. Ася и Аня - однойцевые близнецы; Вася и Ваня тоже однойцевые близнецы. Родители обеих близнецовых пар и сами близнецы здоровы. Ася вышла замуж за Васю, Аня - за Ваню. У Аси родился сын-гемофилик. Определите вероятность рождения ребенка, больного гемофилией, у Ани.

Задача 3. Отец страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом. Могут ли его дети получить от него только один из этих патологических генов?

Тема 7. Хромосомный уровень организации наследственного материала. Кариотип и его характеристика

Цель занятия. Уметь владеть методикой кариотипирования и индентифицирования хромосом человека.

Уметь идентифицировать:

- структурные компоненты хромосом;
- различные формы хромосом (мета-, субмета-, акроцентрические, теломерные, спутниковые) в кариотипе человека и мухи дрозофилы;
- особенности структуры и функции компактизированных и декомпактизированных участков (эу- и гетерохроматин) в политенных (гигантских) хромосомах насекомых;

- аутосомы и гетеросомы в кариотипах человека и мухи дрозофилы;
- половой хроматин в клетках слизистой оболочки рта человека;
- пол человека по соматическим клеткам;
- хромосомные болезни;
- уровни организации генетического материала в прокариотической и эукариотической клетках.

Мотивационная характеристика. Умение владеть методикой кариотипирования и идентифицирования хромосом человека в соответствии с международной классификацией позволяет выявлять нарушения кариотипа - хромосомные болезни человека. Кариотипирование используется в медицинской генетике, педиатрии и гинекологии для антенатальной и пренатальной диагностики хромосомных болезней, а также при судебно-медицинской экспертизе.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) строение и химический состав хромосом; 2) структурные компоненты хромосом; 3) типы хромосом; 4) уровни компактизации наследственного материала в хромосоме; 5) понятие кариотипа и правила хромосом; 6) понятие политении; 7) понятие об эу- и гетерохроматине (структурном и факультативном); 8) половой хроматин и его формы в соматических клетках человека.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Что представляет собой половой хроматин (тельце Барра):

- 1) генетически неактивная одна из двух X-хромосом в соматических клетках;
- 2) генетически активная одна из двух X-хромосом в соматических клетках;
- 3) факультативный гетерохроматин;
- 4) структурный (конститутивный) гетерохроматин;
- 5) эухроматин.

2. Какие химические компоненты составляют нуклеосому:

- 1) гистон H1;
- 2) гистоны H3, H4;
- 3) ДНК;
- 4) РНК;
- 5) негистоновые белки.

3. Что такое политения:

- 1) явление спирализации одной из двух гомологичных хромосом;
- 2) одновременное присутствие нескольких двойных спиралей ДНК в хромосоме;
- 3) присутствие двух двойных спиралей ДНК в хромосоме;
- 4) присутствие одной двойной спирали ДНК в хромосоме;
- 5) большое количество хромомер в хромосоме.

4. Что такое гетерохроматин:

- 1) компактизированный (спирализованный) участок хромосомы;
- 2) декомпактизированный (неспирализованный) участок хромосомы;

- 3) генетически активный участок;
 - 4) генетически не функционирующий участок;
 - 5) участок, содержащий несколько молекул ДНК.
5. Назовите белок, стабилизирующий связь нуклеосом:
- 1) гистон H 2 A;
 - 2) негистоновые белки;
 - 3) гистон H3;
 - 4) гистон H1;
 - 5) гистон H2b.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) строение гигантских политенных хромосом насекомых (микропрепарат); 2) хромосомный набор мухи дрозофилы - самца и самки (микропрепарат); 3) нормальный кариотип человека (микропрепарат); 4) метод выявления полового хроматина в клетках слизистой оболочки рта человека (мазок).

Оборудование. 1. Таблицы: хромосомный набор мухи дрозофилы; хромосомный набор человека; половой хроматин в клетках слизистой оболочки и лейкоцитах. 2. Микропрепараты: гигантские хромосомы насекомых и хромосомный набор мухи дрозофилы; хромосомный набор человека. 3. Раздаточный материал: мотыль (личинка комара рода *Chironomus*); предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стаканы с водой, деревянные шпатели, краситель. 4. Микроскопы МБР-1.

Работа 7.1. Нормальный кариотип мухи дрозофилы

Рассмотрите на микропрепарате кариотип самки мухи дрозофилы при малом, а затем при большом увеличении микроскопа (МБР-1).

Прежде всего сосчитайте число хромосом и определите, четное оно или нет.

Затем рассмотрите отдельные хромосомы. Увидите, что их размер и форма неодинаковы. Каждая хромосома определенного типа имеет гомологичную себе пару, что является общим принципом организации генетического материала у эукариот (рис. 2.13).

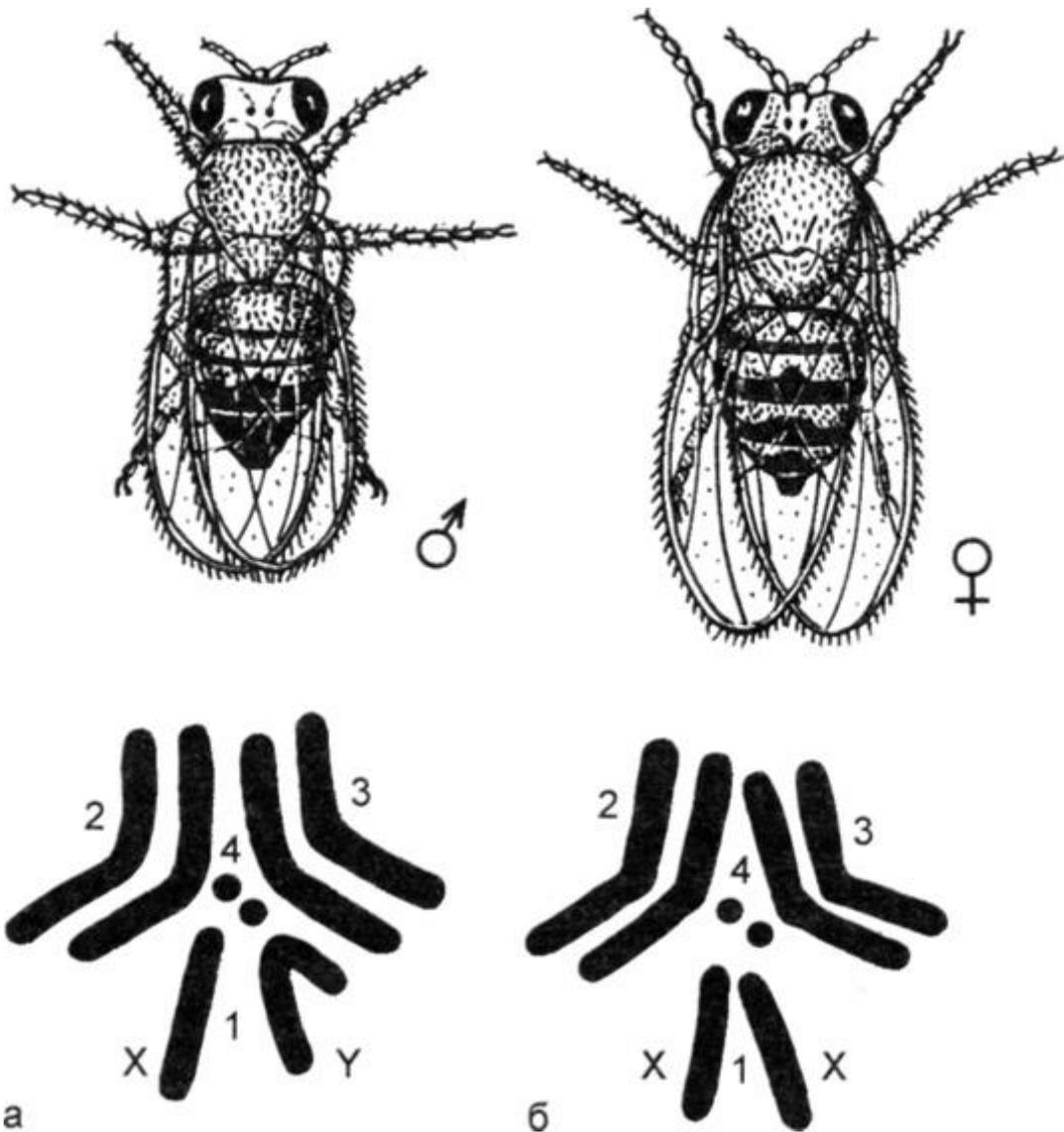


Рис. 2.13. Кариотип мухи дрозофилы: *а* - самец; *б* - самка; 1 - половые хромосомы (X, Y); 2-4 - аутосомы (хромосомы 2, 3, 4-й пар)

Сначала найдите пару наиболее крупных хромосом, изогнутых в виде широко развернутой римской цифры V. Центромера этих хромосом находится посередине, т.е. они метацентрические. Это хромосомы 2-й пары.

Затем найдите хромосомы 3-й пары. Они также имеют форму римской цифры V, но немного короче, чем 2-я пара, и тоже метацентрические.

Хромосомы 4-й пары очень мелкие, округлой формы.

И, наконец, найдите 1-ю пару хромосом, представленную половыми хромосомами. У самки форма и размер хромосом одинаковы (X-хромосомы). Они прямые, палочковидные, по размеру приближаются к хромосомам 2-й пары.

У самца хромосомы 2, 3 и 4-й пар имеют такое же строение, как и хромосомы самки. Половые хромосомы в отличие от хромосом самки неодинаковы. Одна прямая, палочковидная (такая же, как у самки, - X-хромосома), другая изогнута в виде крючка, субметацентрическая (Y-хромосома).

Зарисуйте хромосомный набор самки и самца. На рисунке должны быть обозначены: 1) пара хромосом 1 - половые хромосомы (X и Y); 2) аутосомы (хромосомы 2, 3, 4-й пар).

Работа 7.2. Нормальный кариотип человека

Нормальный кариотип человека рассмотрите на микропрепарате культуры лейкоцитов сначала при увеличении (x40).

Все поле зрения покрыто лейкоцитами. Они имеют округлую форму, компактное округлое темноокрашенное ядро, окруженное широким ободком светло-голубой цитоплазмы. Среди них найдите хромосомы, лежащие вне клеток в виде небольших скоплений (метафазная пластинка), в которых хромосомы расположены по отношению друг к другу на большем или меньшем расстоянии.

Просмотрите препарат и найдите такую метафазную пластинку, хромосомы которой лежат на значительном расстоянии и поэтому хорошо различимы.

После этого переведите иммерсионный объектив в рабочее положение и рассмотрите строение хромосом этого набора. Они различаются по размеру и форме. Найдите мета-, субмета- и акроцентрические хромосомы. Попробуйте сосчитать количество хромосом в наборе, обратите внимание на парность хромосом каждого типа (рис. 2.14).

Зарисуйте метацентрические, субметацентрические и акроцентрические хромосомы. На рисунке должны быть обозначены: 1) хроматиды; 2) центромеры; 3) плечи.

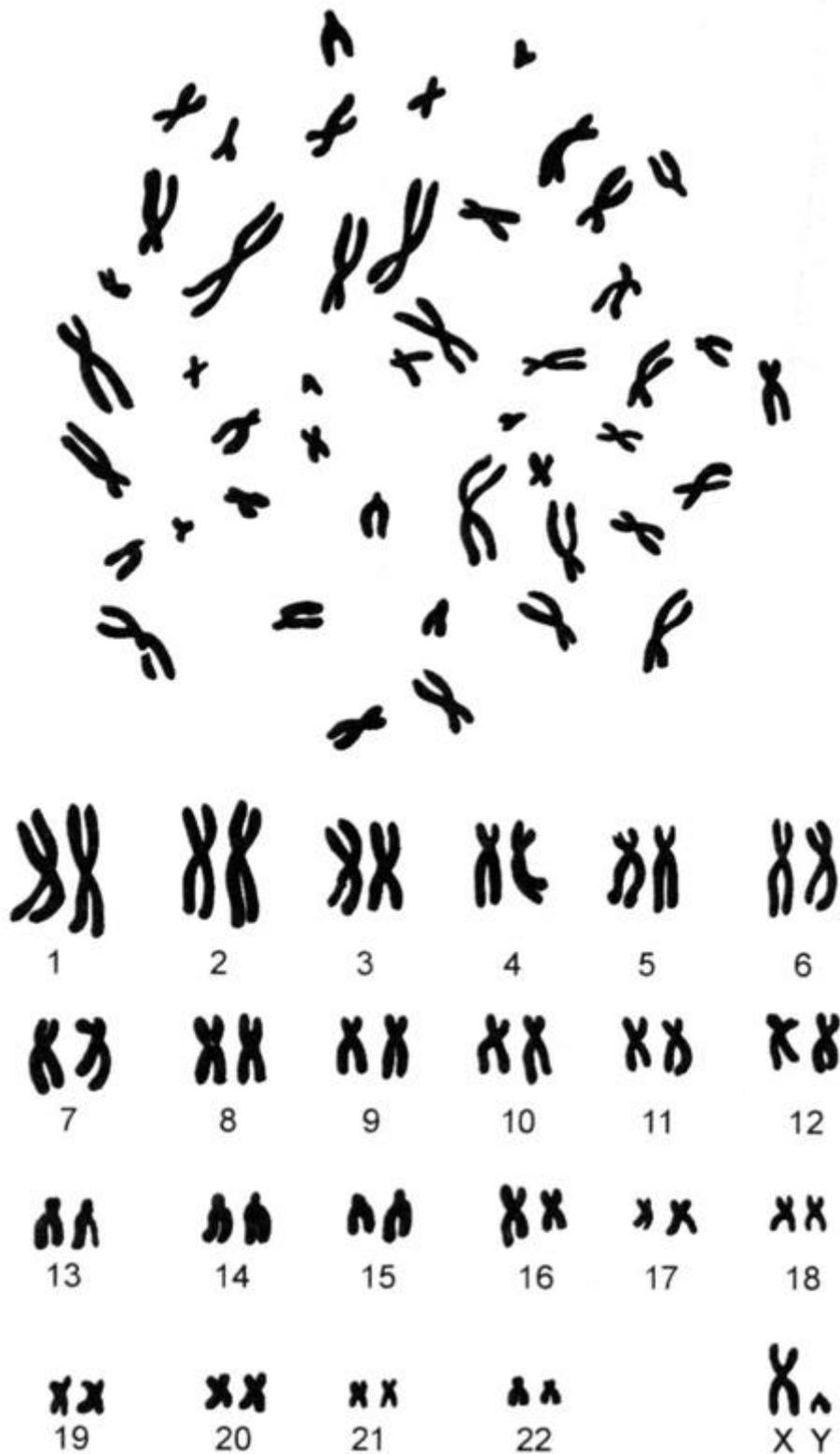


Рис. 2.14. Кариотип и идиограмма мужчины

Работа 7.3. X-половой хроматин в ядрах соматических клеток

Прополощите рот водой, после чего снимите поверхностный слой эпителия слизистой оболочки полости рта стерильной салфеткой. Затем шпателем сделайте легкий соскоб слизистой оболочки щеки, после чего из полученного материала приготовьте мазок на предметном стекле, предварительно тщательно обезжиренном. Для фиксации препарата опустите его на 5-10 мин в стеклянный стакан со смесью спирта и эфира. После

окончания фиксации покрасьте препарат орсеином, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом с иммерсионным объективом.

В поле зрения видны эпителиальные клетки слизистой оболочки полости рта с хорошо прокрашенными ядрами. В последних можно заметить половой хроматин в форме небольшого плосковыпуклого образования, прилегающего к ядерной оболочке. От других хроматиновых глыбок он отличается размером (крупнее), плотностью и характером расположения (рис. 2.15). Обратите внимание, что на препаратах из ротовой полости мужчин половой хроматин встречается гораздо реже, чем на препаратах из ротовой полости женщин (обнаруживается в 40-60% клеточных ядер).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) цитоплазма клетки; 2) ядерная оболочка; 3) хроматиновые глыбки в ядре; 4) половой хроматин.

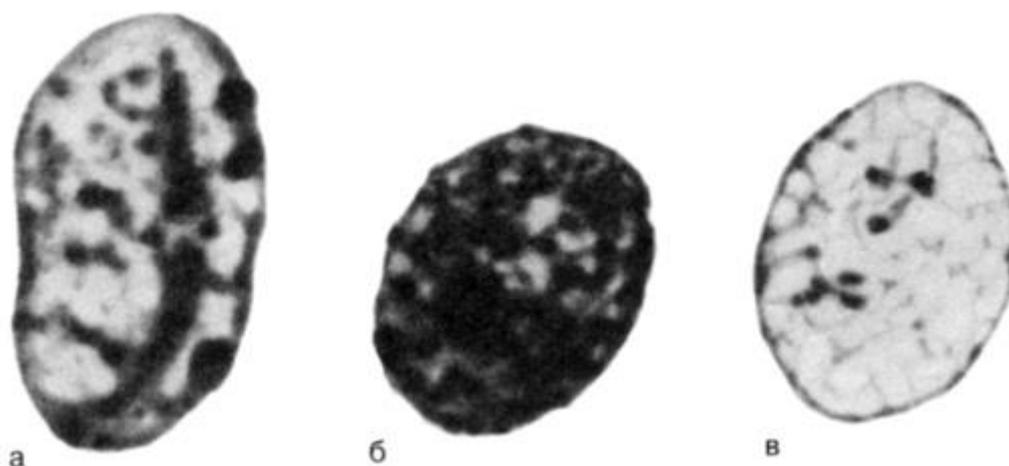


Рис. 2.15. Половой хроматин в ядрах соматических клеток человека: *а* - ядро клетки с четырьмя X-хромосомами; *б* - ядро клетки нормальной женщины; *в* - ядро клетки нормального мужчины

Работа 7.4. Гигантские политенные хромосомы из слюнных желез насекомого

Чтобы увидеть политенную хромосому, используйте готовый микропрепарат или приготовьте временный препарат из слюнной железы мотыля (личинка комара рода *Chironomus*).

Личинка имеет червеобразную форму, размер 1-1,5 см. Поместите мотыля на часовое стекло и с помощью двух препаровальных игл отделите головку от туловищного отдела. Свисающие с головного конца мягкие ткани в течение нескольких минут покрасьте орсеином. Затем покройте покровным стеклом и слегка придавите. После этого рассмотрите при малом, а затем при большом увеличении микроскопа МБР-1.

Меняя поле зрения, найдите клетки слюнных желез; они крупные, квадратной формы, с округленными углами. Ядро небольшое, округлой формы. В нем видна свернутая крупная хромосома краснокоричневого цвета. По длине хромосом отчетливо видны поперечные чередующиеся светлые и темные диски (хромомеры) разной толщины, что создает впечатление поперечной исчерченности (рис. 2.16). Светлые участки соответствуют декомпактизированному эухроматину; темные - компактизированному гетерохроматину.

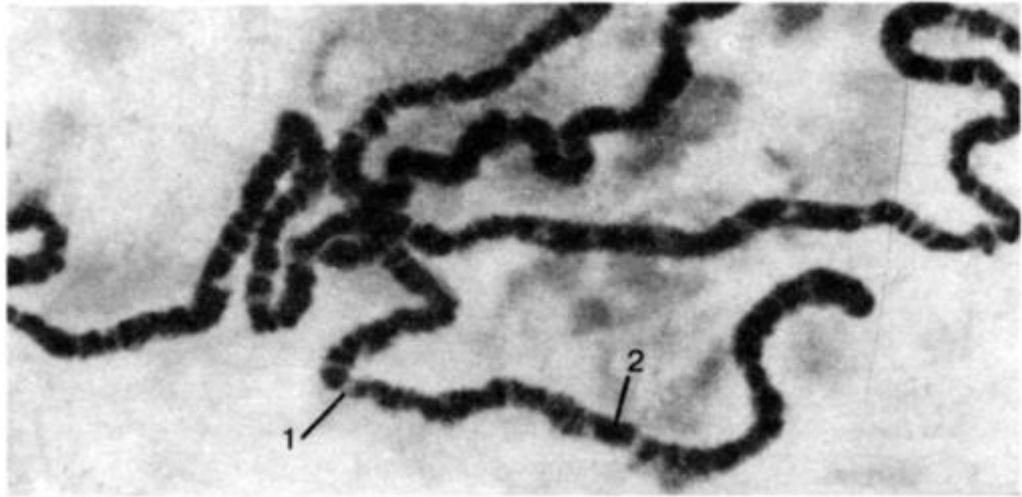


Рис. 2.16. Политенные хромосомы: 1 - эухроматин; 2 - гетерохроматин

При использовании готового микропрепарата можно увидеть изолированную хромосому в виде длинной ленты также с поперечной исчерченностью в виде темных и светлых дисков.

Сравните с изображением надмолекулярной и молекулярной организации хромосомы эукариот (рис. 2.17).

Зарисуйте гигантскую хромосому. На рисунке должны быть обозначены: 1) хромосома; 2) гетерохроматические участки хромосом; 3) эухроматические участки хромосом.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач) Задача 1. При исследовании буккального эпителия, взятого у мужчины, в некоторых клетках был обнаружен X-хроматин. Как это можно объяснить? Какой диагноз можно поставить?

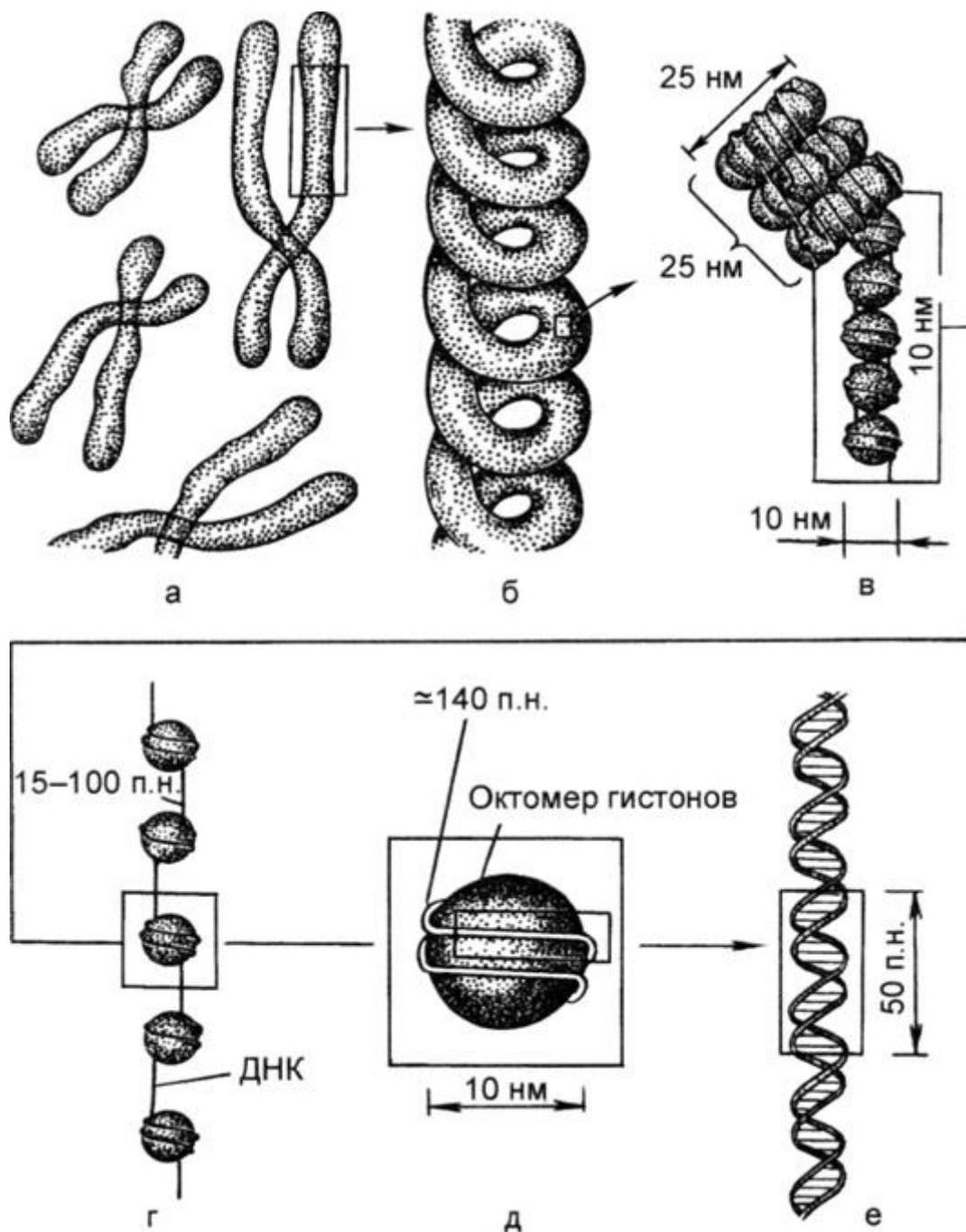


Рис. 2.17. Надмолекулярная и молекулярная организация хромосомы эукариот (по Э. Гарднеру и П. Снастеду): *а* - хромосомы в метафазе митоза; *б* - спираль высшего порядка; *в* - упаковка нуклеосомной нити в структуру соленида; *г* - нуклеосомная нить (показаны нуклеосомы и связывающие их линкеры); *д* - нуклеосома; *е* - молекула ДНК в В-форме

Задача 2. В лабораторию принесли для анализа на содержание Х-хроматина буккальные мазки нескольких пациентов:

А - мужчина, в кариотипе которого имеется лишняя Х-хромосома (47, ХХУ);

Б - мужчина, в кариотипе которого имеется лишняя Y-хромосома (47, ХYY);

В - женщина с тремя Х-хромосомами (47, ХХХ); Г - женщина с нормальным кариотипом; Д - мужчина с нормальным кариотипом; Е - женщина с одной Х-хромосомой (45, Х0).

На препаратах были проставлены кодовые номера (I-VI); после изучения препаратов были получены следующие результаты:

препарат I: 40% клеток имеют одну глыбку X-хроматина, в остальных клетках X-хроматин не обнаружен;

препарат II: 25% клеток имеют две глыбки X-хроматина, 20% - одну, в остальных клетках X-хроматин не обнаружен;

препарат III: X-хроматин не обнаружен;

препарат IV: 30% клеток имеют одну глыбку X-хроматина, в остальных клетках X-хроматин не обнаружен;

препараты V и VI: 2-3% клеток имеют одну глыбку X-хроматина, в остальных клетках X-хроматин не обнаружен.

Определите, какому пациенту может принадлежать препарат с данной характеристикой. Учтите, что в некоторых случаях ответ может быть лишь приблизительным.

Контрольные вопросы к темам 5-7 (основы общей генетики)

1. Моногибридное скрещивание. Первый, второй законы Г. Менделя и закон чистоты гамет. Менделирующие признаки человека (доминантные, рецессивные; примеры).

2. Дигибридное скрещивание. Третий закон Г. Менделя и его цитологическое обоснование (понимание с позиций поведения хромосом в мейозе).

3. Аллельные гены. Определение. Формы взаимодействия аллельных генов. Полное доминирование, неполное доминирование, кодоминирование, сверхдоминирование, аллельное исключение и межаллельная комплементация. Примеры признаков у человека.

4. Множественный аллелизм. Механизм возникновения. Примеры признаков у человека.

5. Наследование группы крови по системе (ABO). Агглютиногены, агглютинины.

6. Наследование резус-фактора. Резус-конфликт. Переливание крови.

7. Полигенное наследование. Взаимодействие неаллельных генов. Комплементарность, доминантный и рецессивный эпистаз, полимерия. Примеры признаков у человека.

8. Количественная и качественная специфика проявления генов в признаках. Пенетрантность и экспрессивность генов. Плейотропное действие гена. Примеры признаков у человека.

9. Строение хромосомы. Классификация хромосом по форме и величине. Уровни компактизации наследственного материала в интерфазном ядре. Эу- и гетерохроматин. Политенные хромосомы.

10. Сцепленное наследование. Полное и неполное сцепление генов. Закон Т. Моргана и его понимание с позиций поведения хромосом в мейозе.

11. Генетические карты хромосом. Хромосомная теория наследственности. Метод соматической гибридизации клеток и его применение для картирования хромосом человека.

12. Хромосомный механизм наследования пола у животных и человека. Строение половых хромосом человека. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Дозовый эффект гена при наследовании пола.

13. Дифференциация признаков пола в эмбриогенезе. Клетки Лейдига и Сертоли в семеннике и их функции. Синдром Морриса. Цитогенетические методы определения пола. Половой хроматин (тельце Барра).

14. Сцепленное с полом наследование. X-сцепленные доминантные и рецессивные признаки у человека. Крисс-кросс наследование. Голандрическое наследование. Гемизиготные признаки человека.

Основы молекулярной генетики

Тема 8. Механизм реализации наследственной информации в признаках организма

Цель занятия. Знать этапы биосинтеза белка и регуляции генной активности.
Уметь:

- моделировать процесс кодирования наследственной информации;
- моделировать этапы биосинтеза белка (транскрипция, процессинг, трансляция);
- определять структуру молекулы ДНК по строению молекулы белка;
- определять структуру молекулы белка по строению молекулы ДНК;
- дифференцировать стадии процесса регуляции генной активности у про- и эукариотической клеток;
- моделировать регуляцию генной активности по типу экспрессии;
- моделировать регуляцию генной активности по типу индукции.

Мотивационная характеристика. Знание этапов биосинтеза белка и регуляции генной активности позволяет студентам понять механизм реализации наследственной информации на молекулярном уровне в норме и возможные молекулярные механизмы наследственной патологии, проследить взаимосвязь генотипа и фенотипа в процессе реализации гена в признак. Эти знания используются при изучении биохимии, гистологии, медицинской генетики, патологической физиологии, патологической анатомии и других медицинских дисциплин.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) строение молекул ДНК, РНК, мРНК, рРНК, тРНК; 2) генетический код и его свойства; 3) этапы биосинтеза белка (транскрипция, процессинг, сплайсинг, трансляция); 4) особенности у прои эукариот; 5) строение оперона и его функционирование по типу индукции и типу репрессии; 6) особенности регуляции генетической активности у эукариот.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Что такое антикодон: Лебовски

- 1) триплет кодирующей нити молекулы ДНК;
- 2) триплет антикодирующей нити ДНК;
- 3) триплет тРНК;
- 4) триплет мРНК;
- 5) триплет иРНК.

2. Как называется процесс созревания РНК-предшественника у эукариот:

- 1) инициация;

- 2) трансляция;
- 3) терминация;
- 4) процессинг;
- 5) транскрипция.

3. Что такое оперон:

- 1) только регулирующая система генов;
- 2) только кодирующая система генов;
- 3) система структурных и регуляторных генов;
- 4) неинформационная часть молекул ДНК;
- 5) информационная часть молекул ДНК.

4. Выберите понятия, соответствующие коллинеарности генетического кода:

- 1) кодирование одной аминокислоты двумя, тремя и четырьмя триплетами;
- 2) идентичность у всех организмов;
- 3) отсутствие разделительных знаков между триплетами;
- 4) совпадение порядка расположения кодонов в мРНК (иРНК) с порядком кодируемых аминокислот в белке;
- 5) одинаковые аминокислоты кодируются одинаковыми триплетами у всех организмов.

5. Что относится к естественным антимутантным механизмам:

- 1) вырожденность генетического кода;
- 2) коллинеарность генетического кода;
- 3) избыточность ДНК;
- 4) универсальность генетического кода;
- 5) триплетность генетического кода.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) решение задач; 2) определение строения молекулы белка по структуре молекулы ДНК; 3) определение структуры молекулы ДНК по молекуле белка; 4) зависимость между изменением триплетного состава ДНК и аминокислотной последовательностью полипептидов.

Оборудование. Таблицы: кодоны разных аминокислот; строение ДНК и РНК, строение молекулы белка.

Работа 8.1. Моделирование участка молекулы ДНК

Смоделируйте участок молекулы ДНК из вырезанных из бумаги составляющих элементов (азотистых оснований, дезоксирибозы и остатков фосфорной кислоты).

Для этого сначала постройте четыре варианта нуклеотидов, соединяя азотистые основания (А, Г, Ц, Т) с сахаром и остатком фосфорной кислоты (рис. 2.18). Затем соедините нуклеотиды в две цепочки по два нуклеотида каждая: А с Г и Т с Ц (рис. 2.19). Соедините цепочки нуклеотидов друг с другом, учитывая принципы комплементарности и антипараллельности (см. рис. 2.19, 2.20). Зарисуйте схемы в альбом.

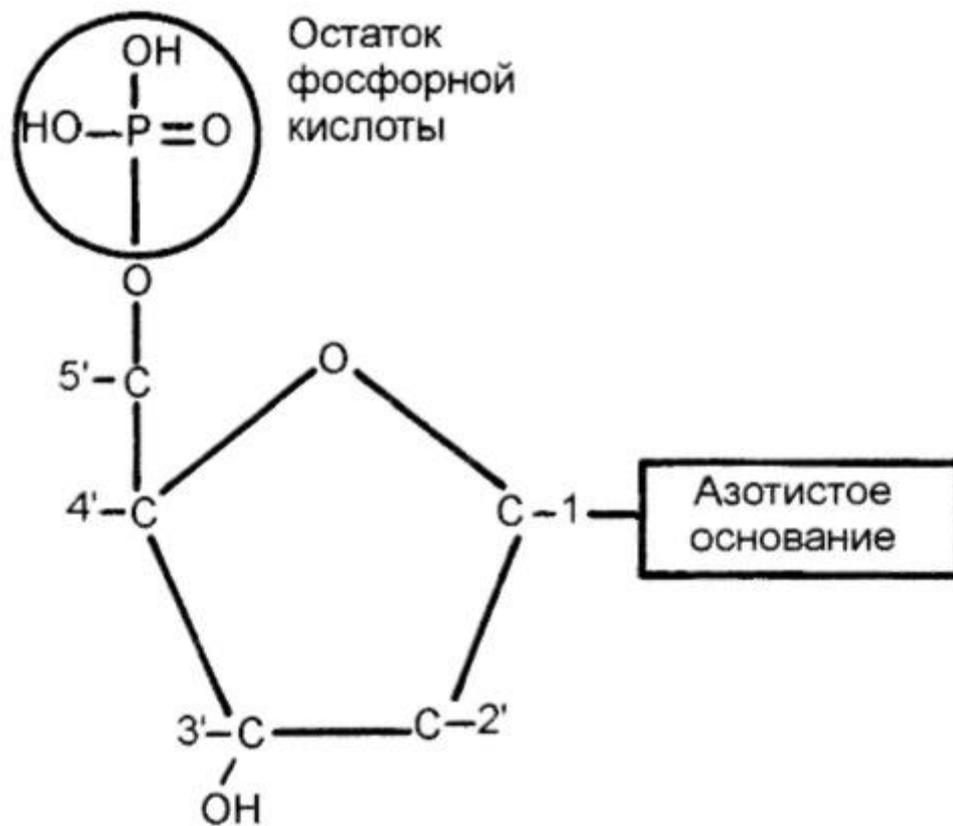


Рис. 2.18. Строение нуклеотида

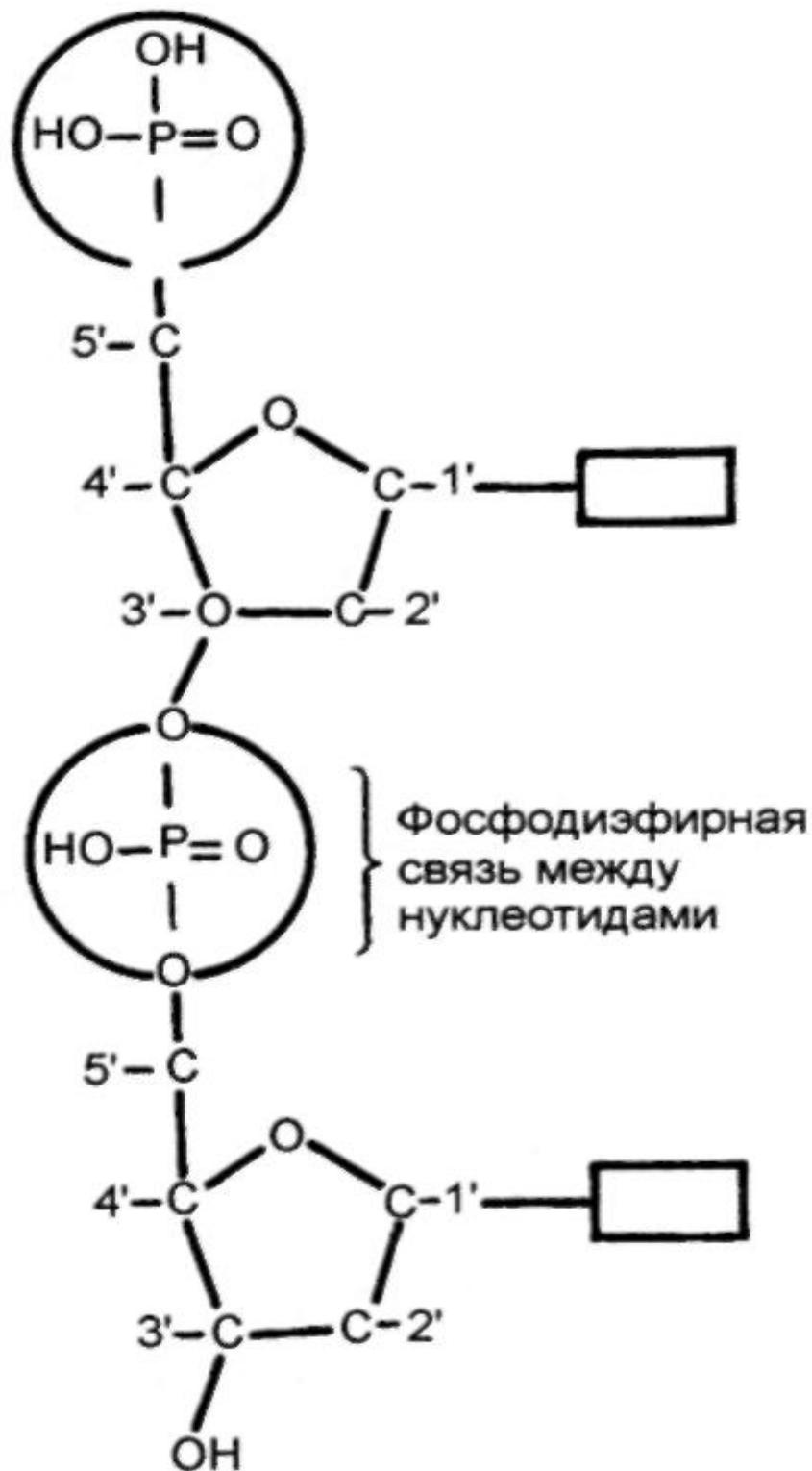


Рис. 2.19. Соединение нуклеотидов в полинуклеотидную цепь

Работа 8.2. Определение строения молекулы белка по структуре молекулы ДНК

Задача 70. Участок гена, кодирующего белок, состоит из последовательно расположенных нуклеотидов ААЦГАЦТАТЦАЦТАТ АЦЦААЦГАА. Определите состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

Задача 71. Участок гена, кодирующего одну из полипептидных цепей гемоглобина, состоит из кодонов: АЦЦГТТГАЦЦАТГАА. Определите состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи.

Задача 72. Фрагмент молекулы ДНК состоит из нуклеотидов, расположенных в такой последовательности: ТААГЦТГЦГАААТЦТГААГТЦ. Определите состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

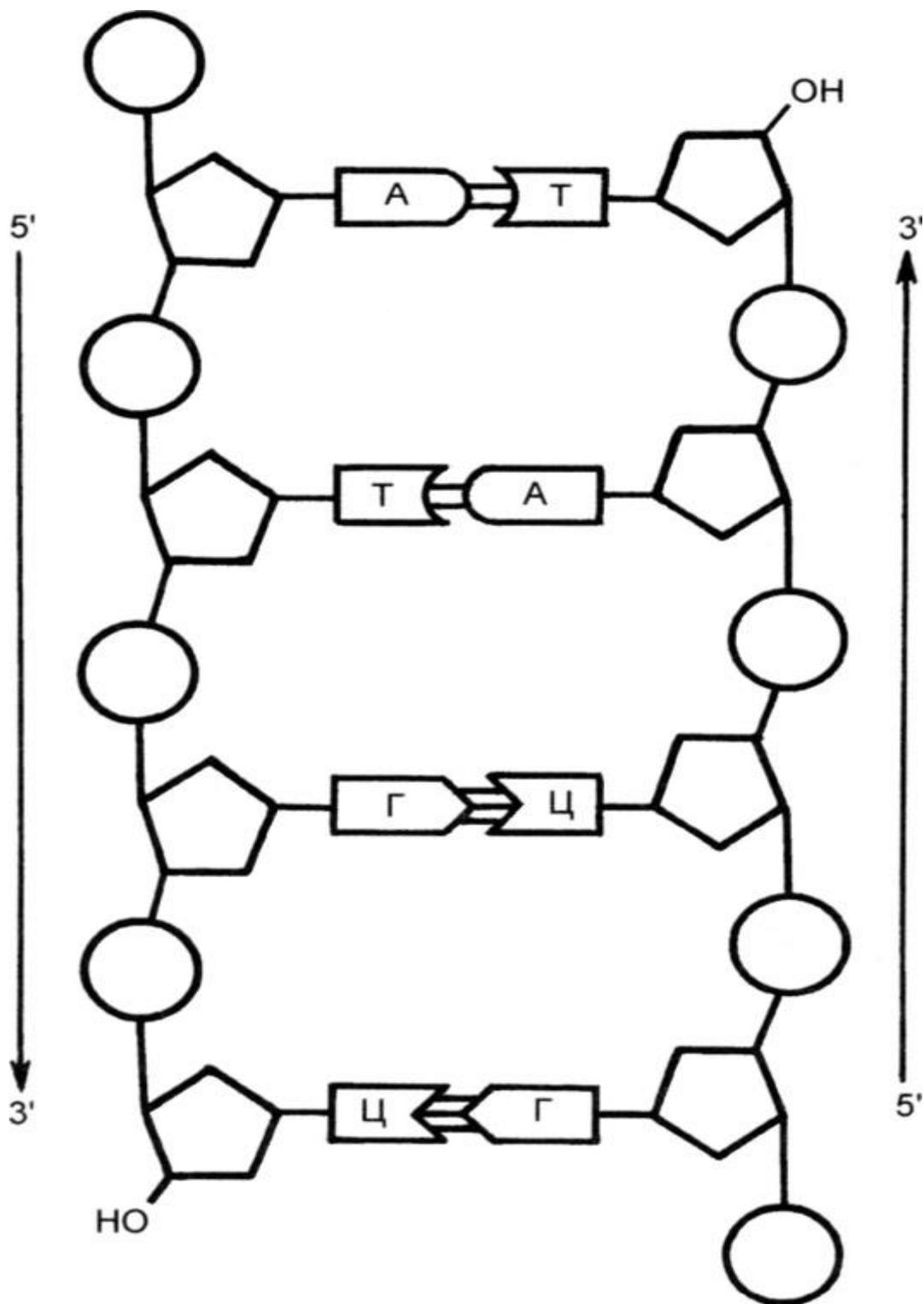


Рис. 2.20. Строение молекулы ДНК. Стрелками обозначена антипараллельность цепей

Работа 8.3. Определение структуры ДНК по строению молекулы белка

Задача 73. Фрагмент молекулы белка миоглобина содержит аминокислоты, расположенные в следующем порядке: валин-аланин-глутаминовая кислота-тирозин-серин-глутамин. Напишите структуру участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот. Состав кодонов, кодирующих аминокислоты, приведен в табл. 2.3.

Задача 74. Фрагмент полипептидной цепи А инсулина включает 10 аминокислот: глицин-изолейцин-валин-глутамин-глицин- цистеин-цистеин-треонин-серин-изолейцин. Определите структуру участка молекулы ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь.

Таблица 2.3. Генетический код, универсальный для всех организмов

		Вторая буква					
		У	Ц	А	Г		
Первая буква	У	УУУ	УЦУ	УАУ	УГУ	У	Третья буква
		УУЦ	УЦЦ	УАЦ	УГЦ	Ц	
		УУА	УЦА	УАА	УГА	А	
		УУГ	УЦГ	УАГ	УГГ	Г	
	Ц	ЦУУ	ЦЦУ	ЦАУ	ЦГУ	У	
		ЦУЦ	ЦЦЦ	ЦАЦ	ЦГЦ	Ц	
		ЦУА	ЦЦА	ЦАА	ЦГА	А	
		ЦУГ	ЦЦГ	ЦАГ	ЦГГ	Г	
	А	АУУ	АЦУ	ААУ	АГУ	У	
		АУЦ	АЦЦ	ААЦ	АГЦ	Ц	
		АУА	АЦА	ААА	АГА	А	
		АУГ	АЦГ	ААГ	АГГ	Г	
	Г	ГУУ	ГЦУ	ГАУ	ГГУ	У	
		ГУЦ	ГЦЦ	ГАЦ	ГГЦ	Ц	
		ГУА	ГЦА	ГАА	ГГА	А	
		ГУГ	ГЦГ	ГАГ	ГГГ	Г	

Задача 75. Фрагмент полипептидной цепи В инсулина включает 8 аминокислот: фенилаланин-валин-аспарагин-глицин-гистидин-лейцин-цистеин-глицин. Определите структуру участка молекулы ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь.

Задача 76. Начальный участок полипептидной цепи бактерии E.coli состоит из 10 аминокислот, расположенных в следующем порядке: метионин-глицин-аргинин-тирозин-глутамин-серин-лейцин-фенилаланин-аланин-глицин. Какова последовательность нуклеотидов на участке ДНК, кодирующем полипептидную цепь?

Работа 8.4. Зависимость между изменениями триплетного состава ДНК и последовательностью аминокислот в полипептиде

Задача 77. В 6-м триплете гена (ЦТТ), кодирующего синтез S-цепи гемоглобина, произошла мутация, в результате которой в полипептиде вместо глутаминовой кислоты на шестом месте оказался валин. Определите, какой триплет появился в гене.

Задача 78. В результате мутации на участке гена, содержащем 6 триплетов: ААЦ-ТАТ-ГАЦ-АЦЦ-ГАА-ААА, произошло замещение в 3-м триплете: вместо гуанина обнаружен цитозин. Напишите состав аминокислот в полипептиде до и после мутации.

Задача 79. Ниже приведен фрагмент кодирующей цепи молекулы ДНК: ТТТТЦЦАГЦЦЦ. Определите: а) какие точковые мутации в указанном фрагменте не приведут к изменению генетической информации (вырожденность кода); б) какие точковые мутации в указанном фрагменте приведут к изменению генетического кода.

Задача 80. Ниже приведен фрагмент кодирующей цепи молекулы ДНК и две цепи, возникшие в результате точковых мутаций в исходной цепи ДНК:

ЦЦТАГАГТЦЦТГААЦТГГЦТА;

ЦЦТАГГТЦТГАЦТГГЦТА;

ЦЦТАГГАГТЦАЦТГАТАЦТГГЦТА.

Задания: а) определите тип мутации; б) укажите последовательность аминокислот в полипептидах, кодируемых молекулами ДНК; в) попытайтесь объяснить, почему обнаружение подобных мутаций является генетическим доказательством триплетности кода наследственности.

Задача 81. У человека, свиньи и кролика белковый гормон инсулин различается лишь по одной аминокислоте. У кролика в положении 30 в цепи имеется серин, у свиней - аланин, у человека - треонин. Установите, какие точковые мутации могли привести к возникновению вариантов инсулина.

Задача 82. Установите, какие аминокислотные замены произошли в гемоглобинах в результате точковых мутаций в генах, контролирующих синтез цепей гемоглобинов: а) β - цепь, мутация в 6-м триплете; ЦТТ - нормальный гемоглобин (HbA); ЦАТ - аномальный гемоглобин (HbS); ТТТ - аномальный гемоглобин (HbC); б) α - цепь, мутация в 23-м триплете; ЦТТ - нормальный гемоглобин (HbA); ГТТ - аномальный гемоглобин (Hb Мемфис); ТТТ - аномальный гемоглобин (Hb Чад).

Пояснения к решению задач по молекулярной генетике

Для примера разберем решение задачи 73. Исходными являются данные о последовательности аминокислот в молекуле миоглобина.

1. По табл. 2.3 находим триплеты, кодирующие каждую из указанных аминокислот [в таблице указаны кодоны мРНК (иРНК), а не ДНК, поскольку в синтезе белка участвуют непосредственно молекулы мРНК, а не ДНК]. Код для аминокислот: валина - УУГ, аланина - ЦУГ, глицина - ГУГ и др. Если аминокислота закодирована несколькими кодонами, то можно выбрать любой из них. Затем выписываем кодоны всех аминокислот в последовательности, соответствующей порядку аминокислот. Полученная цепочка отражает строение молекулы мРНК: УУГ-ЦУГ-ГУГ...

2. Определяем строение той цепочки ДНК, которая кодировала строение мРНК. Для этого под каждым кодоном молекулы мРНК записываем комплементарный ему кодон молекулы ДНК. Состав кодонов ДНК определите сами: ААТ-ГАЦ-ЦАЦ-ТАТ.

3. ДНК состоит из двух цепочек, поэтому под кодоном 1-й цепочки ДНК записываем кодоны 2-й цепочки, образованные по принципу комплементарности:

1-я цепочка ДНК: ААТ ГАЦ ЦАЦ ТАТ. 2-я цепочка ДНК: ТТА ЦТГ ГТГ АТА.

Соединяем нуклеотиды 1-й цепочки вертикальными линиями с комплементарными им нуклеотидами 2-й цепочки и получаем структуру участка молекулы ДНК.

Разберем решение задачи 70. Дано строение гена (ДНК), требуется определить строение белка.

1. Выписываем нуклеотиды ДНК, разбираем их на триплеты, получаем кодоны цепи молекулы ДНК: ААЦ-ГАЦ-ТАТ.

2. Затем составляем триплеты мРНК, комплементарные кодонам ДНК, и записываем их строчкой ниже:

ДНК: ААЦ-ГАЦ-ТАТ... мРНК: УУГ-ЦУГ-АУА.

3. Определите по табл. 2.3, какая аминокислота закодирована каждым триплетом мРНК.

4. Строение белка: валин-аланин-лизин... и др.

ДНК: ААЦ–ГАЦ–ТАТ...
мРНК: УУУ–ЦУГ–АУА...
↓ ↓ ↓ ↓
Белок: валин–аланин–лизин...

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задача 1. Клетки кожи у человека и аскариды не синтезируют гемоглобин. Укажите возможные механизмы, обуславливающие отсутствие гемоглобина в этих клетках.

Задача 2. В результате интоксикации клетка А перестала синтезировать ферменты, обуславливающие начало процессинга, а у клетки Б прекратился синтез ферментов, обеспечивающих сплайсинг. Как это отразится на биосинтезе белка и жизни клетки?

Задача 3. В X-хромосоме человека находится ген, в котором закодирована структура антигемофильного глобулина. У мужчины, подвергавшегося воздействию мутагена, в одном из триплетов этого гена произошла замена одного азотистого основания, но клетка после этого продолжала синтезировать полноценный антигемофильный глобулин. Объясните механизм этого явления.

Изменчивость

Тема 9. Модификационная и мутационная изменчивость

Цель занятия. Изучить фенотипическую и генотипическую изменчивость, механизмы возникновения мутаций.

Уметь:

- дифференцировать фенотипическую и генотипическую изменчивость;
- моделировать возникновение мутаций на молекулярном, хромосомном и геномном уровнях;
- моделировать процессы репарации наследственного материала на молекулярном уровне;

- прогнозировать возможность проявления наследственной патологии в признак.

Мотивационная характеристика. Умение отличать фено- и генотипическую изменчивость необходимо при дифференцировании фенокopies от наследственных патологий. Мутационная изменчивость - причина большинства наследственных болезней. Знание причин и механизмов возникновения мутаций позволяет прогнозировать, предупреждать и лечить наследственные болезни.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) фенотипическую изменчивость, ее характеристики и значение в медицине; 2) понятие нормы реакции, вариационного ряда, вариационной кривой, частоты группы, среднего арифметического, моды и медианы; 3) комбинационную изменчивость и механизмы ее возникновения; 4) мутации, мутагенные факторы; 5) характеристику мутаций на различных уровнях поражения наследственности; 6) хромосомные болезни человека; 7) молекулярные механизмы возникновения генных мутаций, миссенс- и нонсенс-мутаций; 8) понятие репарации; фоторепарация и репарация по типу вырезания; 9) понятие пенетрантности; 10) понятия фено- и генокопирования.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Укажите характерные черты геномных мутаций:
 - 1) изменение структуры гена;
 - 2) изменение структуры ДНК;
 - 3) изменение структуры хромосом;
 - 4) изменение числа хромосом кратно гаплоидному набору;
 - 5) изменение числа хромосом некратно гаплоидному набору.
2. Норма реакции - это:
 - 1) диапазон модификационной изменчивости, обусловленной генотипом;
 - 2) ненаследуемые изменения фенотипа;
 - 3) диапазон изменений, в пределах которого один и тот же генотип дает разные фенотипы;
 - 4) наследуемые изменения фенотипа;
 - 5) реакция на мутаген.
3. Полулетальные мутации:
 - 1) повышают жизнеспособность организма;
 - 2) вызывают гибель в эмбриональном состоянии;
 - 3) понижают жизнеспособность;
 - 4) уменьшают продолжительность жизни;
 - 5) повышают плодовитость.
4. Перечислите типы сбалансированных хромосомных aberrаций:
 - 1) делеция;
 - 2) инверсия;
 - 3) дубликация;
 - 4) транслокация;
 - 5) полиплоидия.

5. Назовите заболевания, относящиеся к геномным мутациям:

- 1) гемофилия;
- 2) синдром Дауна;
- 3) синдром Морфана;
- 4) синдром Морриса;
- 5) синдром Шерешевского-Тернера.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) построение вариационного ряда; 2) построение вариационной кривой; 3) вычисление средней арифметической; 4) вычисление коэффициента вариации; 5) мутации мухи дрозофилы; 6) хромосомные aberrации у насекомых.

Оборудование. 1. Миллиметровая бумага. 2. Цифровые показатели изменчивости признака. 3. Таблицы: схема классификации мутаций; формы мутационной изменчивости; нормальный кариотип мухи дрозофилы; изменение генетического материала мухи дрозофилы; кариотипы людей с хромосомными болезнями. 4. Микропрепараты: нормальный фенотип мухи дрозофилы; фенотипы мухи дрозофилы с мутациями.

Работа 9.1. Построение вариационного ряда

Работа выполняется группой студентов (4-5 человек). Каждая подгруппа использует в качестве учебного материала разные показатели (объем грудной клетки, масса тела, длина початков кукурузы - табл. 2.4). Неодинаковый исходный материал необходим для обеспечения самостоятельности при выполнении работы.

Исследуемые 100 единиц наблюдения составят выборочную совокупность. Выпишите цифровые показатели (варианты), например, массы тела, отдельных индивидуумов в порядке убывания или нарастания величин. Совокупность вариантов, расположенных в определенной последовательности, составит вариационный ряд. Определите крайние варианты ряда, или лимиты изменчивости, т.е. наименьшую и наибольшую массу тела (42 и 70 кг). Крайние варианты, или лимиты, показывают, в каких пределах изменяется признак.

Таблица 2.4. Цифровые показатели модификационной изменчивости (100 единиц наблюдения)

Масса тела, кг				Объем груди, см ³				Длина початков кукурузы, см			
54	70	66	48	90,0	97,5	87,5	90,0	14	10	13	13
62	56	54	47	82,5	92,5	100,0	90,0	9	11	10	12
65	53	64	52	97,5	90,0	97,5	90,0	10	12	17	10
51	50	51	58	87,5	100,0	85,0	90,0	13	15	12	11
50	56	52	54	92,5	82,5	85,0	92,5	16	9	12	14
56	54	62	63	90,0	82,5	90,0	90,0	18	17	9	18
62	50	57	61	95,0	82,5	92,5	90,0	9	10	16	8
60	59	52	52	82,0	82,5	95,0	97,5	12	13	14	15

62 55	69	49	70,0	80,0	87,5	87,5	8	8	13	12
57 49	54	60	82,5	80,0	85,0	82,5	8	13	11	13
62 60	48	52	97,5	92,5	87,5	97,5	13	12	12	10
64 64	51	51	87,5	87,5	82,5	95,0	15	12	14	11
58 56	64	62	92,5	95,0	87,5	95,0	17	19	18	18
49 53	56	53	90,0	80,0	92,5	97,5	20	10	11	9
46 61	66	44	95,0	100,0	80,0	85,0	12	11	13	11
58 54	56	68	82,5	87,5	87,5	87,5	9	12	12	14
50 56	48	54	85,0	90,0	90,0	92,5	21	18	15	12
58 50	60	56	87,5	85,0	85,0	87,5	10	12	7	15
52 57	42	58	85,0	102,5	90,0	92,5	15	14	11	10
50 58	51	48	92,5	87,5	87,5	82,5	17	20	14	12
54 49	56	49	97,5	90,0	95,0	97,5	12	17	10	13
52 56	53	49	80,0	85,0	97,5	92,5	14	11	15	16
69 53	65	56	92,5	95,0	95,0	87,5	9	12	10	10
52 64	64	56	92,5	87,5	92,5	85,0	14	10	11	11
50 53	51	54	95,0	85,0	92,5	85,0	13	16	13	14

Однако большое количество вариант (100), расположенных в один ряд, не дает возможности получить наглядную картину изменчивости признака. Более показательным является построение сгруппированного вариационного ряда. Для этого следует разбить все варианты на группы. Количество групп выбирается произвольно (8-10). Затем определите величину интервала между группами. Для этого разделите разницу между наибольшей и наименьшей величиной признака на число групп. Если, например, эти величины равны 42 и 70 кг, а число групп 7, то величина интервала равняется: $70-42=28:7=4$ кг. Отсюда границы 1-й группы - 42-45 кг, 2-й группы - 46-49 кг, 3-й группы - 50-53 кг, и т.д.

После определения границ группы распределите все варианты по группам и вычислите среднее значение каждой группы; среднее значение равно сумме ее крайних вариант, деленной на 2.

Расположив средние значения групп в порядке нарастания или убывания, получите сгруппированный вариационный ряд, в котором роль отдельных вариант выполняют средние значения групп.

Затем определите частоту каждой группы, т.е. распределение вариант по группам. Увидите, что частота групп неодинакова, средние члены вариационного ряда встречаются чаще.

После этого определите моду (M_0), или модальную группу, т.е. величину, которая встречается наиболее часто в данной совокупности.

Составьте таблицу из двух вертикальных граф. В первую впишите средние значения групп, во вторую - соответствующую им частоту.

Работа 9.2. Построение вариационной кривой

Изобразите вариационный ряд графически. Для этого на оси абсцисс (горизонтальная линия) расположите средние значения групп (массы тела), а по оси ординат (вертикальная линия) - частоту каждой группы. Затем, соединив все точки линиями, получите вариационную кривую (рис. 2.21).

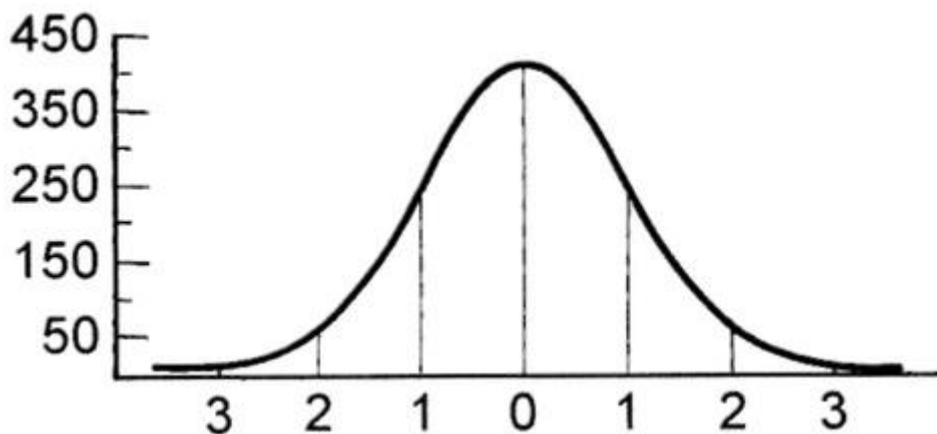


Рис. 2.21. Распределение вариантов в идеальной (биномиальной) кривой

Работа 9.3. Вычисление средней арифметической

Определите среднюю арифметическую (M) данного вариационного ряда. Эта величина является его важной характеристикой, так как выражает общую меру исследуемого признака в совокупности.

Для сгруппированного вариационного ряда средняя арифметическая вычисляется по формуле

$$M = \frac{\sum vp}{n},$$

где M - отклонение среднего значения группы от средней арифметической ряда; v - среднее значение группы; p - частота данной группы; n - число вариантов в совокупности.

Работа 9.4. Определение степени variability признака (среднеквадратическое отклонение)

Величина варьирования признака (масса тела) в изучаемой совокупности (100 мужчин) является важным показателем изменчивости. Она определяется с помощью среднеквадратического отклонения (σ) и позволяет определить величину колебаний значений вариант по отношению к средней арифметической вариационного ряда.

Определяется среднеквадратическое отклонение по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (v - M)^2 p}{n}},$$

1. Найдите отклонения среднего значения группы от среднеарифметической ряда (v-M). При этом получите как положительные, так и отрицательные значения.

2. Возведите в квадрат полученные отклонения, вследствие чего все величины становятся положительными.

3. Суммируйте отклонения, возведенные в квадрат.

4. Вычислите среднеквадратическое отклонение (а) по указанной выше формуле.

Работа 9.5. Вычисление коэффициента вариации

Коэффициент вариации (V) является числом относительным и позволяет сравнить между собой изменчивость различных признаков в разных совокупностях. В зависимости от величины коэффициента различают небольшое варьирование (0-10%), среднее (11-20%), большое (свыше 20%). Коэффициент вариации вычисляется по формуле

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\%,$$

где а - среднеквадратическое отклонение; М - средняя арифметическая.

Работа 9.6. Изучение нормальных особей мухи дрозофилы

Рассмотрите внешнее строение мухи дрозофилы на микропрепарате и определите пол особей.

Муhy дрозофилы имеют мелкие размеры, отделы тела хорошо разграничены. У нормальных мух тело серого цвета, глаза красного цвета. Глаза расположены по бокам головы. Кроме того, на ней расположены короткие сяжки. Грудной отдел серого цвета несет три пары членистых конечностей и пару прозрачных плоских крыльев. Обратите внимание, что длина крыльев превышает длину тела. На брюшке увидите поперечные полосы темного цвета - это скелетные хитиновые пластинки, или тергиты (рис. 2.22). Самки в отличие от самцов имеют более широкое закругленное брюшко, на котором видны восемь тергитов в виде узких поперечных полос темного цвета.

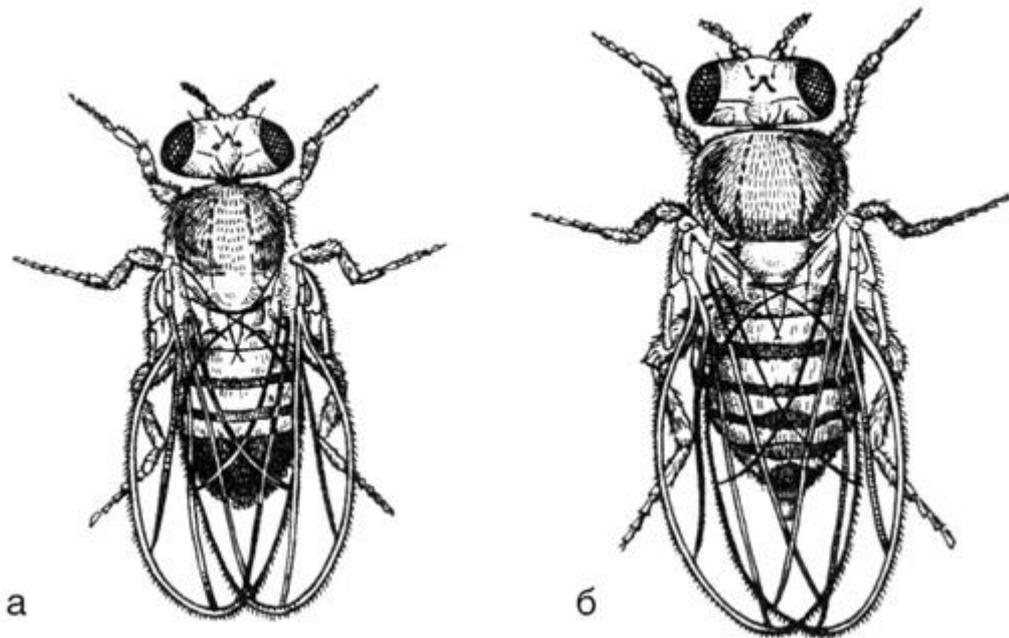


Рис. 2.22. Муха дрозофила: *а* - самец; *б* - самка

У самца брюшко более узкое. На передней части брюшка находятся два тергита, задняя часть брюшка имеет сплошную темную окраску за счет слияния тергитов между собой.

Зарисуйте самца и самку мухи дрозофилы. На рисунке должны быть обозначены: 1) самец; 2) самка.

Работа 9.7. Мутации мухи дрозофилы

На микропрепаратах изучите внешнее строение мух дрозофил с различными видами мутаций. На каждом микропрепарате помещена особь с нормальным фенотипом и особи с каким-либо одним видом мутаций.

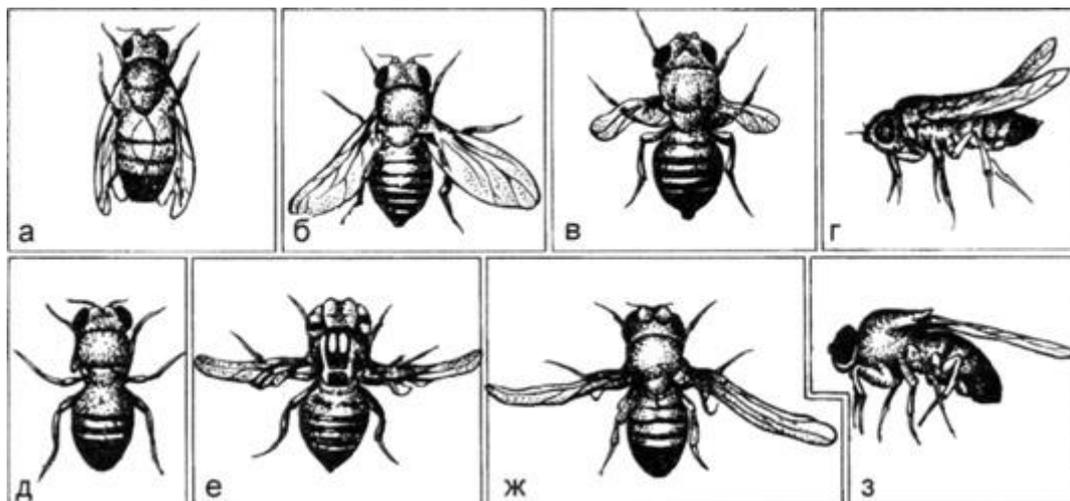


Рис. 2.23. Мутации у мухи дрозофилы: *а* - вырезка на концах крыльев; *б* - пузыревидные крылья; *в* - зачаточные крылья; *г* - поднятые крылья; *д* - бескрылая форма; *е* - узкие (полосковидные) глаза; *ж* - раздвоенные глаза; *з* - таксовидные ноги

Найдите следующие наиболее распространенные виды мутаций (рис. 2.23): мутация Bar - узкие (полосковидные) глаза; мутация White - белые глаза; мутация Black - черная окраска тела; мутация Yellow - желтая окраска тела; мутация Vestigial - зачаточные

крылья; мутация Curly - изогнутые крылья; мутация Cut - вырезка на крыле; мутация Arterous - бескрылая форма.

Рассмотрите на препаратах мутации мух, зарисуйте их. Под рисунком укажите вид мутаций. Затем перерисуйте табл. 2.5.

Таблица 2.5. Мутации мухи дрозофилы

Название мутации	Фенотипическое проявление	Тип наследования	Локус, вид мутации
Bar	Узкие(полосковидные) глаза	Доминантный	Хромосома 1, локус 1,5 Хромосомная перестройка (дубликация)
White	Белые глаза	Рецессивный	Хромосома 1, локус 1,5 Генная мутация
Black	Черное тело	-//-	Хромосома 2, локус 48,5 Генная мутация
Yellow	Желтое тело	-//-	Хромосома 1, локус 0,0 Генная мутация
Curly	Загнутые кверху крылья	Доминантный	Хромосома 2, локус (?) Генная мутация
Vestigial	Зачаточные крылья	Рецессивный	Хромосома 2, локус 67 Генная мутация
Cut	Вырезка крыла	-//-	Хромосома 1, локус 20 Генная мутация

Работа 9.8. Хромосомные aberrации в виде делеции

Хромосомные мутации (aberrации) лучше изучать на политенных (гигантских) хромосомах слюнных желез насекомых в стадии пахинены процесса мейоза.

Возьмите микропрепарат слюнной железы насекомого и рассмотрите под микроскопом с иммерсионным объективом. Клетки слюнной железы имеют крупные размеры, квадратно-округленную форму, цитоплазма клеток розовато-сиреневого цвета. Хромосомы, как правило, находятся вне ядра. Они представляют собой длинную, толстую, причудливо свернутую нить. По длине хромосомы видна поперечная исчерченность в виде темных и светлых полос (хромомеры). В зиготене гомологичные хромосомы конъюгируют, поэтому изучаемая структура представляет бивалент, однако гомологичные хромосомы бивалента настолько плотно прилегают друг к другу, что воспринимаются как одна нить. Хромомеры обеих хромосом образуют единую линию. Для обнаружения делеции (потери участка) внимательно рассмотрите хромосомы.

Делеция может произойти как на конце хромосомы, так и в середине ее плеча, что обнаруживается легче. На более длинной хромосоме бивалента участок, гомологичный утраченному, образует выпуклую петлю (рис. 2.24).

Справа и слева от нее хромомеры обеих хромосом образуют сплошные поперечные линии, т.е. полностью совпадают. На одной хромосоме можно обнаружить несколько делеций.

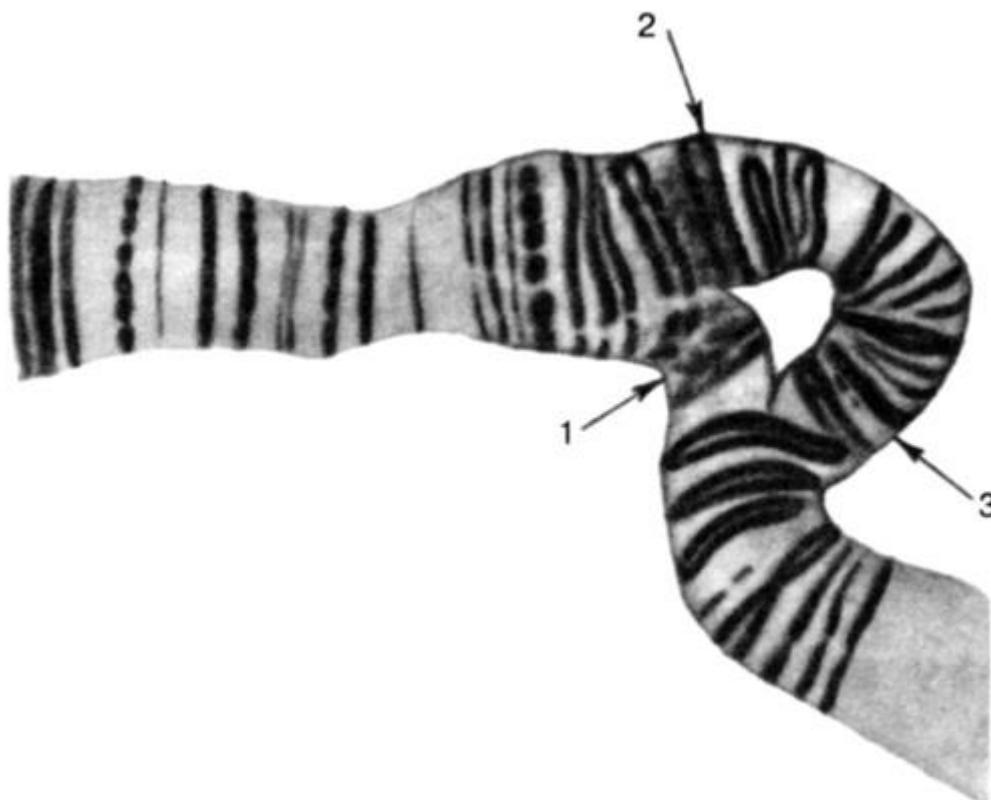


Рис. 2.24. Хромосомные aberrации (делеция) у мухи дрозофилы: 1 - место потери участка в хромосоме; 2 и 3 - границы участка, гомологичного утраченному

Зарисуйте участок хромосомы (бивалента) с делецией. На рисунке должны быть обозначены: 1) район делеций хромосомы с нехваткой; 2-3) границы участка нормальной хромосомы, гомологичного утраченному фрагменту в хромосоме с нехваткой; 4) хромомеры.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задача 1. Врожденная глухота может возникнуть в результате наличия мутантного гена в генотипе плода, но она может развиваться и у организма с нормальным генотипом: а) чем можно объяснить наличие глухоты при нормальном генотипе; б) нужно ли выяснять природу этой аномалии у пациента, если лечение в обоих случаях одинаково?

Задача 2. В медико-генетическую консультацию обратились две супружеские пары, у которых родились дети с незаращением твердого нёба («волчья пасть»). Изучив родословную каждой семьи и выяснив их бытовые и производственные условия, врачи пришли к заключению, что у супругов А. все последующие дети, а также внуки не должны иметь этого дефекта, но у супругов Б. существует большая вероятность появления его у детей и внуков. Укажите возможные механизмы появления данного дефекта у ребенка в семьях А и Б.

Задача 3. Ангиоматоз сетчатки глаза обуславливается доминантным аутосомным геном, пенетрантность которого 50%. Какова вероятность (в процентах) рождения больного ребенка в семье, где оба супруга гетерозиготны по данному гену?

Тема 10. Методы изучения наследственности человека

Цель занятия. Уметь применять методы медицинской генетики для прогнозирования и диагностики наследственных болезней человека. Уметь:

- составлять родословные;
- анализировать родословные;
- прогнозировать риск проявления признаков в потомстве;
- дифференцировать хромосомы человека в кариотипе;
- дифференцировать мужской и женский кариотипы;
- строить идиограмму на основании анализа фотокариограммы;
- диагностировать хромосомные болезни человека на основании анализа фотокариограмм.

Мотивационная характеристика. Умение составлять и анализировать схемы родословных позволяет выявить характер наследования того или иного признака: аутосомно-доминантного, аутосомно-рецессивного, сцепленного с полом. Цитогенетический метод применяют для диагностики хромосомных болезней человека. Генеалогический и цитогенетический методы широко используются при медико-генетическом консультировании. Эти знания и умения необходимы студентам для изучения курсов медицинской генетики, терапии, педиатрии, патологической физиологии и других медицинских дисциплин.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) особенности наследственности человека; 2) основные методы изучения наследственности человека и их роль в диагностике наследственных болезней (генеалогический, биохимический, близнецовый, цитогенетический, популяционно-статистический, генетика соматических клеток); 3) основные группы наследственных болезней (генные, хромосомные, митохондриальные и мультифакториальные); 4) медико-генетическое консультирование; 5) принципы лечения и профилактики некоторых наследственных болезней.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Какие методы используются для анализа сцепления и локализации генов:
 - 1) генетика соматических клеток;
 - 2) популяционно-статистический;
 - 3) близнецовый;
 - 4) генеалогический;
 - 5) дерматоглифика.
2. Укажите особенности кариотипа при синдроме Эдвардса:
 - 1) 47 хромосом XXУ;
 - 2) 47 хромосом XXX;
 - 3) 45 хромосом X0;
 - 4) 47 хромосом, трисомия по 21-й паре аутосом;
 - 5) 47 хромосом, трисомия по 18-й паре аутосом.

3. Какие методы используются для пренатальной диагностики в целях прогноза здоровья ожидаемого ребенка:

- 1) генеалогический метод;
- 2) методы ультразвукового сканирования и амниоцентеза;
- 3) близнецовый метод.
- 4) популяционно-статистический метод;
- 5) дерматоглифика.

4. Укажите распределение полового хроматина в соматических клетках женщины с синдромом Дауна:

- 1) два тельца Барра;
- 2) одно тельце Барра;
- 3) тельце Барра отсутствует;
- 4) три тельца Барра;
- 5) все перечисленное верно.

5. Какие наследственные нарушения приводят к развитию анемии:

- 1) нарушение перехода фруктозы в глюкозу;
- 2) фенилаланина в тирозин;
- 3) тирозина в меланин;
- 4) галактозы в галактозо-1-фосфат;
- 5) замена в положении 6 глутаминовой кислоты на валин.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) составление родословных; 2) анализ родословных, отражающих типы наследования признаков; 3) анализ фотокариограммы (кариотипирование) нормального кариотипа человека (мужского или женского); 4) анализ фотокариограммы (кариотипирование) больных с хромосомными нарушениями.

Оборудование. 1. Таблицы: условные обозначения; схемы аутосомно-доминантного, аутосомно-рецессивного и сцепленного с полом наследования. 2. Материал: схемы родословных, из которых каждый студент должен произвольно выбрать для анализа три схемы. 3. Таблицы: идиограмма хромосом человека: нормальный мужской кариотип; нормальный женский кариотип; кариотипы больных с хромосомными нарушениями. 4. Раздаточный материал: фотокариограммы здоровых людей и больных с хромосомными нарушениями; глазные ножницы, глазные пинцеты, клей, кисточки для клея.

Генеалогический метод включает составление и анализ родословных: является обязательным и, как правило, первым в медико-генетической консультации.

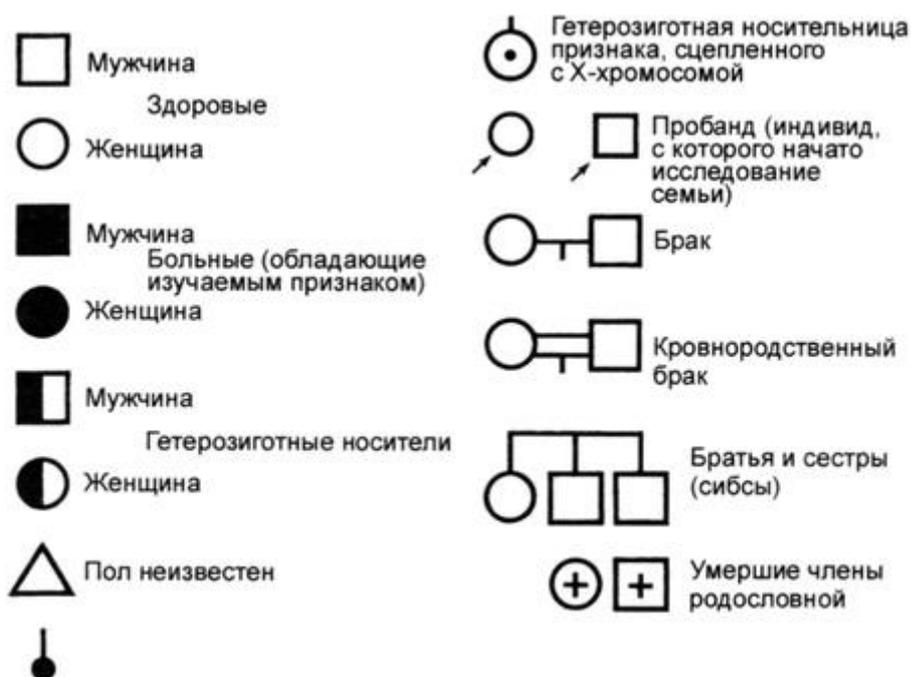
Работа 10.1. Составление родословных

Правила составления родословных. Лицо, по отношению к которому составляется родословная (исследуется наследственность семьи), называется пробандом, его братья и сестры - сибсами. Лица женского пола обозначаются кружком, лица мужского пола - квадратом (рис. 2.25). Пробанд отмечается стрелочкой. Символы членов семьи, несущих исследуемый признак, выделяются с помощью цвета или штриховки.

Каждому поколению семьи отводится одна строка, на ней слева направо в ряд располагаются символы членов семьи в порядке рождения и соединяются с проведенной

над ними горизонтальной линией. Символы лиц, состоящих в браке, соединяются линией брака.

Римскими цифрами обозначаются последовательные поколения, арабскими - потомки одного поколения.



Аборт или мертворожденный

Рис. 2.25. Условные обозначения для составления родословных

Задача 83. Пробанд страдает ночной слепотой. Его два брата также больны. По линии отца пробанда страдающих ночной слепотой не было. Мать пробанда больна. Две сестры и два брата матери пробанда здоровы и имеют только здоровых детей. По материнской линии известно следующее: бабушка больна, дед здоров, сестра бабушки больна, брат здоров. Прадедущка со стороны матери страдал ночной слепотой, его сестра и брат тоже. Жена пробанда, ее родители и родственники здоровы. Составьте родословную семьи и проанализируйте ее.

Задача 84. Пробанд - женщина-правша. Ее две сестры - правши, два брата - левши. Мать - правша. У нее два брата и сестра, все правши. Бабка и дед - правши. Отец пробанда - левша, его сестра и брат - левши, другие два брата и сестра - правши. Составьте родословную.

Задача 85. Две шестипалые сестры Маргарет и Мэри вышли замуж за нормальных мужчин. В семье Маргарет было пять детей: Джеймс, Сусанна и Дэвид - шестипалые, Элла и Ричард - пятипалые. В семье Мэри была единственная дочь Джейн с нормальным строением руки. От первого брака Джеймса с нормальной женщиной родилась шестипалая дочь Сара, от второго брака, также с нормальной женщиной, у него было шесть детей: одна дочь и два сына - пятипалые, две дочери и сын - шестипалые. Элла вышла замуж за нормального мужчину. У них было двое сыновей и четыре дочери, все пятипалые. Дэвид женился на нормальной женщине. Их единственный сын Чарльз оказался шестипалым. Ричард женился на своей двоюродной сестре Джейн. Две их дочери и три сына - пятипалые. На основании приведенных данных составьте родословную семьи и используйте ее для проведения генеалогического анализа на последующих занятиях.

Задача 86. Пробанд имеет нормальный рост, его сестра страдает хондродистрофией (наследственная карликовость в сочетании с резким нарушением пропорций тела). Мать

пробанда здорова, отец болен. По линии отца пробанд имеет двух здоровых теток, одну тетку и одного дядю с хондродистрофией. Тетя с хондродистрофией замужем за здоровым мужчиной, имеет сына-карлика. Здоровая тетя от здорового мужа имеет двух мальчиков и двух девочек, все они здоровы. Дядя-карлик женат на здоровой женщине. У него две нормальные девочки и сын-карлик. Дедушка по линии отца - карлик, бабушка здорова. Определите вероятность появления карликов в семье: а) пробанда, если его жена будет иметь такой же генотип, как он сам; б) сестры пробанда, если она вступит в брак со здоровым мужчиной. Составьте родословную семьи.

Задача 87. Пробанд - здоровая женщина. Ее сестра также здорова, а два брата страдают дальтонизмом. Мать и отец пробанда здоровы. Четыре сестры матери пробанда здоровы, мужья их также здоровы. О двоюродных сибсах со стороны матери пробанда известно: в одной семье - один больной брат, две сестры и брат здоровы; в двух других семьях - по одному больному брату и по одной здоровой сестре; в четвертой семье - одна здоровая сестра. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, дед страдал дальтонизмом. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не обнаружено: а) составьте родословную; б) определите вероятность рождения у пробанда ребенка с дальтонизмом, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

Задача 88. Нормальные в отношении зрения мужчина и женщина имеют сына, страдающего дальтонизмом, и двух дочерей с нормальным зрением. У внука от сына зрения нормальное, внук от одной из дочерей страдает дальтонизмом, а внучка здорова. У другой дочери пять сыновей, имеющих нормальное зрение. На основании приведенных данных составьте родословную семьи.

Задача 89. Пробанд имеет с материнской стороны бабушку с нормальным зрением и дедушку-дальтоника. Мать пробанда - дальтоник, отец имеет нормальное зрение. Каковы генотипы бабушки, дедушки, матери и отца пробанда? Каким зрением обладают он сам и его сестра? Какое зрение будет у его детей, если он женится на женщине, имеющей генотип, подобный генотипу его сестры?

Задача 90. Составьте родословную вашей семьи, проследив наследование любого произвольно выбранного признака (цвет глаз, цвет волос, свободная мочка уха, вьющиеся или прямые волосы и т.д.).

Работа 10.2. Анализ родословных

Выберите - из 16 схем родословных (рис. 2.26-2.41). Укажите в альбоме их номера и для каждой напишите этапы анализа и выводы. Определите:

- 1) тип наследования признака: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с полом;
- 2) генотипы членов семьи;
- 3) степень риска проявления признака в потомстве пробанда.

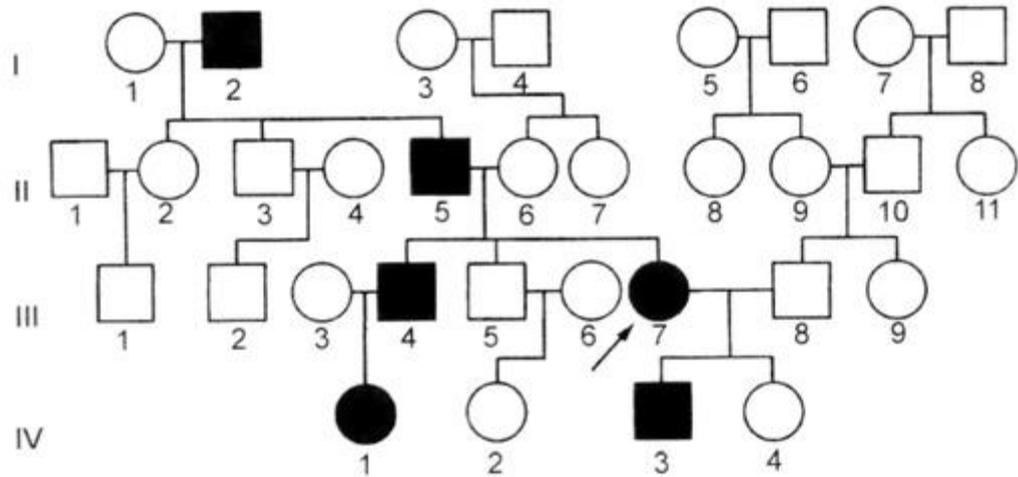


Рис. 2.26. Родословная семьи К. с ахондроплазией. Пробанд (III - 7) и ее брат (III - 4) унаследовали дефект от отца (II - 5) и деда (I - 2) и передали его своим детям (IV - 1, 3). Все больные представители родословной являются гетерозиготными носителями доминантного гена ахондроплазии, что доказывает наличие у них не только пораженных, но и здоровых детей

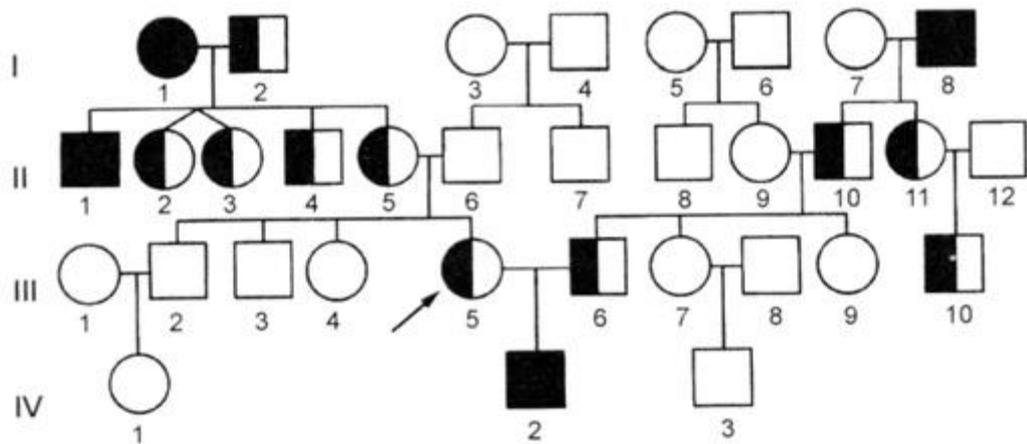


Рис. 2.27. Родословная семьи Ф. с наследственной формой глухоты. Пробанд и ее муж (III - 5, 6), его двоюродный сибс (III - 10) и их дядя (II - 7) клинически здоровы, но являются гетерозиготными носителями рецессивного гена глухоты, унаследованного от родителей. Дед пробанда (I - 2) был гетерозиготен по данному гену, бабушка пробанда (I - 1) и дед ее мужа (I - 8) гомозиготны

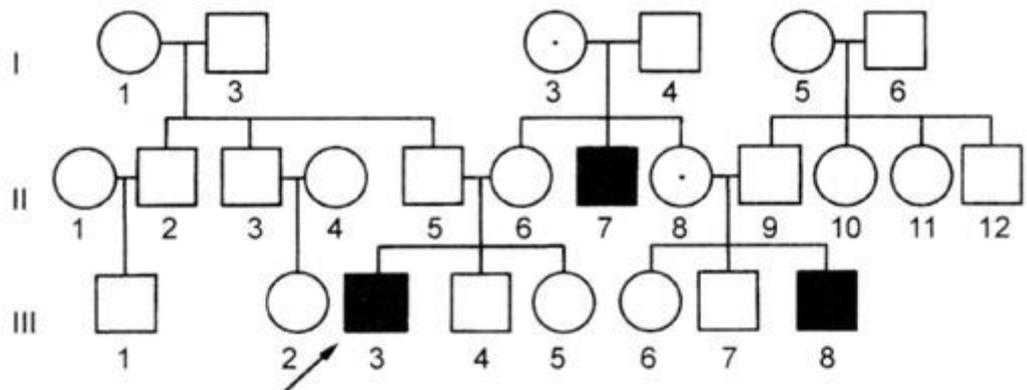


Рис. 2.28. Родословная семьи М. с гемофилией А. Пробанд (III - 3), его двоюродный сибс (III - 8) и их дядя (II - 7) больны

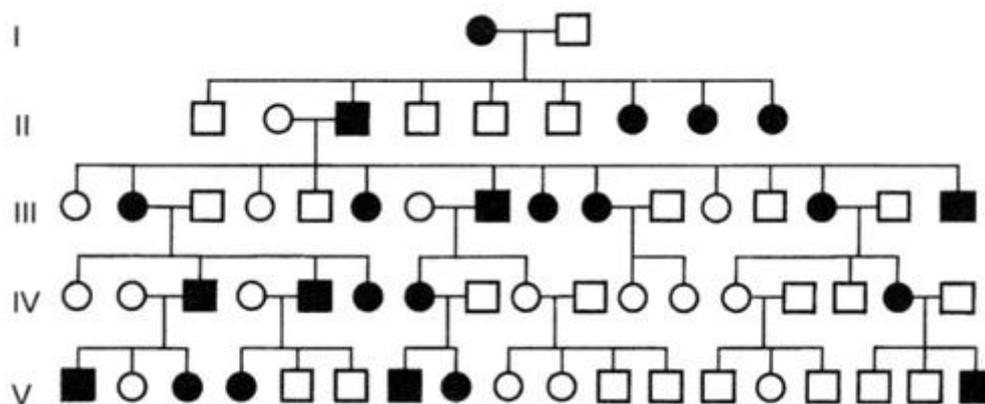


Рис. 2.29. Родословная семьи П. с брахидактилией

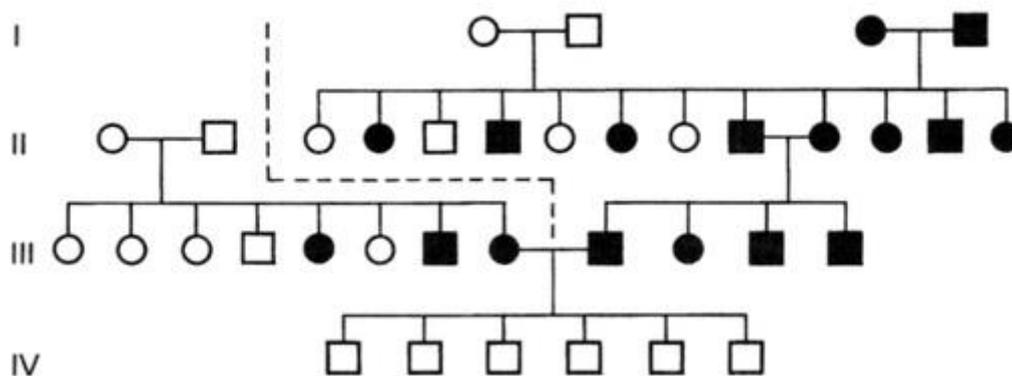


Рис. 2.30. Родословная

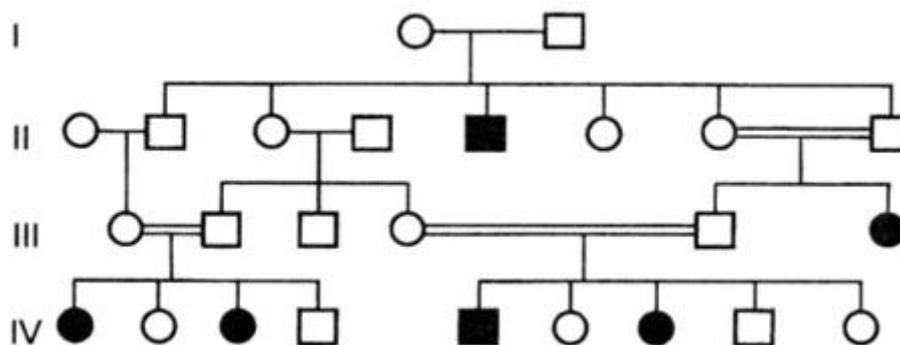


Рис. 2.31. Родословная

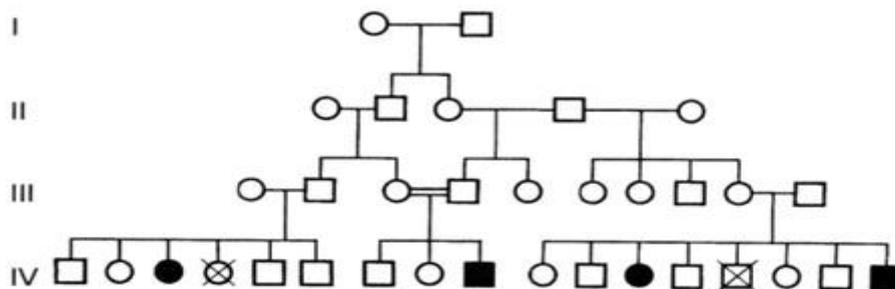


Рис. 2.32. Родословная

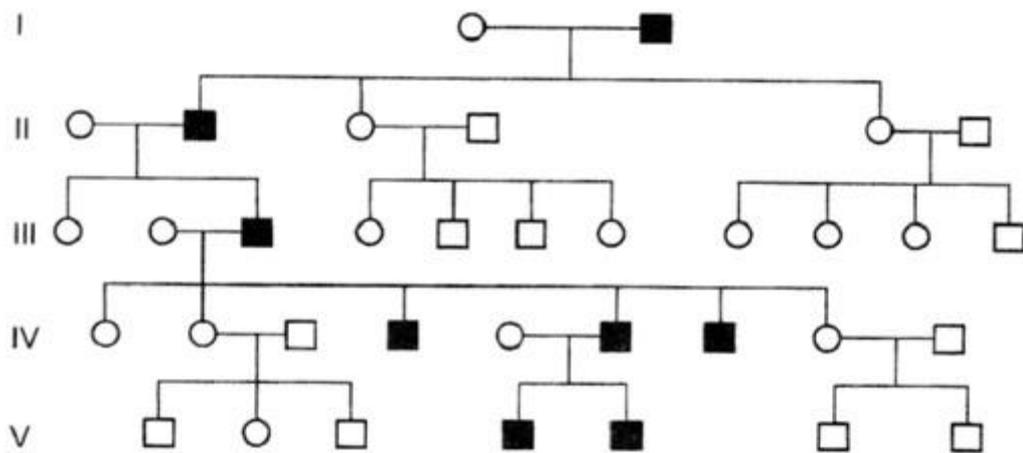


Рис. 2.33. Родословная

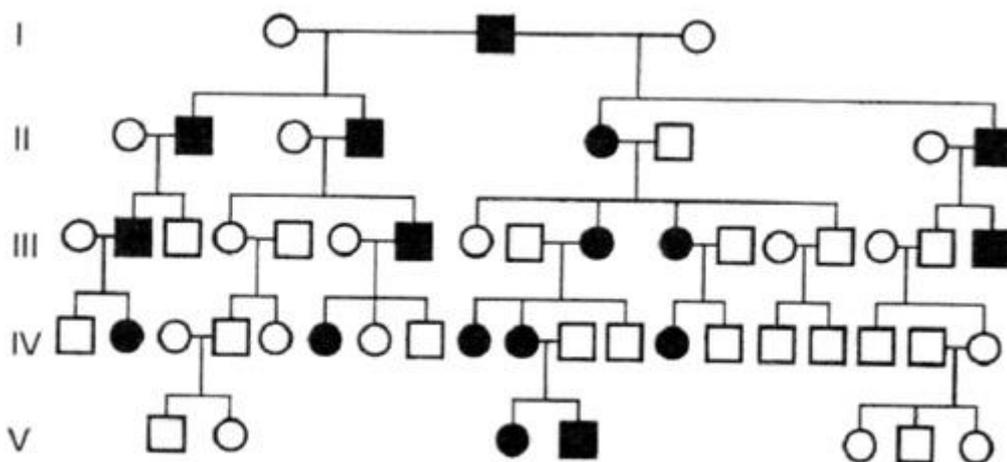


Рис. 2.34. Родословная

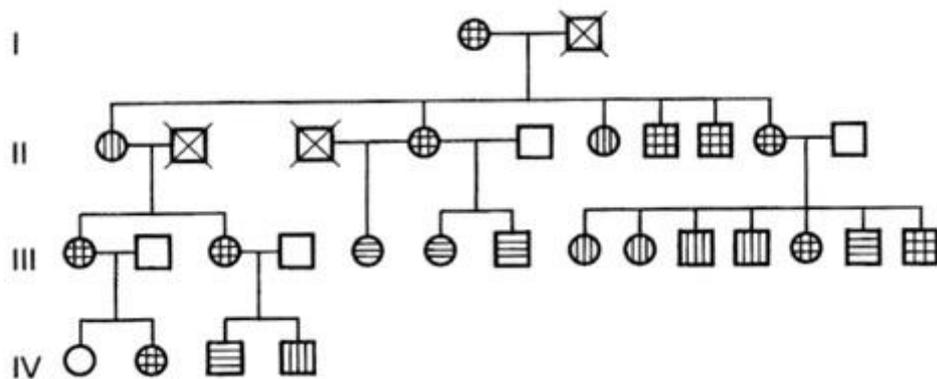


Рис. 2.35. Родословная

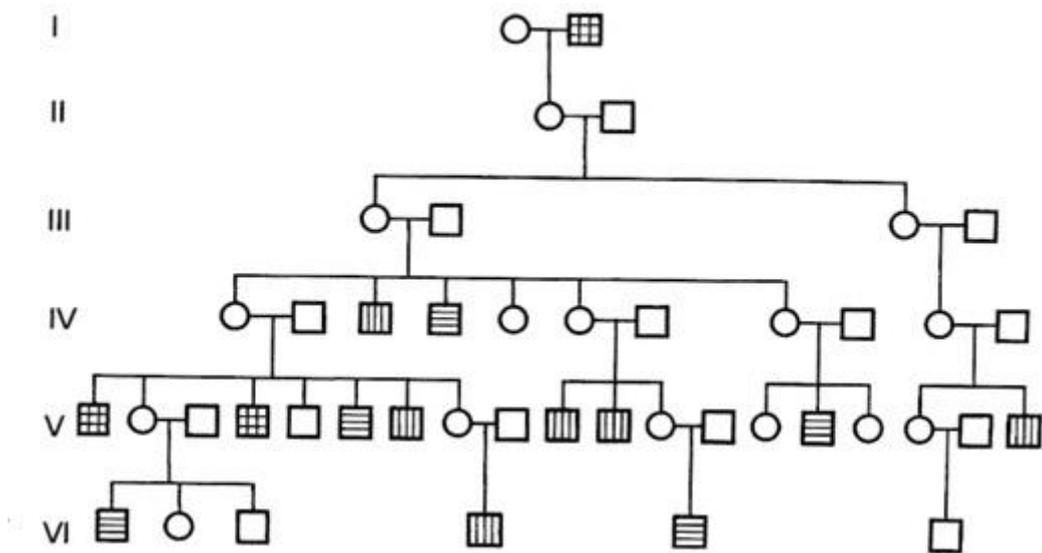


Рис. 2.36. Родословная

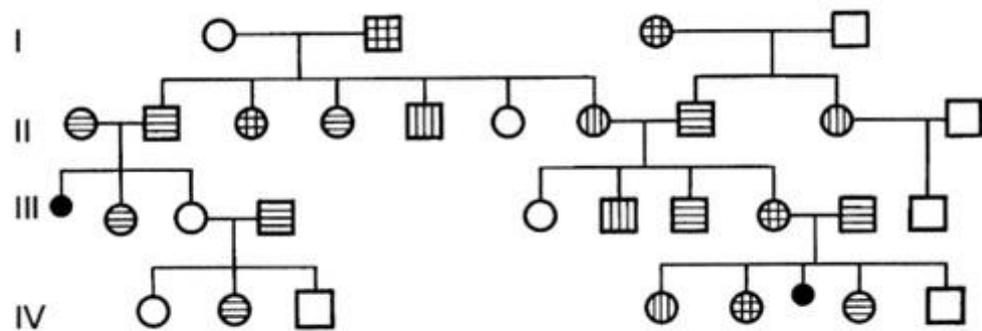


Рис. 2.37. Родословная

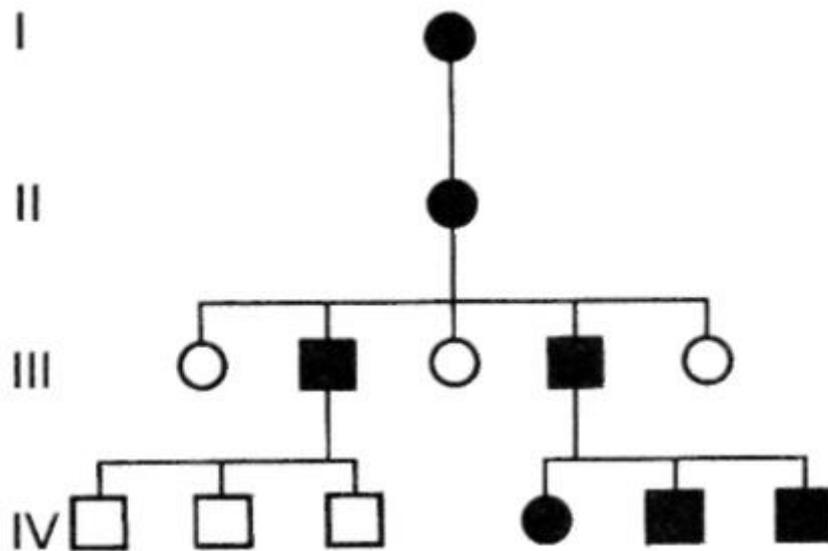


Рис. 2.38. Родословная

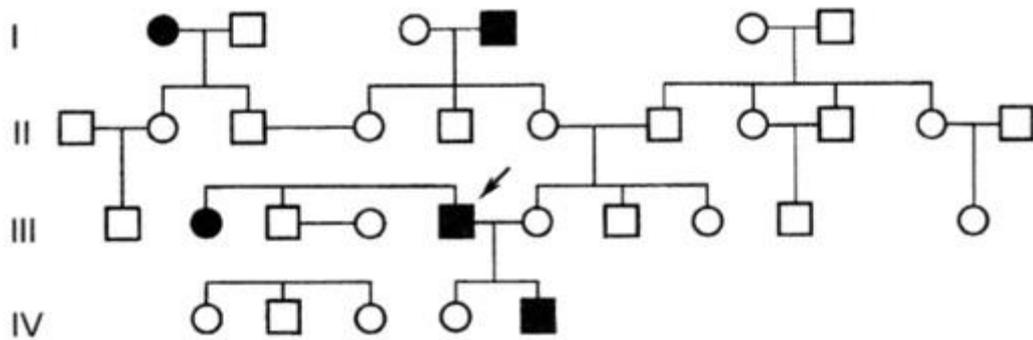


Рис. 2.39. Родословная

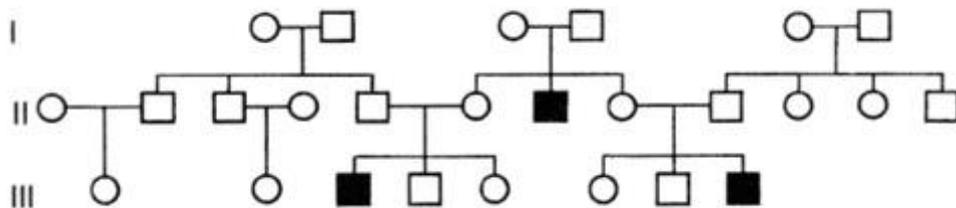


Рис. 2.40. Родословная

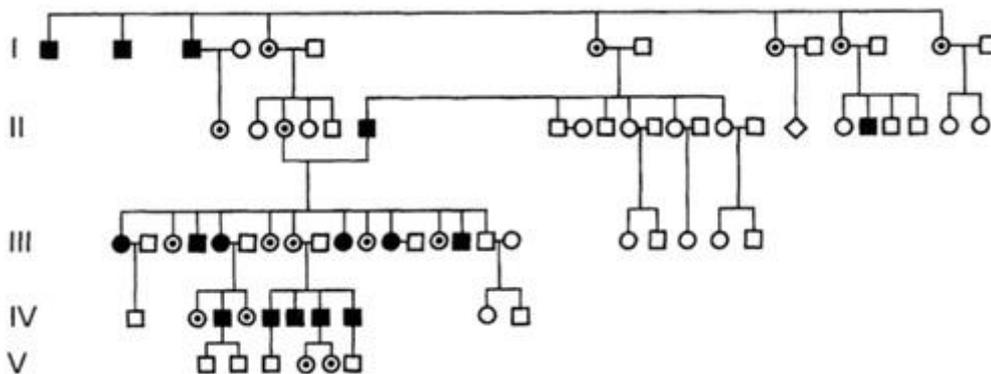


Рис. 2.41. Родословная

Пояснения к решению задач по составлению и анализу родословных

При решении задач обратите внимание на следующее.

1. Для решения вопроса, какой тип наследования имеет место (доминантный или рецессивный), следует учесть фенотип родителей. Если больные дети рождаются у больных родителей (болен один или оба), то признак - доминантный, если у здоровых родителей - признак рецессивный.

2. Проследите связь признака с полом. Если признак проявляется в равной мере у лиц мужского и женского пола, то тип наследования - аутосомный. Если признак проявляется преимущественно или исключительно у лиц одного пола, то имеет место наследование, сцепленное с полом.

3. В определении генотипов может помочь подсчет потомков, несущих признак или не имеющих его в одном поколении (1:1, 3:1 и др.).

В качестве примера проведем анализ родословной, представленной на рис. 2.29 (родословная семьи с брахидактилией). Наследственная патология проявляется в каждом поколении. От браков, где один из родителей имеет брахидактилию, а другой здоров, рождаются дети с аномалией, следовательно, тип наследования - доминантный. Если оба

родителя здоровы, то дети с аномалией не рождаются. Это подтверждает доминантный тип наследования. Брахидактилия в равной мере наблюдается у мужчин и женщин. Следовательно, тип наследования - аутосомный.

Для определения генотипов членов семьи обозначим ген брахидактилии буквой А, а ген нормального строения пальцев - а. В первом поколении здоровых и больных потомков поровну (1:1), что соответствует результатам менделевского анализирующего скрещивания. Следовательно, в исходном браке прабабушка была гетерозиготной (Аа), а прадедушка гомозиготным (аа). Такие же числовые соотношения находим во втором поколении. Значит, все особи с брахидактилией имеют генотип Аа, а все здоровые - аа. Это остается в силе и для следующих поколений.

Вывод: брахидактилия наследуется по аутосомно-доминантному типу. Все члены семьи с брахидактилией - гетерозиготны (Аа), а все здоровые гомозиготны (аа).

Цитогенетический метод позволяет изучить кариотип человека в метафазе клеточного деления. Чаще всего исследуют лимфоциты крови человека или клетки кожи плода, находящиеся в амниотической жидкости, взятой при амниоцентезе. Взятые ткани обрабатывают колхицином, гипотоническим раствором, а затем специально окрашивают. С микропрепарата делают фотографию, анализ которой позволяет поставить диагноз.

Работа 10.3. Анализ фотокариограммы здорового человека

Прежде всего на чистой странице альбома напишите группы хромосом и порядковые номера пар хромосом: 1, 2, 3, 4 и т.д. Используйте табл. 2.6.

Таблица 2.6. Классификация хромосом по размеру и расположению центромеры

Группа хромосом	Номер по кариотипу	Характеристика хромосом
A (I)	1-3	1-я и 3-я - почти метацентрические
B (II)	4, 5	2-я - крупная субметацентрическая
C (III)	6-12	Крупные субметацентрические
D (IV)	13-15	Средние субметацентрические
E (V)	16-18	Средние акроцентрические
F (VI)	19-20	Мелкие субметацентрические
G (VII)	21-22	Самые мелкие метацентрические
X-хромосома (относится к группе III)	23	Акроцентрические
Y-хромосома	23	Мелкая акроцентрическая

На фотокариограмме здорового человека изображены хромосомы в стадии метафазы (метафазная пластинка). С помощью глазных ножниц разрежьте фотографию на несколько фрагментов (2-4), сосчитайте количество хромосом в каждом из них и определите их общее количество, а затем осторожно вырежьте каждую хромосому. По мере вырезания идентифицируйте хромосомы согласно размерам и форме, подбирайте

гомологичные пары. Размещайте их на странице альбома под написанными порядковыми номерами хромосом (рис. 2.42).

После того как все хромосомы вырезаны, еще раз окончательно проверьте правильность подбора гомологичных пар и покажите работу преподавателю.

Сначала определите хромосомы 1-й и 2-й пар - наиболее крупные по размерам. Пара 3 хромосом имеет меньшую длину, чем хромосомы 1-2-й пары, по форме относится к метацентрическим. Пары хромосом 1-3 образуют группу А.

Хромосомы пар 4 и 5 очень сходны по размеру и форме (субметацентрические), поэтому дифференцировать их не нужно, важно отнести их в группу В.

Хромосомы, относящиеся к 6-12-й парам, составляют группу С. Они имеют средние размеры, в основном субметацентрические, хотя различие в длине плеч несколько варьирует. Точно идентифицировать отдельные пары в пределах группы трудно и делать этого не нужно. С хромосомами 8-й пары этой группы по размеру и форме сходна X-хромосома. В связи с этим ее нередко первоначально помещают в группу С. Позднее, когда хромосомы в основном подобраны, найдите X-хромосому среди хромосом этой группы и переместите ее в 23-ю пару.

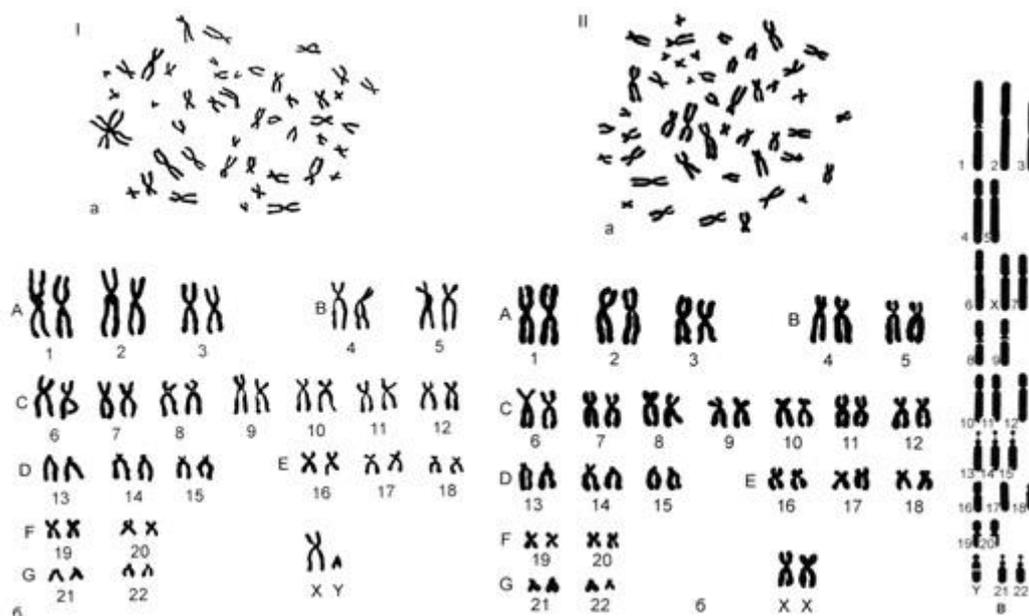


Рис. 2.42. Хромосомный набор мужчины (I) и женщины (II), согласно денверской классификации: а - метафазная пластинка; б - кариотип 4; в - идиограмма; А-Г - группы аутосом; X, Y половые хромосомы; 1-22 -отдельные аутосомы: 1 - метацентрическая, 4-5 субметацентрические, 21-22 - акроцентрические хромосомы

Хромосомы 13-15-й пар (группа D) легко найти, так как они имеют средние размеры и типичную акроцентрическую форму.

Пары 16-18 (группа E) представлены хромосомами меньших размеров, мета- и субметацентрическими. Среди них легче всего идентифицировать 16-ю пару, поскольку она метацентрическая.

Хромосомы 19-й и 20-й пар (группа F) короткие, по форме ближе к метацентрическим.

Хромосомы 21-й и 22-й пар (группа G) самые короткие, акроцентрические.

Пара хромосом 23 у женщин представлена двумя X-хромосомами, одинаковыми по строению. Как уже указывалось, X-хромосома по размеру соответствует 8-й паре хромосом, по форме метацентрическая.

У мужчин 23-я пара состоит из хромосом X и Y. Y-хромосома по размеру и форме соответствует хромосомам 21-й и 22-й пар, имеет типичную акроцентрическую форму. Отличие - параллельное расположение длинных плеч хромосомы.

Подобрав гомологичные пары хромосом, определите, кому принадлежит данный кариотип - мужчине или женщине.

Затем наклейте хромосомы в альбом; хромосомы, образующие одну группу, объедините (сверху или снизу) фигурной скобкой и укажите их группу (А, В и т.д.).

Затем напишите сделанный на основании анализа фотокариограммы вывод. Укажите количество хромосом, нормальный кариотип или нет, мужской или женский и почему.

Работа 10.4. Анализ фотокариограммы больных с хромосомными нарушениями

Работа проводится так же, как и предыдущая. Хромосомы следует вырезать, подобрать пары гомологичных хромосом и наклеить в альбом.

В выводе нужно указать характер хромосомных нарушений: общее количество хромосом, в какой паре хромосом произошло изменение количества хромосом и в каком направлении (моносомия, трисомия и т.д.), название болезни или синдрома (рис. 2.43, 2.44).



Рис. 2.43. Хромосомный набор больных с синдромом Шерешевского-Тернера (моносомия по паре половых хромосом)

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задача 1. Мужчина фенотипически здоров, но у него обнаружена сбалансированная транслокация хромосомы 21 на хромосому 15. Может ли эта мутация отразиться на его потомстве?

Задача 2. Некоторые клетки больного человека имеют нормальный кариотип, другие - 47 или 45 хромосом. Укажите название и возможные механизмы этого явления.

Задача 3. Все клетки больного мужчины имеют 47 хромосом за счет лишней X-хромосомы. Укажите название этой мутации и все возможные механизмы, а также вероятность передачи ее потомству.

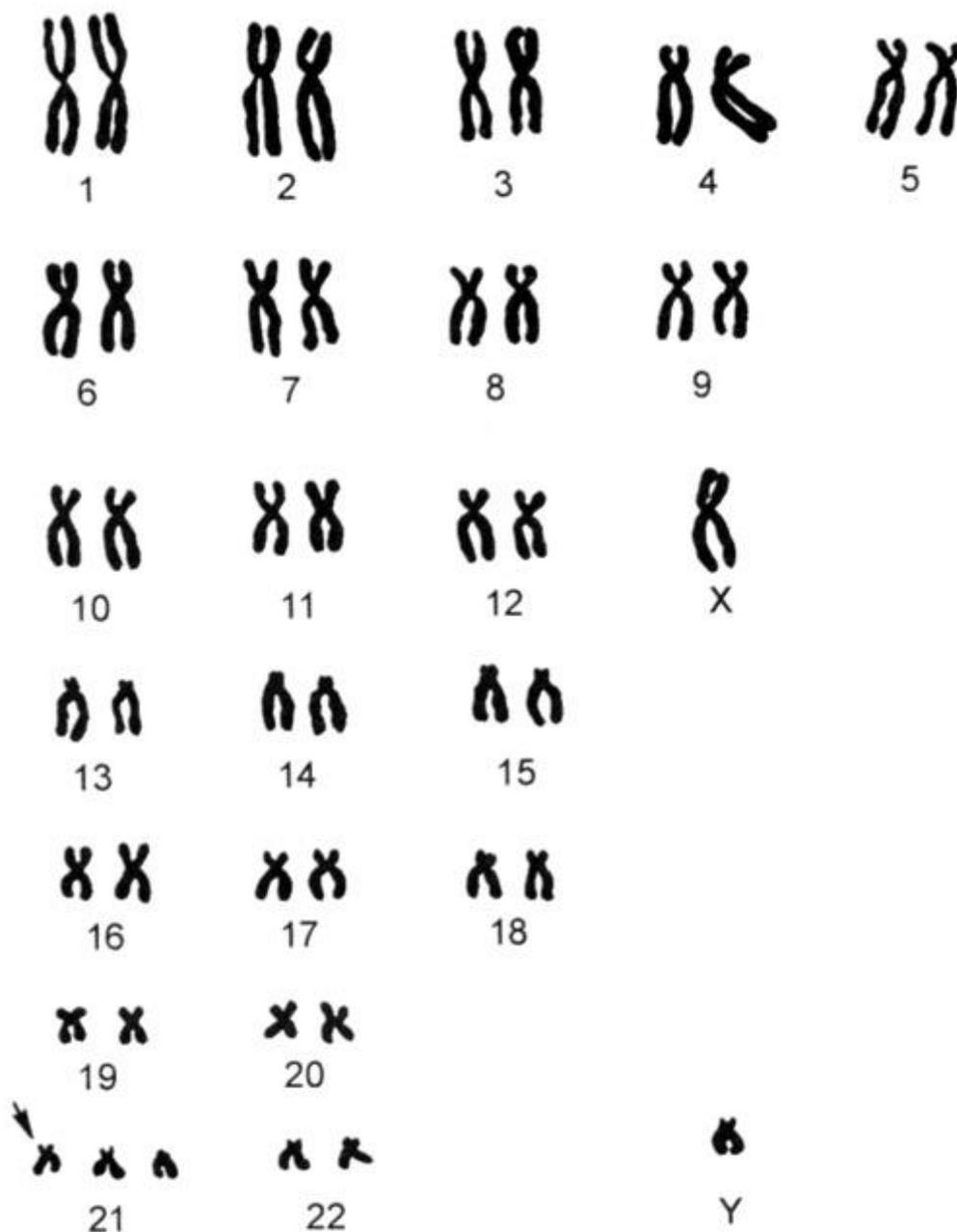


Рис. 2.44. Хромосомный набор мужчины при болезни Дауна (трисомия по 21-й паре аутосом)

Контрольные вопросы к темам 8-10 (основы общей генетики)

1. Строение и функции молекулы ДНК (первичная, вторичная и третичная структуры ДНК, нуклеотиды, комплементарность, антипараллельность).
2. Кодирование информации в клетке. Кодовая система ДНК и белка. Генетический код и его свойства (старт- и стопкодоны). Репликация ДНК, способы, ферменты и значение репликации.
3. Реализация наследственной информации в клетке. Роль ДНК и РНК в передаче наследственной информации. Тонкая структура гена. Интроны, экзоны и спейсеры.
4. РНК, ее виды (про-м-РНК, м-РНК, р-РНК, т-РНК, м-я-РНК), строение и функции.
5. Биосинтез белка, его этапы, особенности у про- и эукариот.
6. Транскрипция (инициация, элонгация, терминация), понятие транскриптона.
7. Процессинг (кепирование, полиаденирование, сплайсинг, альтернативный сплайсинг).
8. Трансляция (инициация, элонгация и терминация). Рекогниция. Кодазы.
9. Классификация генов: гены структурного синтеза белка, р-РНК, т-РНК-цистроны, функциональные гены (регуляторы, модуляторы, энхансеры, сайленсеры).
10. Регуляция генной экспрессии на этапе транскрипции у прокариот. Модель оперона (промотор, оператор, цистроны, регулятор).
11. Регуляция по типу репрессии и по типу индукции. Эффекторы. Особенности регуляции у эукариот. Полицистронная и моноцистронная системы регулирования.
12. Понятие генной инженерии и биотехнологии. Задачи, достижения и перспективы. Генно-модифицированные продукты.
13. Наследственность и изменчивость - фундаментальные свойства живого. Понятия «генотип», «геном», «кариотип», «фенотип». Фенотип как результат реализации генетической информации в условиях среды.
14. Модификационная изменчивость и ее характеристики. Норма реакции. Роль наследственности и среды в развитии человека. Значение модификационной изменчивости в медицине. Фенокопии и генокопии.
15. Комбинативная изменчивость и механизмы ее возникновения. Значение комбинативной изменчивости в наследовании признаков у человека. Система браков. Медико-генетические аспекты семьи.
16. Мутационная изменчивость. Мутагенные факторы среды: физические, химические и биологические. Примеры. Супермутагены.
17. Мутации генеративные и соматические, спонтанные и индуцированные. Значение мутаций в природе и генетике человека. Классификация мутаций по уровню поражения наследственного материала.
18. Генные мутации. Миссенс и нонсенс мутации, молекулярные механизмы их возникновения. Транзиции, трансверсии, фреймшифт-мутации. Частота мутаций в природе. Биологические антимутантные механизмы.
19. Репарация генетического материала. Световая репарация - фотореактивация, темновая репарация - эксцизионная. Ферменты репарации. Ошибки репарации и возникновение мутаций.
20. Хромосомные перестройки (абберации): делеции, дефишенсы, дупликации, инверсии и транслокации.
21. Геномные мутации: полиплоидии, гетероплоидии (анеуплоидии), моносомии, трисомии, нуллисомии. Механизмы их возникновения.

22. Цитоплазматическая наследственность. Митохондриальная наследственность.

23. Методы изучения наследственности человека - генеалогический, цитогенетический, биохимический, близнецовый, популяционно-статистический, дерматоглифический - и их значение в диагностике наследственных болезней человека. Составление и анализ родословной.

24. Монозиготные и дизиготные близнецы. Конкордантность и дискордантность близнецов.

25. Идиограмма хромосом человека. Денверская классификация.

26. Наследственные болезни человека: генные, хромосомные, митохондриальные, мультифакториальная патология. Примеры.

27. Методы диагностики, принципы лечения и профилактика наследственных болезней. Пренатальная диагностика наследственных болезней. Амниоцентез.

28. Медико-генетическое консультирование.

Глава 3. Индивидуальное развитие (онтогенез)

Тема 11. Эмбриогенез

Цель занятия. Уметь выявлять общие закономерности эмбрионального развития на примере зародышей хордовых. Уметь:

- идентифицировать на препаратах разные варианты дробления зародыша и типы бластул;
- идентифицировать на препаратах гастролу и нейрулу с осевыми органами у хордовых;
- обосновать критические периоды эмбриогенеза.

Мотивационная характеристика. Эмбриология человека является одной из наиболее важных областей биологии для медицинской практики. Процессы эмбрионального развития человека и представителей различных классов позвоночных эволюционно связаны между собой, имеют общие черты и существенные различия. Изучение закономерностей эмбрионального развития на примере развития зародышей позвоночных помогает понять сложные механизмы эмбриогенеза у человека. Эти знания являются базой при изучении ряда дисциплин (микробиологии, нормальной и патологической анатомии, патологической физиологии, акушерства, гинекологии, педиатрии и др.).

Задание для самоподготовки

Знать: 1) строение половых клеток; 2) типы яйцеклеток; 3) оплодотворение и его биологическую сущность; 4) дробление и его типы; 5) отличие дробления зародыша от митотического деления соматических клеток; 6) строение и типы бластул; 7) строение гастролы; 8) способы образования гастролы; 9) гисто- и органогенез; 10) эмбриональную индукцию; 11) производные экто-, энтои мезодермы; 12) физико-химические и генетические механизмы эмбриогенеза.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Половые клетки самцов формируются:

- 1) в гоноцитах;

- 2) в гонадах;
 - 3) в полости тела;
 - 4) в семенниках;
 - 5) в сустентоцитах.
2. Тип яйцеклетки у человека по количеству желтка:
- 1) изолецитальная;
 - 2) алецитальная;
 - 3) мезолецитальная;
 - 4) полилецитальная;
 - 5) олиголецитальная.
3. Тип дробления зиготы у ланцетника:
- 1) равномерный;
 - 2) неравномерный;
 - 3) полный;
 - 4) неполный;
 - 5) синхронный.
4. Процесс дробления отличается от митоза тем, что:
- 1) не образует веретено деления;
 - 2) нет интерфазы между дроблениями;
 - 3) репликация ДНК идет в конце телофазы;
 - 4) отсутствует процесс спирализации ДНК в профазе;
 - 5) чередуются полюса деления.
5. Скелетная мускулатура развивается:
- 1) из эктодермы;
 - 2) из энтодермы;
 - 3) из мезодермы;
 - 4) из мезенхимы;
 - 5) из спланхнотома.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) типы дробления зародыша; 2) строение бластулы, гастролы, нейрулы ланцетника, морского ежа и амфибии; 3) строение зародыша курицы на стадии органогенеза; 4) строение зародыша человека с провизорными органами.

Оборудование. 1. Слайды: зародыши морского ежа и позвоночных животных на стадиях дробления, бластулы, гастролы, нейрулы ланцетника, птицы; зародыш человека с провизорными органами. 2. Препараты: зародыши морского ежа, ланцетника и птицы на стадиях дробления, бластулы, гастролы и нейрулы. 3. Таблицы: типы дробления, типы бластул, типы гастрюляции, строение гастролы ланцетника и амфибий; зародыш человека с провизорными органами; стадии нейрулы позвоночных.

Работа 11.1. Дробление полное, равномерное у ланцетника или морского ежа

Стадии 2, 4, 8, 16 и 32 бластомеров.

Проследите этапы дробления по предлагаемым слайдам и таблицам. Обратите внимание на примерно равную величину blastomeres. Зарисуйте в альбом (рис. 3.1).

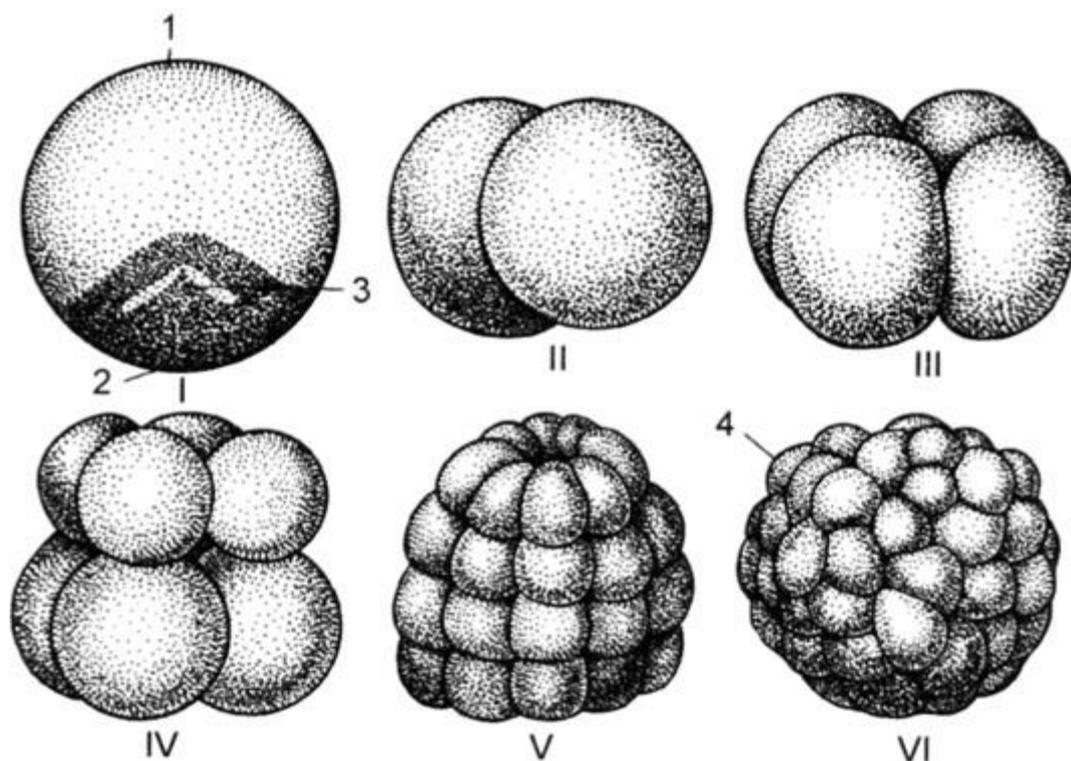


Рис. 3.1. Этапы (I-VI) дробления яйцеклетки ланцетника: 1 - анимальный полюс; 2 - вегетативный полюс; 3 - скопление желтка; 4 - клетки бластодермы

Работа 11.2. Дробление полное, неравномерное у амфибий

Стадии 2, 4, 8, 16 и 32 blastomeres (см. рис. 3.1).

Проследите этапы дробления по предлагаемым слайдам и таблицам. Обратите внимание на размеры blastomeres. Мелкие blastomeres (микромеры) расположены на анимальном, крупные (макромеры) - на вегетативном полюсе. Зарисуйте в альбом.

Работа 11.3. Строение целобластулы ланцетника или морского ежа

На стадии целобластулы научитесь различать основные части бластулы. Найдите бластодерму - стенку бластулы, бластоцель (рис. 3.2).

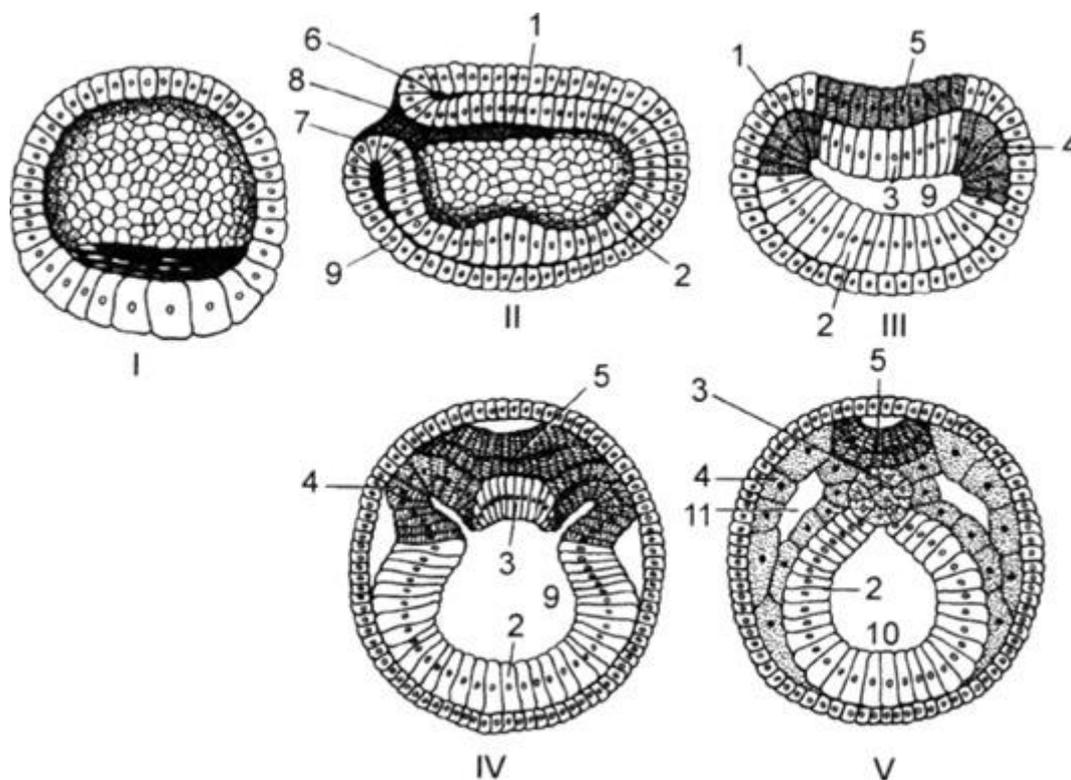


Рис. 3.2. Эмбриогенез ланцетника. I - целобластула; II - гастрюла; III, IV - нейруляция; V - нейрула; 1 - эктодерма; 2 - энтодерма; 3 - хорда; 4 - мезодерма; 5 - нервная пластинка; 6 - верхняя и 7 - нижняя губа бластопора; 8 - бластопор; 9 - полость первичной кишки; 10 - полость вторичной кишки; 11 - целом

Зарисуйте в альбом. На рисунке должны быть обозначены: 1) бластодерма; 2) бластоцель.

Работа 11.4. Строение амфибластулы лягушки

На слайде амфибластулы лягушки найдите бластоцель, микрои макромеры. Зарисуйте в альбом. На рисунке должны быть обозначены: 1) макромеры; 2) микромеры; 3) бластоцель.

Работа 11.5. Строение гастрюлы ланцетника или морского ежа

Тип гастрюляции у зародышей этих животных - инвагинация. Гастрюла имеет вид двухстенной чаши с наружным (эктодермальным) и внутренним (энтодермальным) листками с широко зияющим бластопором, ведущим в гастрюцель (см. рис. 3.2). Бластопор ограничен дорсальной, вентральной и боковыми губами. Найдите на слайде с изображением гастрюлы эктодерму, энтодерму, бластопор, ограниченный губами, и гастрюцель.

Зарисуйте строение гастрюлы. На рисунке должны быть обозначены: 1) эктодерма; 2) энтодерма; 3) бластопор; 4) гастрюцель.

Работа 11.6. Нейрула ланцетника, лягушки и птицы

На данной стадии развития у зародыша ланцетника под эктодермой на спинной стороне локализуется нервная трубка, под которой проходит плотный тяж клеток - хорда. Симметрично по бокам от них располагаются сомиты, образующиеся из дорсальной мезодермы. Вентральная мезодерма, превращающаяся в спланхнотом, расщеплена на два листка: париетальный (соматоплевра) и висцеральный (спланхноплевра), которые ограничивают целомическую полость. Сравните нейрулу ланцетника, лягушки и птицы (см. рис. 3.2-3.3; рис. 3.4 - см. цв. вклейку). Зародыш птицы проходит стадию неполного

дискоидального дробления. Нейрула лежит на желтке. Желток не дробится. Куриный зародыш, лишенный желтка, напоминает нейрулу ланцетника (см. рис. 3.2) и лягушки (см. рис. 3.3).

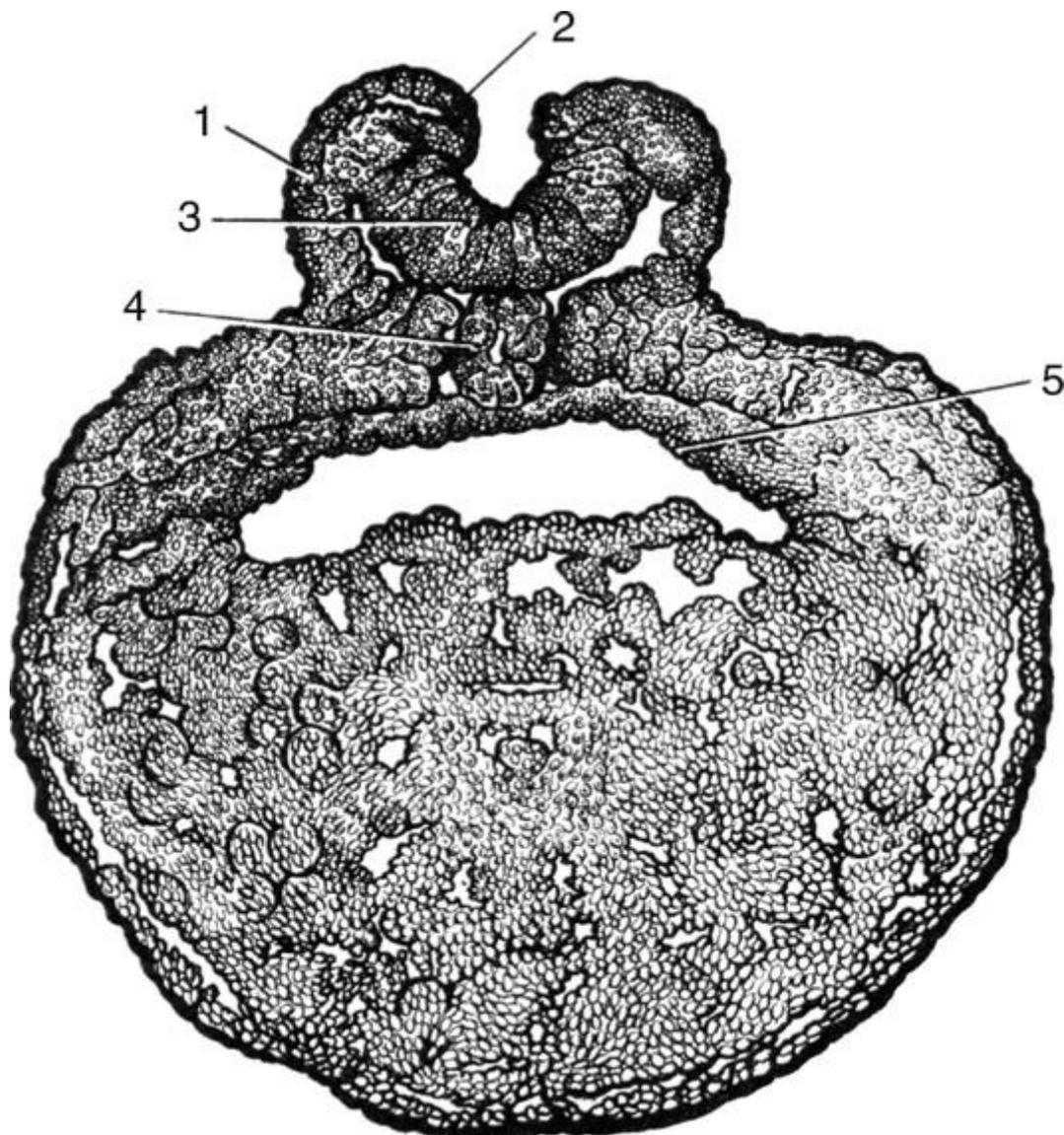


Рис. 3.3. Ранняя нейрула лягушки (поперечный разрез): 1 - эктодерма; 2 - нервный валик; 3 - медуллярная пластинка; 4 - хорда; 5 - энтодерма

Рассмотрите строение нейрулы ланцетника, лягушки и птицы на слайдах и зарисуйте. На рисунке должны быть обозначены: 1) эктодерма; 2) энтодерма; 3) нервная трубка; 4) хорда; 5) сомиты; 6) спланхноплевра; 7) соматоплевра; 8) целом.

Работа 11.7. Строение зародыша человека с провизорными органами

Провизорные органы (от лат. *provideo* - предвижу, забочусь) - временные органы у зародыша, исчезающие в процессе его развития. Рассмотрите на слайде наружную оболочку - хорион (ворсинчатую оболочку). Хорион непосредственно контактирует со стенкой матки и образует плаценту, обеспечивая обмен веществ между организмом матери и плодом. Амниотическая оболочка (амнион) окружает зародыш, образуя амниотическую полость. Амниотическая полость заполнена жидкостью и предохраняет зародыш от высыхания. Рассмотрите на слайде желточный мешок - орган питания, дыхания и кроветворения. Это расширенный вырост средней кишки зародыша. Зародышевая оболочка (аллантаис) закладывается как вырост заднего отдела кишечной трубки. Этот орган невелик, в его мезенхиме образуются кровеносные сосуды пуповины.

Зарисуйте в альбом. На рисунке должны быть обозначены: 1) хорион; 2) амнион; 3) амниотическая полость; 4) зародыш; 5) желточный мешок; 6) аллантоис; 7) пупочный канатик; 8) плацента; 9) внезародышевый целом.

Контроль итогового уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Внутренний зародышевый листок гастролы:

- 1) эктодерма;
- 2) мезодерма;
- 3) энтодерма;
- 4) бластодерма;
- 5) мезенхима.

2. Отверстие, с помощью которого гастральная полость зародыша сообщается с окружающей средой:

- 1) бластопор;
- 2) гастрощель;
- 3) бластощель;
- 4) цитостом;
- 5) целом.

3. Процесс образования нервной трубки у зародыша: 1) сегментация и я;

- 2) нейруляция;
- 3) деляминация;
- 4) дифференциация;
- 5) эпиволия.

4. Сомиты формируются:

- 1) из эктодермы;
- 2) из мезодермы;
- 3) из энтодермы;
- 4) из бластодермы;
- 5) из мезенхимы.

5. Скелетная мышечная ткань развивается:

- 1) из эктодермы;
- 2) из сомитов;
- 3) из энтодермы;
- 4) из бластодермы;
- 5) из мезодермы.

Контрольные вопросы к теме 11 (индивидуальное развитие)

1. Понятие «онтогенез», его типы, периоды, стадии и особенности у животных и человека.

2. Прогенез. Осеменение и оплодотворение. Акросомная и кортикальная реакции при оплодотворении.

3. Стадии эмбриогенеза позвоночных животных и их характеристика.
4. Дробление, его характеристика, варианты дробления и зависимость от типа яйцеклетки (голобластическое равномерное и неравномерное, меробластическое периферическое и дискоидальное). Типы бластул.
5. Гастроула, строение и способы образования (инвагинация, иммиграция, деламинация и эпиболия).
6. Способы образования мезодермы (телобластический и энтероцельный).
7. Закладка осевых органов. Зародышевые листы (экто-, энтои мезодерма). Строение нейрулы у позвоночных животных.
8. Гисто- и органогенез. Производные экто-, энто- и мезодермы. Процесс органогенеза и морфогенеза. Формирование систем органов.
9. Провизорные органы зародыша и их функции (амнион, хорион, плацента, аллантоис и желточный мешок).
10. Критические периоды эмбриогенеза. Аномалии развития и уродства. Тераогенные факторы.
11. Понятие «эпигенетика». Реализация наследственной информации в клетках в процессе эмбриогенеза. Понятия амплификации генов, омнипатентности клеток, клеточной дифференцировки, специализации клеток и эмбриональной индукции. Стволовые клетки. Клонирование.
12. Постэмбриональный период, его характеристика и стадии (дорепродуктивная, репродуктивная и пострепродуктивная).
13. Старение и его механизмы. Теории старения. Геронтология и гериатрия.

Глава 4. Основы медицинской паразитологии. Основы медицинской протозоологии. Подцарство простейшие (Protozoa). Тип простейшие (Protozoa)

Тема 12. Саркомастигофоры (*Sarcomastigophora*). Класс Саркодовые (*Sarcodina*, *Rizopoda*)

Цель занятия. Уметь идентифицировать паразитических представителей класса Саркодовые на препаратах. Уметь:

- дифференцировать дизентерийную, ротовую и кишечную амёб;
- дифференцировать стадии развития дизентерийной амёбы;
- дифференцировать факультативных паразитов: акантамеб и неглерий;
- обосновать методы диагностики и профилактики амёбной дизентерии.

Мотивационная характеристика. Представители Саркомастигофоры являются возбудителями паразитарных заболеваний человека (табл. 4.1):

- дизентерийная амёба - цистонительство, амёбиаз;
- почвенные амёбы - менингоэнцефалиты;
- трипаносомы - сонная болезнь, болезнь Чагаса;
- лейшмании - кожный, кожно-слизистый, висцеральный лейшманиозы;
- трихомонады - мочеполовой и кишечный трихомониозы;
- лямблии - лямблиоз.

Свободноживущие акантамебы и неглерии являются факультативными паразитами человека и животных. Знания морфофункциональной характеристики и особенностей жизненных циклов паразитов используются студентами при изучении эпидемиологии паразитарных болезней, терапии и других медицинских дисциплин.

Таблица 4.1. Простейшие (*Protozoa*), имеющие медицинское значение

Тип, класс, отряд	Род, вид возбудителя	Заболевания
<i>Sarcomastigophora</i> , класс <i>Sarcodina</i> (<i>Rizopoda</i>) (Саркодовые) отряд <i>Amoebida</i>	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Acanthamoeba castellanii</i> <i>Naegleria fowleri</i>	Амебиаз Амебный менингоэнцефалит Первичный амебный менингоэнцефалит
<i>Mastigophora</i> (Жгутиконосцы), класс <i>Flagellata</i> отряд <i>Kinetoplastida</i>	<i>Trypanosoma brucei</i> subsp. <i>gambiense</i> <i>Trypanosoma brucei</i> subsp. <i>rhodesiense</i> <i>Trypanosoma brucei</i> subsp. <i>Trypanosoma cruzi</i> <i>Leishmania donovani</i> <i>Leishmania tropica</i> <i>Leishmania brasiliensis</i> <i>Leishmania mexicana</i>	Африканские трипаносомозы (сонная болезнь) Американский трипаносомоз (болезнь Чагаса) Висцеральный лейшманиоз (кала-азар) Кожный лейшманиоз Старого Света Кожно-слизистый лейшманиоз Нового Света Диффузный кожный лейшманиоз Нового Света
Отряд <i>Diplomonadida</i>	<i>Lambliа intestinalis</i> (<i>Giardia lamblia</i>)	Лямблиоз
Отряд <i>Trichomonadida</i>	<i>Trichomonas vaginalis</i> <i>Trichomonas intestinalis</i> <i>Trichomonas tenax</i>	Мочеполовой трихомониаз Кишечный трихомониаз Ротовой трихомониаз
<i>Apicomplexa</i> (апикомплекса), класс <i>Sporozoa</i> , отряд <i>Eucoccidiida</i> , подотряд <i>Eimeriina</i>	<i>Isoospora belli</i> <i>Sarcocystis lindermannii</i> <i>Toxoplasma gondii</i>	Кокцидиоз, изоспориоз Саркоспоридиоз Токсоплазмоз

Подотряд <i>Haemosporina</i>	<i>Plasmodium vivax</i> <i>Plasmodium falciparum</i> <i>Plasmodium malariae</i> <i>Plasmodium ovale</i>	Трехдневная малярия Тропическая малярия Четырехдневная малярия Малярия овале
Ciliophora (Инфузории), класс Ciliata (Ресничные инфузории)	<i>Balantidium coli</i>	Балантидиаз

Задание для самоподготовки

Знать: 1) классификацию подцарства Простейшие, Саркомастигофоры; 2) морфофизиологическую характеристику представителей подцарства, типа, классов, отрядов и отдельных видов - паразитов человека (Саркомастигофоры); 3) циклы развития и возможные пути заражения человека - основных облигатных и факультативных паразитов - представителей Саркомастигофор; 4) патогенное действие паразитических Саркомастигофор; 5) методы диагностики и профилактики протозойных заболеваний; 6) географическое распространение представителей Саркомастигофор.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Каким путем проникает в организм человека возбудитель амебиаза:
 - 1) трансмиссивным (при укусе москита);
 - 2) воздушно-капельным (при контакте с больным);
 - 3) пищевым (занесение в ротовую полость с невымытыми фруктами, овощами, водой);
 - 4) контактно-бытовым (при пользовании общим полотенцем, мочалкой);
 - 5) алиментарным (личинки в продуктах питания).
2. Для диагностики амебиаза исследуют:
 - 1) мокро ту;
 - 2) фекалии;
 - 3) кровь;
 - 4) дуоденальное содержимое;
 - 5) лимфу.
3. Какие органеллы служат для передвижения саркодовых:
 - 1) ложноножки;
 - 2) жгутики;
 - 3) реснички;
 - 4) миофибриллы;
 - 5) трихоцисты.
4. В каких органах паразитирует *Naegleria fowleri*:
 - 1) желудок;
 - 2) просвет толстой кишки;
 - 3) оболочки мозга;

- 4) кровь;
 - 5) спинномозговая жидкость.
5. Заражение *Acanthamoeba castellanii* происходит:
- 1) воздушно-капельно;
 - 2) с укусом мухи цеце;
 - 3) фекально-орально;
 - 4) с укусом москита;
 - 5) алиментарно.

Аудиторная работа

Содержание: 1) изготовление препарата из культуры амёб; 2) наблюдение за живыми амёбами и изучение их строения на примере свободноживущих амёб протеус и инваденс; 3) изучение вегетивных форм и цист дизентерийной амёбы на окрашенном фиксированном препарате с помощью иммерсионного объектива; 4) изучение жизненного цикла дизентерийной амёбы, акантамёб и неглерий (по схеме).

Оборудование. 1. Таблицы: систематика простейших; схемы жизненных циклов дизентерийной амёбы, акантамёб и неглерий. 2. Микропрепараты: мазок фекалий больного амёбиазом. 3. Живая культура амёб. 4. Пипетки, предметные и покровные стекла, иммерсионное масло, микроскопы.

Работа 12.1. Амёба (Amoeba proteus)

Амёбы обитают в иле стоячих водоемов с большим содержанием органических остатков. Их собирают вместе с илом сачком со дна. Собранный ил помещают в стеклянную банку с водой из того же водоема. Затем амёб пересаживают на питательную среду. Последнюю заготавливают заранее следующим образом: кипяченую воду отстаивают 1-2 дня для насыщения кислородом воздуха, наливают в чашки Коха, куда кладут 4-5 зерен сырого очищенного риса. Через 2 дня пипеткой из банки с илом берут пробы и под контролем лупы амёб пересаживают в чашки с питательной средой. Через мес амёбы размножаются в большом количестве. Через 1,5-2 мес производится пересадка на свежую среду.

Амёб легко также обнаружить в лабораторных культурах инфузорий (в бактериальной пленке, образующейся на поверхности культуры).

Возьмите пипеткой и нанесите на предметное стекло каплю культуры с амёбами. Неподвижно укрепите препарат на предметном столике микроскопа. Дайте амёбам расправиться, так как от сотрясения при приготовлении препарата они съеживаются. Через несколько минут амёбы начинают двигаться.

Amoeba proteus (рис. 4.1) - одна из самых крупных амёб; тело ее достигает 0,2-0,7 мм. Рассмотрите препарат при слабом увеличении без покровного стекла. Чтобы лучше видеть очертания амёб, можно увеличить резкость изображения при помощи диафрагмы. При просмотре препарата нужно избегать резких толчков. Найдите наиболее крупный экземпляр амёбы и осторожно поместите его в центр поля зрения. Рассмотрите ее внешний вид, перетекание эндоплазмы и передвижение амёбы в направлении образования псевдоподии.

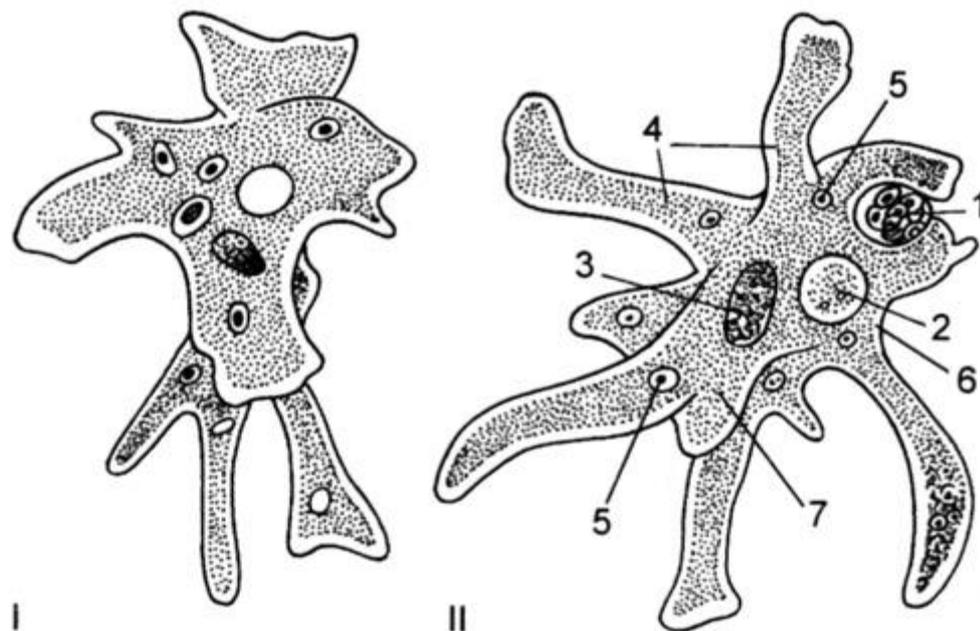


Рис. 4.1. Амеба (*Amoeba proteus*): I - в движении; II - захватывающая пищу: 1 - захваченный пищевой комок; 2 - пульсирующая вакуоль; 3 - ядро; 4 - псевдоподии; 5 - пищеварительная вакуоль; 6 - эктоплазма; 7 - эндоплазма

Работа 12.2. Ротовая (десневая) амеба (Entamoeba gingivalis)

Сделайте шпателем соскоб зубного налета в области шеек зубов (лучше больших коренных). На предметное стекло нанесите каплю изотонического раствора хлорида натрия. В каплю поместите соскоб, накройте покровным стеклом. Рассмотрите препарат под иммерсионным объективом. Среди обильной микрофлоры видны амебы (рис. 4.2), которые выделяются крупными размерами и большим светопреломлением. Амебы очень подвижны; передвигаясь, они выпускают широкие эктоплазматические псевдоподии. По форме ротовые амебы очень похожи на просветную форму дизентерийной амебы.

Рассмотрите амебу. Ядро в неокрашенных препаратах не видно, но в пищеварительных вакуолях заметны фагоцитированные бактерии и более крупные, зеленоватого цвета лейкоциты на разных стадиях переваривания.

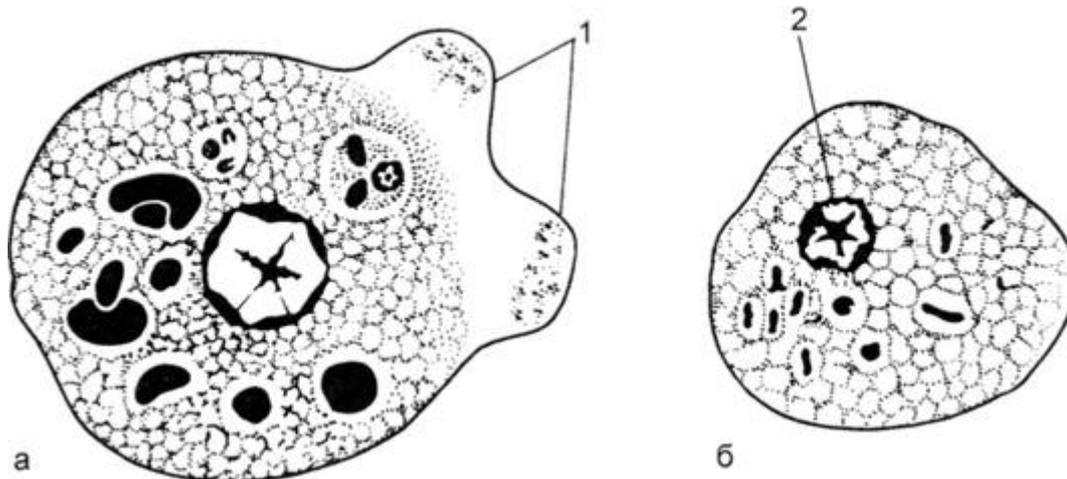


Рис. 4.2. Ротовая амеба с фагоцитарными лейкоцитами (а) и бактериями (б): 1 - псевдоподии; 2 - ядро с пятиугольной карисомой

Зарисуйте амебу. На рисунке должны быть обозначены: 1) ложноножки; 2) включения; 3) пищеварительные вакуоли.

Работа 12.3. Дизентерийная амеба (*Entamoeba histolytica*)

Рассмотрите под микроскопом мазок фекалий больного амебиазом (увеличение $\times 90$). На препарате в поле зрения видны остатки непереваренной пищи, клетки кишечного эпителия, среди которых находятся амебы, отличающиеся от них более крупными размерами.

Дизентерийная амеба имеет округлую или овальную форму, так как при обработке препарата псевдоподии втягиваются. Бесцветная и прозрачная эктоплазма обычно видна только с одной стороны. Эндоплазма имеет синевато-серую окраску. Рассмотрите строение ядра. Для него характерны правильно-округлая форма и наличие кариосомы, расположенной точно в центре. Хроматин ядра, как правило, располагается в виде радиальных нитей (рис. 4.3, 4.4).

Строение ядра является главным признаком, позволяющим отличить на препарате *Entamoeba histolytica* от других видов амеб. В эндоплазме некоторых амеб можно видеть темные округлые тельца. Это эритроциты, фагоцитированные амебой. Вокруг эритроцитов обычно видна светлая зона, представляющая собой пищеварительную вакуоль. Наличие эритроцитов в цитоплазме дизентерийной амебы является важным диагностическим признаком, позволяющим отличить ее от кишечной амебы, питающейся бактериями.

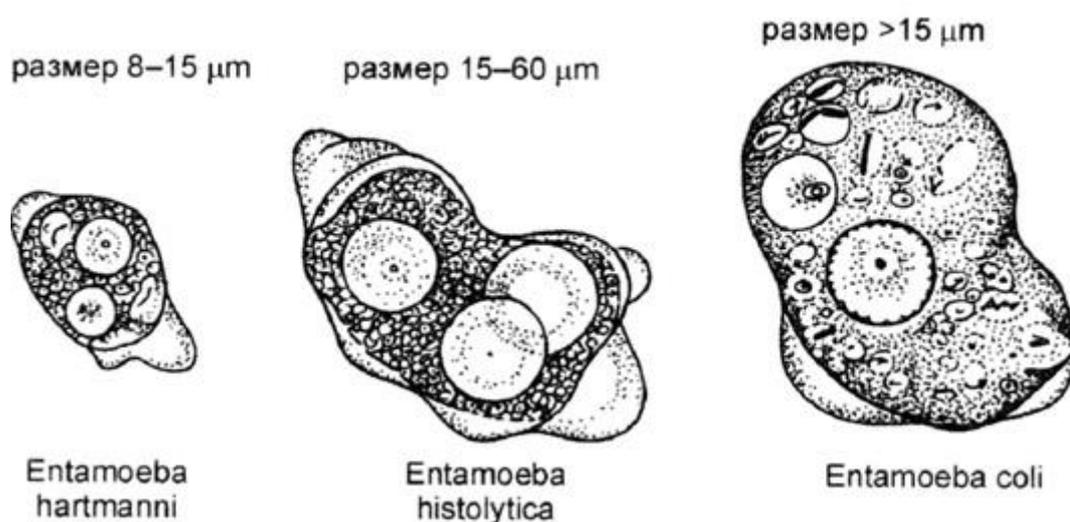


Рис. 4.3. Амебы, обитающие в кишечнике человека: *Entamoeba hartmanni*, *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*

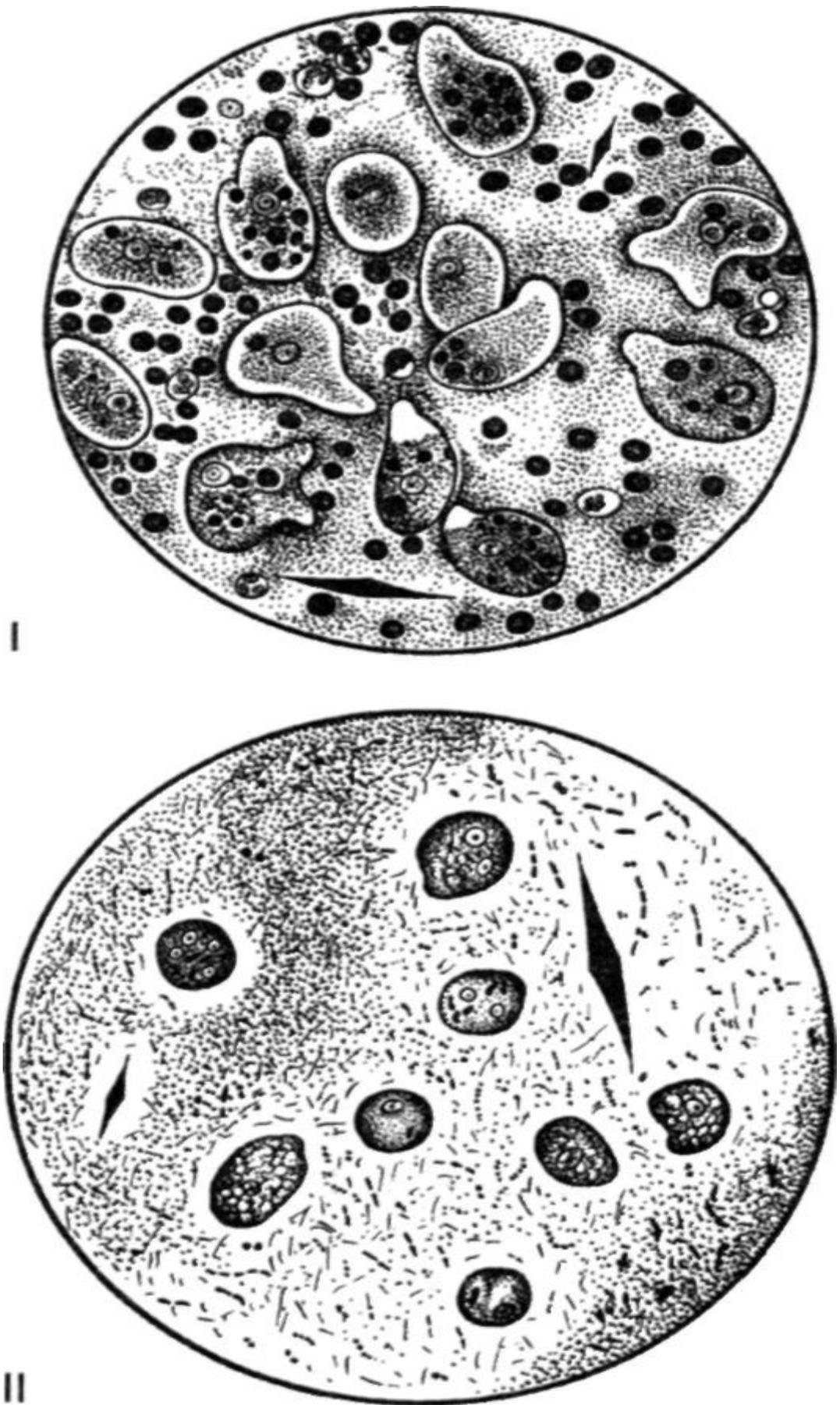


Рис. 4.4. Дизентерийная амеба (*Entamoeba histolytica*). Картина стула больного: I - при амёбной дизентерии: крупные дизентерийные амебы с заглоченными эритроцитами; II - при хроническом амёбиазе: мелкие дизентерийные амебы, их цисты

Зарисуйте амебу. На рисунке должны быть обозначены: 1) эктоплазма; 2) эндоплазма; 3) ядро; 4) кариосома; 5) пищеварительные вакуоли амебы с фагоцитированными эритроцитами.

В кишечнике человека, кроме амебы дизентерийной, обитают еще пять видов, квалифицируемых как комменсалы, которые питаются остатками пищи или омертвевшими клетками эпителия, утилизируемыми ими без ущерба для хозяина (см. рис. 4.3, 4.4).

Работа 12.4. Жизненный цикл амебы дизентерийной (*Entamoeba histolytica*)

По схеме жизненного цикла амебы (рис. 4.5) изучите последовательные стадии ее развития (*minuta* и *imagna*), сравните размеры форм, объясните механизм перехода просветной непатогенной формы (*minuta*) в патогенную форму (*magna*).

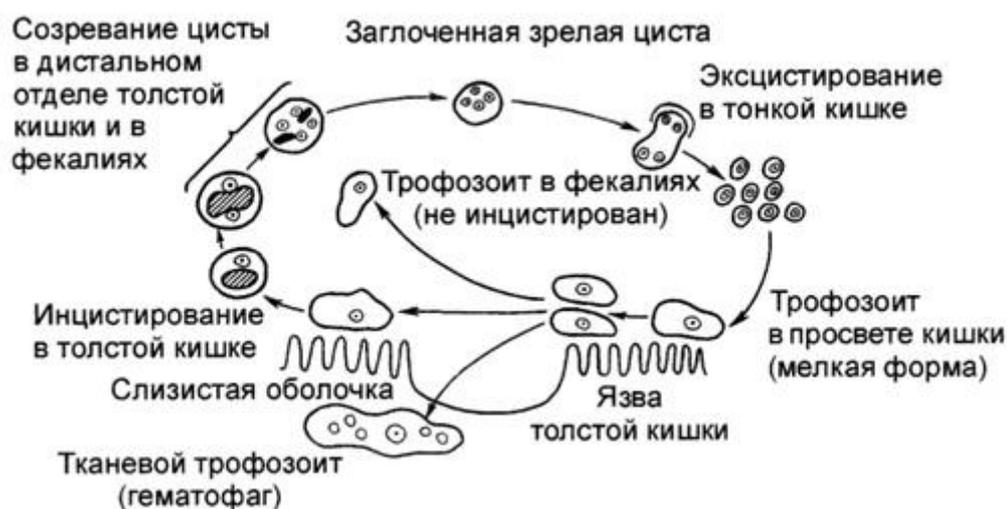


Рис. 4.5. Жизненный цикл *Entamoeba histolytica*

Определите инвазионные стадии амебы, возможные пути заражения и формы амебиаза.

Работа 12.5. *Amoeba invadens*

Свободноживущая амеба, которая обитает в естественных водоемах, осадках сточных вод и грязи канализационных люков, очень похожа на дизентерийную амебу по форме псевдоподий и характеру движений.

Возьмите длинной пипеткой культуру амебы из пробирки, капните на предметное стекло, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом МБР-1 (x40).

В поле зрения видны активно передвигающиеся амебы небольшого размера. В эндоплазме хорошо видны фагоцитированные зерна крахмала в виде четко очерченных округлых опалесцирующих телец. Они передвигаются вместе с перетекающей эндоплазмой.

Внимательно рассмотрите форму псевдоподий и проследите за способом их образования (быстрое выбрасывание).

Зарисуйте амебу на нескольких последовательных этапах передвижения, покажите меняющуюся форму тела, форму псевдоподий.

На рисунке должны быть обозначены: 1) псевдоподии; 2) зерна крахмала.

Работа 12.6. Жизненный цикл факультативных паразитов человека родов *Acanthamoeba* и *Naegleria*

Амебы данных родов (рис. 4.6) обитают главным образом в почве и загрязненной воде как сапрофитные организмы. Но они растут в теплой воде, их обнаруживают в хлорированной питьевой воде и в увлажнителях систем кондиционирования. Эти амебы относятся к условно-патогенным (факультативным) паразитам.

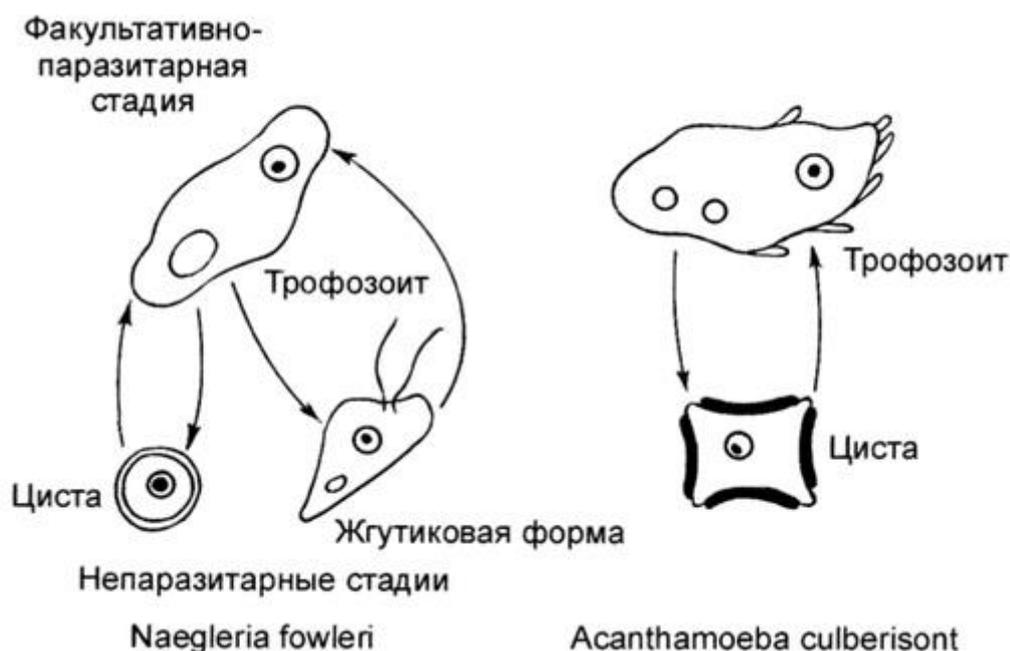


Рис. 4.6. Формы жизненного цикла почвенных амеб, потенциально патогенных для человека

Но, попадая в полость носа, амебы проникают в эпителий носа и затем через ольфакторную пластинку попадают на мозговые оболочки, вызывая острый менингоэнцефалит. Изучите схему жизненных циклов по рис. 4.6, выявите их особенности и сделайте выводы о возможных путях заражения и профилактики.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. При анализе фекалий больного, поступившего из Астраханской области в летний период и жалующегося на частый стул, обнаружены 4-ядерные цисты. Поставьте больному диагноз и определите тактику лечения.

Задание 2. При анализе пунктата абсцесса печени у больного А. обнаружены вегетативные формы, имеющие центрально расположенную глыбку хроматина в ядре и эритроциты в цитоплазме. Назначьте дополнительное исследование и поставьте больному А. диагноз.

Задание 3. При обследовании фекалий школьников у пяти человек обнаружены 4-ядерные цисты. Дети в летний период находились на санаторном лечении в Крыму и за последние 6 мес жалоб на желудочно-кишечный тракт не имели. Поставьте диагноз.

Тема 13. Класс Жгутиконосцы (*Mastigophora, Flagellata*)

Цель занятия. Научиться идентифицировать на препаратах представителей класса Жгутиконосцы, патогенных для человека, и обосновать методы диагностики и профилактики вызываемых ими болезней.

Уметь:

- анализировать морфологические особенности основных трех отрядов класса на примере паразитов человека: лейшманий, трипаносом, лямблий и трихомонад;

- обосновать особенности циркуляции возбудителей облигатно- и факультативно-трансмиссивных заболеваний на примере лейшманиозов и трипаносомозов;
- идентифицировать морфологические особенности вегетативных форм и цист паразитов человека класса Жгутиконосцы;
- обосновать методы диагностики и профилактики лейшманиозов, трипаносомозов, трихомониазов и лямблиозов.

Мотивационная характеристика. Представители класса Жгутиконосцы являются возбудителями многих паразитарных заболеваний человека: сонной болезни, болезни Чагаса, висцерального лейшманиоза, кожного лейшманиоза, кожно-слизистого лейшманиоза, мочеполового и кишечного трихомониазов, лямблиоза.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) классификацию класса Жгутиконосцы; 2) морфологические особенности всех представителей класса Жгутиконосцы: лейшманий, трипаносом, трихомонад и лямблии; 3) географическое распространение паразитических жгутиконосцев; 4) патогенное действие паразитических жгутиконосцев; 5) методы диагностики, пути заражения и способы профилактики лямблиоза, трихомониазов, трипаносомозов и лейшманиозов.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий) Выберите правильные ответы.

1. Каким путем проникает в организм человека возбудитель африканского трипаносомоза:

- 1) трансмиссивным;
- 2) перкутанном;
- 3) алиментарным;
- 4) георальным;
- 5) воздушно-капельным.

2. Каким путем проникает в организм человека возбудитель кожного лейшманиоза:

- 1) контактно-бытовым;
- 2) воздушно-капельным;
- 3) трансмиссивным;
- 4) георальным;
- 5) алиментарным.

3. Какой материал используется для диагностики лямблиоза:

- 1) фекалии;
- 2) пунктат из печени;
- 3) кровь;
- 4) мокрота;
- 5) дуоденальное содержимое.

4. Назовите природный резервуар висцерального лейшманиоза:

- 1) рыбы;
- 2) собаки;
- 3) птицы;

4) лягушки;

5) крысы.

5. К каким заболеваниям относится африканский трипаносомоз:

1) к природно-очаговым;

2) облигатно-трансмиссивным;

3) не трансмиссивным;

4) не очаговым;

5) факультативно-трансмиссивным.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) строение трипаносом на фиксированных препаратах; 2) лептомонадную и безжгутиковую формы лейшманий; 3) вегетативную форму трихомонады; 4) мазки фекалий больного лямблиозом.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика простейших; строение трипаносом и лейшманий, лямблий и трихомонад; схемы жизненных циклов простейших. 2. Микропрепараты: мазок крови лошади, содержащий *Trypanosoma equiperdum*, промастигота (лептомонадные формы) лейшманий (мазок), внутриклеточные формы лейшманий (отпечатки органов лабораторных животных, вегетативные формы, мазок фекалий больного лямблиозом). 3. Микроскопы. 4. Иммерсионное масло.

Отряд: *Kinetoplastida* (в основании жгутика имеется кинетопласт; паразиты человека имеют только один жгутик). Род: *Trypanosoma*, *Leishmania*.

Работа 13.1. Трипаносома (Trypanosoma equiperdum) - трипаносомная форма (трипромастигота)

В мазке крови лошади с помощью микроскопа (x90) рассмотрите строение трипаносомы - возбудителя заболевания лошадей, морфологически сходного с трипаносомами, патогенными для человека. Все поле зрения занято округлыми эритроцитами розового цвета. Между ними найдите удлинённые тельца, окрашенные в сине-фиолетовый цвет, - это трипаносомы.

Рассматривая отдельную трипаносому (на примере *Trypanosoma brucei subsp. gambiense*), увидите в средней части тела крупное продолговатое ядро красновато-фиолетового цвета. На заднем конце тела найдите кинетопласт (блефаропласт), характерный для жгутиковых, в виде точки фиолетового цвета. От него отходит жгутик, который идет вдоль тела и свободно выступает на переднем конце. Между жгутиком и телом у некоторых более крупных экземпляров можно видеть ундулирующую мембрану (рис. 4.7).

Зарисуйте несколько эритроцитов и 2-3 трипаносомы, правильно отразив соотношение размеров. На рисунке должны быть обозначены: 1) трипаносома; 2) цитоплазма; 3) ядро; 4) кинетопласт; 5) жгутик; 6) ундулирующая мембрана (если видна); 7) эритроциты.

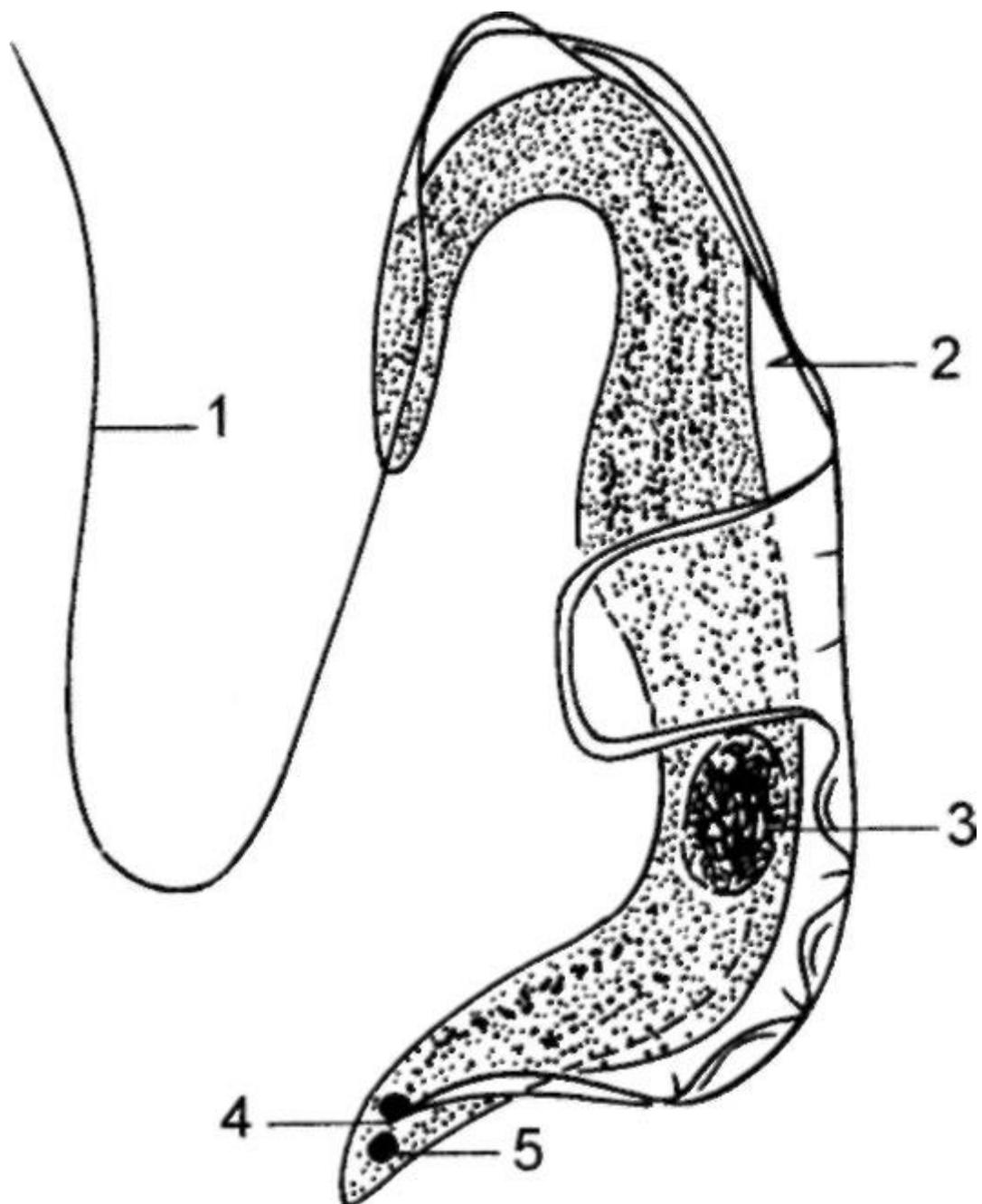


Рис. 4.7. Трипаносома (*Trypanosoma brucei subsp. gambiense*): 1 - жгутик; 2 - ундулирующая мембрана; 3 - ядро; 4 - базальное тело; 5 - блефаропласт (кинетоласт)

Работа 13.2. Жизненный цикл возбудителей африканского трипаносомоза (сонная болезнь): *Trypanosoma brucei subsp. gambiense*, *Trypanosoma brucei subsp. rhodesiense*

Морфологически и по циклу развития эти две трипаносомы не отличаются друг от друга, поэтому в соответствии с рис. 4.7-4.8 изучите подробно цикл развития в организме природных резервуаров (позвоночные животные и человек) и в организме переносчика (муха цеце).

Сделайте выводы об особенностях эпидемиологии антропонозного гамбийского и зоонозного родезийского типов африканского трипаносомоза.

Цикл развития в переносчике:

1. При попадании в желудок мухи после кровососания трипомастиготы к 3-4-му дню изменяются морфологически, становятся более узкими (эпимастиготы), интенсивно бинарно делятся.

2. К 10-му дню эпимастиготы проникают за перитрофическую мембрану желудка и мигрируют в сторону пищевода.

3. К 20-му дню трипаносомы концентрируются в слюнных железах, где многократно делятся и переходят в короткую инвазионную стадию.

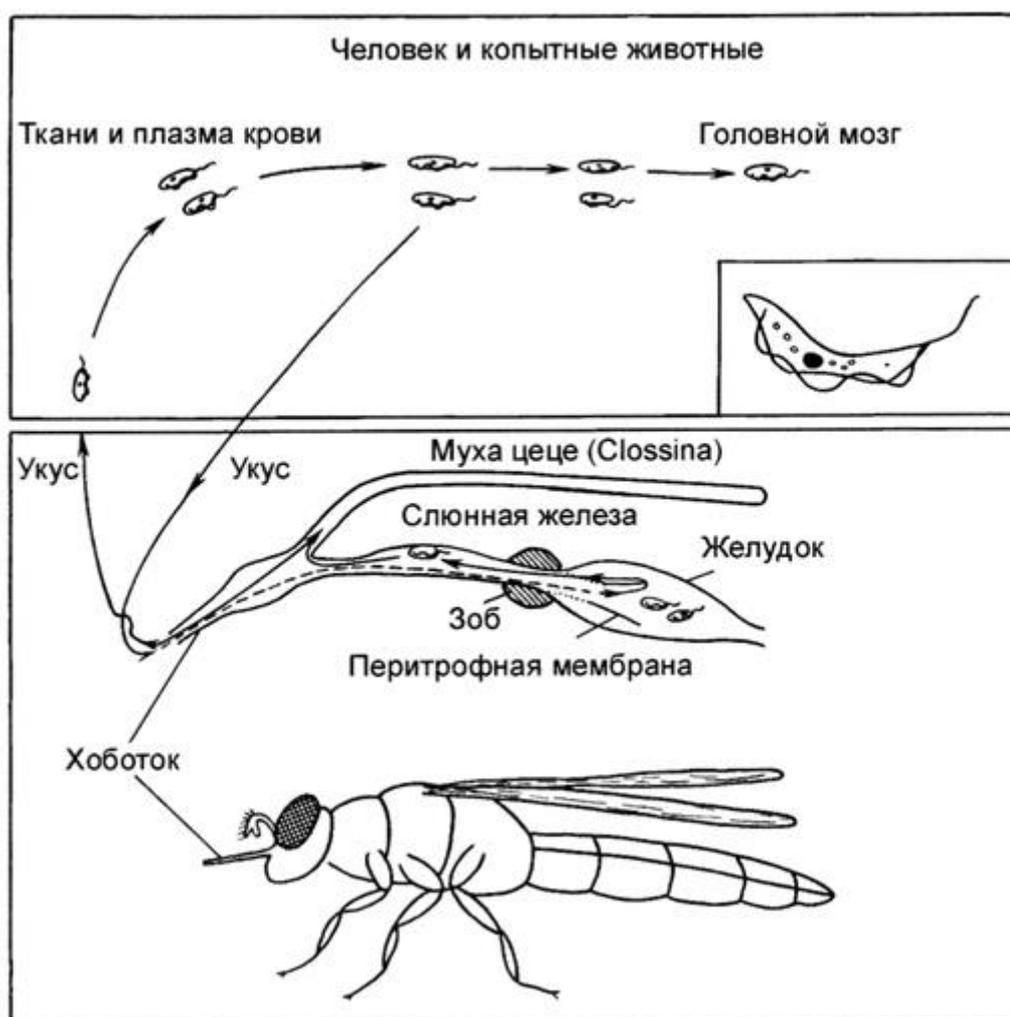


Рис. 4.8. Жизненный цикл трипаносом - возбудителей африканского трипаномоза - в организме позвоночных животных (на врезке показана значительно увеличенная трипомастигота) и в мухе цеце

Работа 13.3. Жизненный цикл трипаносомы крузи - *Trypanosoma cruzi* - возбудителя американского трипаномоза, или болезни Чагаса, - антропозооноза

По схеме (рис. 4.9) изучите цикл развития трипаносомы крузи в организме человека и других млекопитающих - резервуарных хозяев паразита и в триатомовых клопах - переносчиках возбудителя заболевания.

Как видно из схемы цикла, *Trypanosoma cruzi* существует в четырех формах: амастиготах, эпимастиготах, промастиготах и трипомастиготах.

Инвазионной стадией для человека являются трипомастиготы, которые концентрируются в задней кишке триатомовых клопов - специфических переносчиков этого паразита. Попав в макрофаги кожи и подкожно-жировой клетчатки человека, трипомастиготы превращаются сначала в эпимастиготы, затем в промастиготы, которые интенсивно размножаются бинарным делением. После разрушения клеток амастиготы превращаются сначала в эпимастиготы, а затем в трипомастиготы, которые переходят в кровь клопа, где они не размножаются, являясь инвазионной формой.

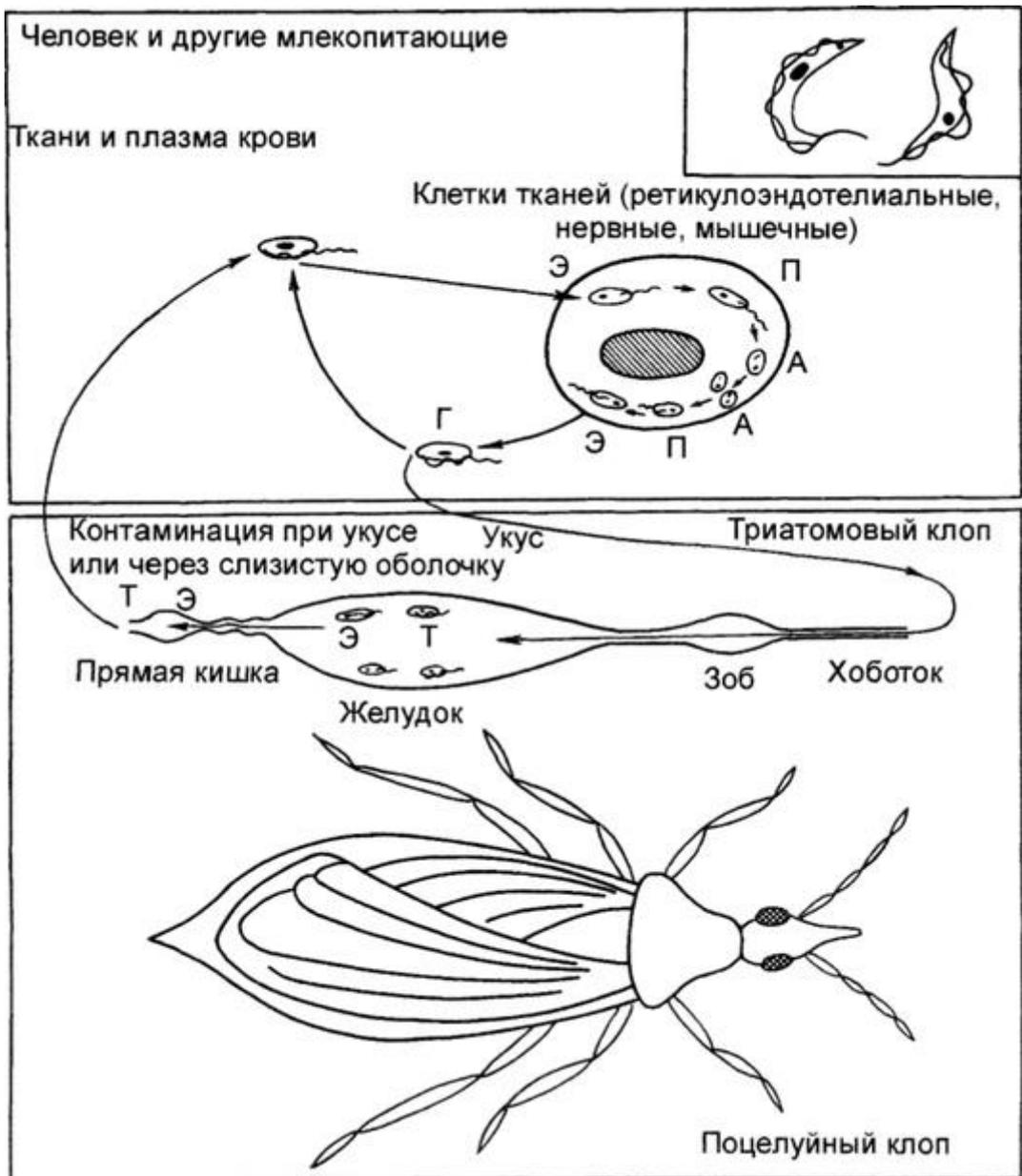


Рис. 4.9. Жизненный цикл *Trypanosoma cruzi*. На врезке показаны для сравнения *Trypanosoma cruzi* (а) и *Trypanosoma rangeli* (б). А - амастигота; Э - эпимастигота; П - промастигота; Т - трипомастигота

Цикл развития в позвоночном хозяине выглядит следующим образом. После проникновения в кожу трипаносомы сохраняются несколько дней в подкожной клетчатке, а затем проникают в кровяное русло, где делятся простым бинарным делением.

В переносчике жгутик может функционировать как орган прикрепления.

В процессе смены фаз жизненного цикла паразиты меняют форму тела (у разных видов от 2 до 5 раз; рис. 4.10).

Трипомастигота (до 20 мк, трипаносомная форма) - имеет кинетопласт, расположенный в заднем конце клетки, ундулирующую мембрану и свободный жгутик.



Рис. 4.10. Формы жизненного цикла трипаносомовых: I - метациклическая (инвазионная) - тримастигота; II - трипаносомная - трипомастигота; III - критидиальная - эпимастигота; IV - лептомонадная - промастигота; V - лейшманиальная - амастигота; 1 - ядро; 2 - ундулирующая мембрана; 3 - кинетопласт; 4 - свободный конец жгутика; 5 - внутриклеточный отдел жгутика; 6 - палочковидный кинетопласт

Эпимастиготы (критидиальная, или бокожгутиковая, форма) - кинетопласт располагается перед ядром, поэтому ундулирующая мембрана значительно уменьшена.

Промастигота (14-20 мк, лептомонадная или жгутиконосная форма) - кинетопласт полностью смещен в передний конец клетки, а ундулирующая мембрана отсутствует.

Амастигота (2-6 мк, лейшманиальная или безжгутиковая форма) имеет сферический или овальный вид, а очень короткий жгутик целиком располагается в жгутиковом кармане.

Микромастигота - амастигота с очень коротким свободным жгутиком.

Работа 13.4. Лейшмания (Leishmania donovani) - в культуре промастигота (лептомонадная, жгутиконосная форма)

Рассмотрите препарат с помощью микроскопа. В поле зрения видны жгутиковые формы лейшманий, лежащие группами или обособленно. Рассмотрите форму их тела. Передний конец лейшмании расширен и округлен, задний - заострен. Цитоплазма окрашена в сине-фиолетовый цвет. Крупное ядро, расположенное ближе к заднему концу тела, имеет красно-фиолетовую окраску. На переднем конце тела виден точкообразный блефаропласт (кинетопласт), от которого отходит жгутик (рис. 4.11, а; 4.12).

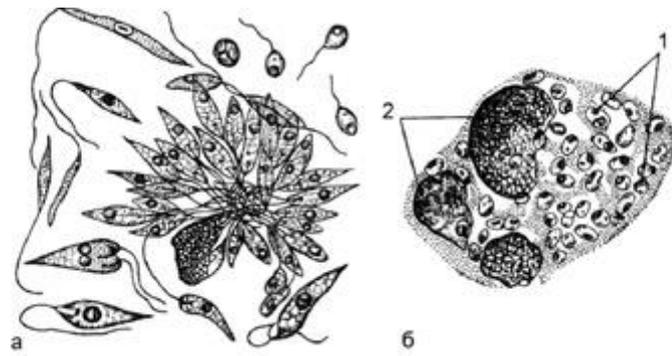


Рис. 4.11. Лейшмания: *a* - жгутиковые формы в культуре; *б* - паразиты в клетке хозяина: (1 - лейшмании; 2 - ядро клетки хозяина)

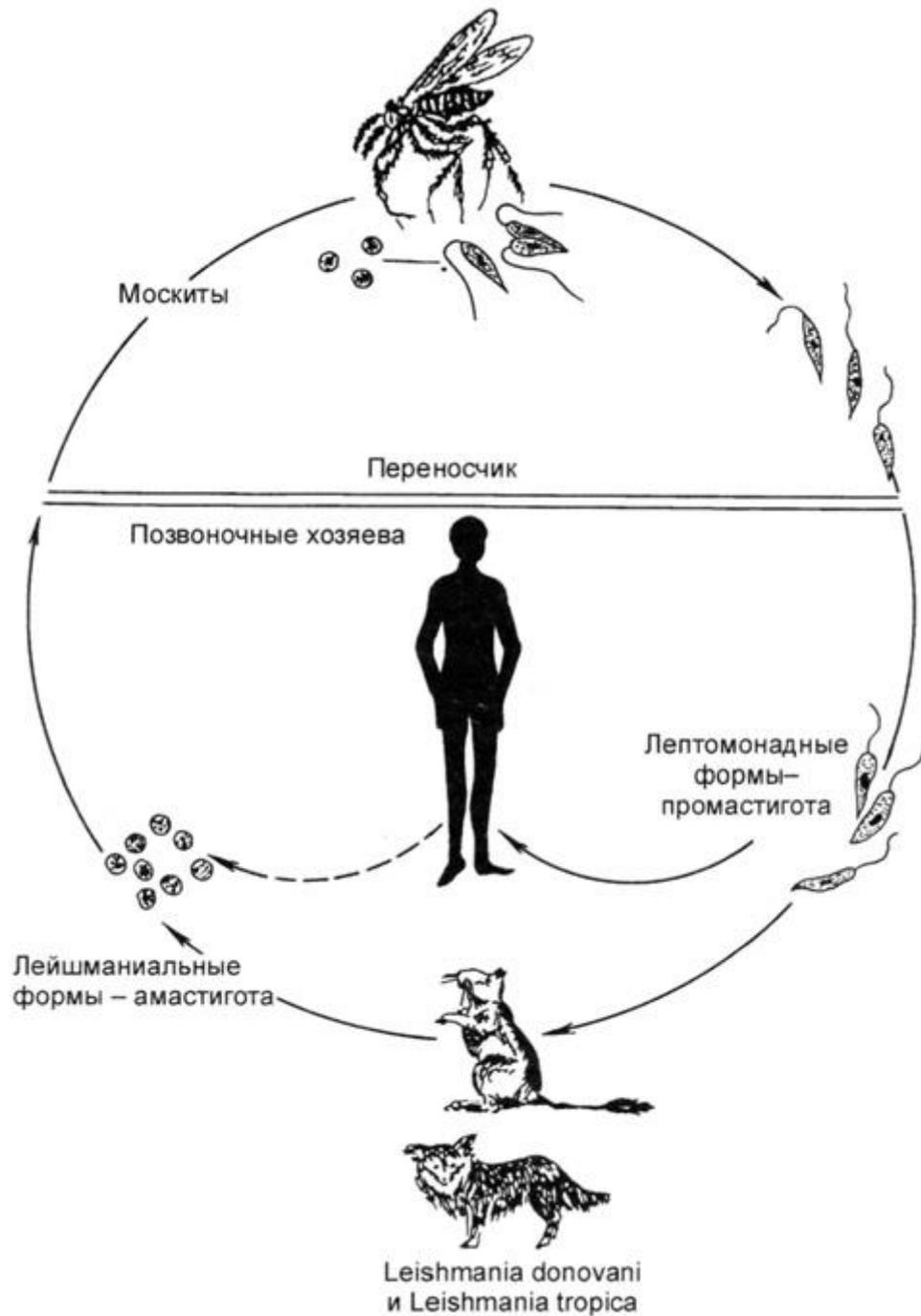


Рис. 4.12. Жизненный цикл *Leishmania donovani* и *Leishmania tropica*

Зарисуйте 3-4 лейшмании. На рисунке должны быть обозначены: 1) цитоплазма; 2) ядро; 3) блефаропласт; 4) жгутик. Изучите жизненный цикл паразита по рис. 4.12.

Работа 13.5. Лейшмания в тканях (Leishmania donovani) - амастигота (внутриклеточная безжгутиковая, лейшманиальная форма)

На готовых препаратах с отпечатками или срезами органов зараженных животных рассмотрите крупные клетки тканей хозяина с большими ядрами (x90).

Цитоплазма отдельных клеток заполнена мелкими тельцами округлой или овальной формы. Это лейшмании. Рассматривая тело лейшмании, найдите крупное ядро красно-фиолетового цвета, расположенное ближе к заднему концу, и палочковидный блефаропласт. Жгутик у внутриклеточной формы отсутствует. Количество лейшманий в клетке может быть различным. Иногда лейшманий обнаруживают между клетками после гибели пораженных тканевых элементов (см. рис. 4.11, б; 4.12).

Зарисуйте 3-4 лейшмании. На рисунке должны быть обозначены:

1) цитоплазма; 2) ядро; 3) кинетопласт; 4) жгутик.

Работа 13.6. Отряд Diplomonadida. Лямблия (Lambliа intestinalis)

Представители *Diplomonadida* имеют билатеральную симметрию; два ядра, четыре пары жгутиков, опорный фибриллярный аппарат - аксостиль.

Препарат - мазок фекалий больного лямблиозом - рассмотрите под микроскопом МБР-1. Обратите внимание на характерную грушевидную форму тела лямблии и парность всех структур. Найдите проходящие по середине два опорных стержня - аксостилия. Два ядра расположены в широкой части грушевидного тела. Органоидами движения являются четыре пары жгутиков. Органоидов питания и пульсирующей вакуоли нет. Питание происходит осмотически - путем всасывания пищи через пелликулу (рис. 4.13, 4.14).

Зарисуйте лямблию. На рисунке должны быть обозначены: 1) ядро; 2) аксостиль; 3) жгутики.

Работа 13.7. Отряд Trichomonadida. Влагалищная трихомонада (Trichomonas urogenitalis)

Представители *Trichomonadida* имеют ундулирующую мембрану со жгутиком на ее свободном крае; 4-5 передних жгутиков; аксостиль.

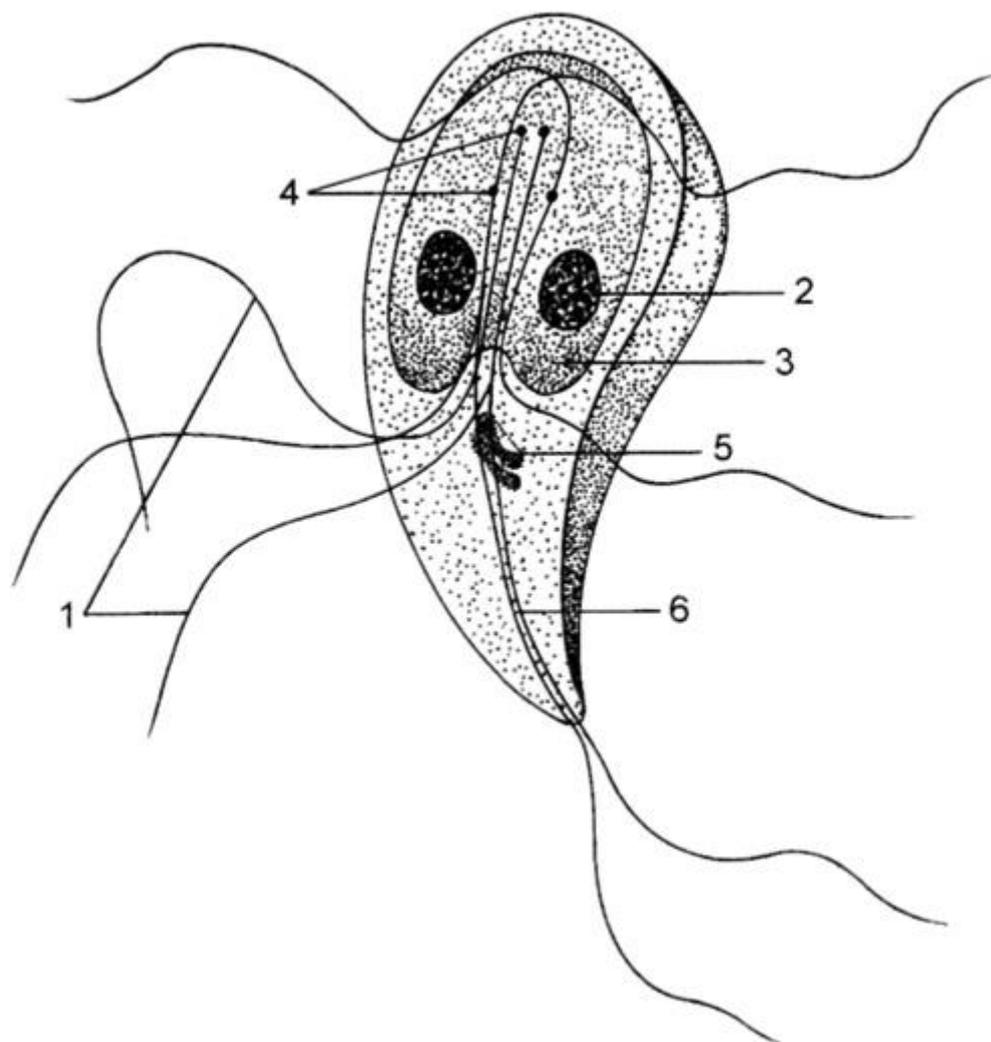


Рис. 4.13. Паразитирующий в кишечнике человека жгутиконосец *Lambliа intestinalis*: 1 - жгутики; 2 - ядро; 3 - присоска; 4 - базальные зерна; 5 - парабазальное тело; 6 - аксостиль



Рис. 4.14. Жизненный цикл *Lamblia intestinalis*

Препарат из культуры трихомонад рассмотрите под микроскопом МБР-1. Найдите овальное тело паразита, заостренное на заднем конце. В передней части тела лежит пузыревидное ядро. Жгутики отходят от передней, расширенной части тела (рис. 4.15). Ундулирующая мембрана тянется вдоль края тела. По средней линии тела проходит опорный стержень - аксостиль в виде тонкой нити темно-фиолетового цвета.

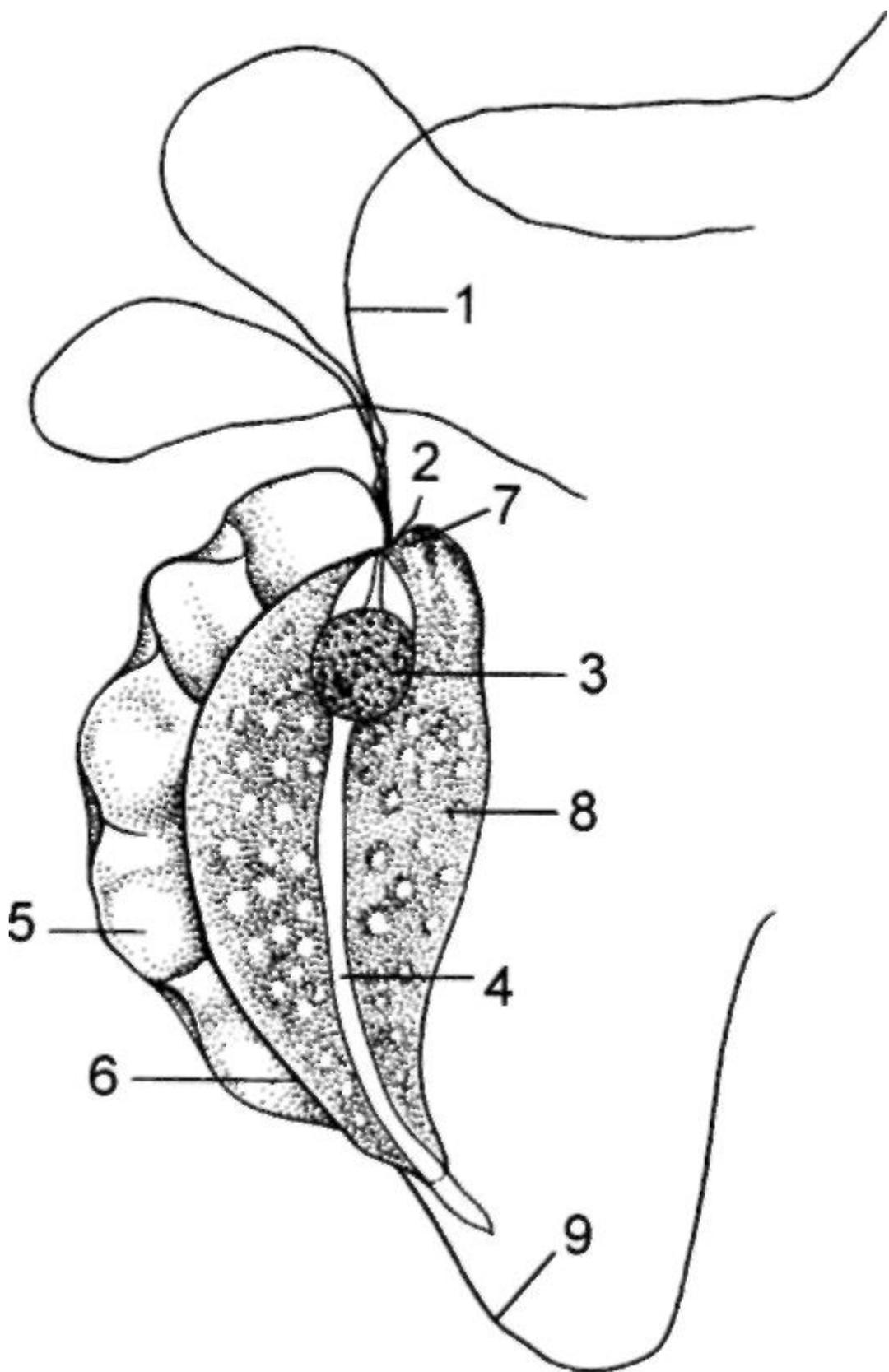


Рис. 4.15. Влагилищная трихомонада: 1 - передние жгутики; 2 - базальное зерно; 3 - ядро; 4 - аксостиль; 5 - ундулирующая мембрана; 6 - опорная фибрилла; 7 - цистостом (клеточный рот); 8 - вакуоли в цитоплазме; 9 - задний жгутик (продолжение ундулирующей мембраны)

Зарисуйте 2-3 трихомонады. На рисунке должны быть обозначены: 1) ядро; 2) жгутик; 3) аксостиль

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. У больного наблюдаются лихорадка, увеличение селезенки и печени; установлено уменьшение содержания эритроцитов в крови. Микроскопирование мазков пунктата грудины показало, что в клетках костного мозга содержится большое количество мелких одноклеточных безжгутиковых паразитов. В цитоплазме располагается одно ядро. Заметен палочковидный блефаропласт. При культивировании паразита в искусственной среде он превращается в жгутиковую форму. Какое заболевание можно предполагать в данном случае?

Задание 2. При микроскопировании отделяемого из кожных язв больного обнаружены мелкие паразиты округлой или овальной формы, в теле которых находятся одиночные, смещенные к периферии ядра. Паразиты либо заполняют цитоплазму клеток, либо свободно лежат вблизи разрушенных клеток. При культивировании таких организмов в искусственной питательной среде они превращаются в жгутиковую форму. Укажите видовое название паразита.

Задание 3. У больного наблюдается повышение температуры тела, увеличение лимфатических узлов, на коже руки место укуса какимто насекомым окружено слабовыраженной сыпью. В мазке крови между эритроцитами обнаружены одножгутиковые одноклеточные организмы с одним ядром. Поставьте диагноз.

Тема 14. Апикомплекса (*Apicomplexa*). Класс Споровики (*Sporozoa*). Класс Инфузории (*Ciliata*)

Апикомплекса (*Apicomplexa*) на переднем конце тела (апикально) одной из стадий развития имеют специфический набор органелл - апикомплекс.

Цель занятия. Уметь идентифицировать паразитических представителей классов Споровики и Инфузории на препаратах. Уметь:

- диагностировать стадии развития малярийного плазмодия и токсоплазмы;
- анализировать морфологию парамеции и балантидия;
- обосновать методы диагностики балантидиаза, малярии, токсоплазмоза;
- обосновать методы профилактики балантидиаза, малярии, токсоплазмоза.

Мотивационная характеристика. Представители апикомплекса и цилиофора имеют важное медицинское значение, так как являются возбудителями тяжелых паразитарных заболеваний человека: малярии, токсоплазмоза, балантидиаза. Знания морфофункциональной характеристики, локализации и жизненных циклов паразитов используются студентами при изучении паразитарных болезней, эпидемиологии, терапии.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) классификацию апикомплекса; 2) географическое распространение паразитических форм апикомплекса и цилиофора; 3) морфологию Споровиков и Инфузорий; 4) циклы развития паразитических представителей этих классов (токсоплазмы, малярийных плазмодиев и балантидия); 5) патогенное действие паразитических простейших на организм человека; 6) методы диагностики балантидиаза, малярии, токсоплазмоза; 7) методы профилактики балантидиаза, малярии, токсоплазмоза.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Назовите семейство, к которому относятся окончательные хозяева в жизненном цикле токсоплазмы:

- 1) куньи;

- 2) собачьи;
 - 3) кошачьи;
 - 4) медвежьи;
 - 5) гоминиды.
2. Какая стадия токсоплазмы инвазионна для человека:
- 1) ооциста;
 - 2) псевдоциста;
 - 3) микрогамета;
 - 4) макрогамета;
 - 5) оокинета.
3. Какой материал используют для диагностики токсоплазмоза у человека:
- 1) кровь;
 - 2) фекалии;
 - 3) мочу;
 - 4) дуоденальное содержимое;
 - 5) пунктат печени.
4. Назовите заболевания, которые относятся к трансмиссивным:
- 1) токсоплазмоз;
 - 2) трехдневная малярия;
 - 3) четырехдневная малярия;
 - 4) балантидиаз;
 - 5) тропическая малярия.
5. Какой материал используется для диагностики балантидиаза:
- 1) фекалии;
 - 2) дуоденальное содержимое;
 - 3) моча;
 - 4) кровь;
 - 5) спинномозговая жидкость.

Аудиторная работа

Содержание. У человека паразитируют четыре вида малярийных плазмодиев:

- возбудитель трехдневной малярии *Plasmodium vivax*;
- возбудитель четырехдневной малярии *Plasmodium malariae*;
- возбудитель тропической малярии *Plasmodium falciparum*;
- возбудитель малярии овале *Plasmodium ovale*.

Жизненный цикл их протекает сходно, поэтому можно изучать стадии развития на примере одного вида - *Plasmodium vivax*. В мазке крови больного малярией можно обнаружить стадии: а) кольцевидного трофозоида; б) юного трофозоида; в) полувзрослого трофозоида; г) взрослого трофозоида.

Изучить: 1) схему жизненного цикла малярийного плазмодия; 2) строение токсоплазмы; 3) схему субмикроскопического строения токсоплазмы; 4) схему

жизненного цикла токсоплазмы; 5) органоиды пищеварения, движения и выделения парамеции в живой культуре; 6) балантидия в мазке фекалий больного балантидиазом.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика класса споровиков; схема жизненного цикла *Plasmodium vivax*; сравнительная морфология стадий развития малярийных плазмодиев; схема субмикроскопического развития токсоплазмы. 2. Микропрепараты: мазок крови больного малярией; микропрепараты токсоплазмы. 3. Живая культура парамеции. 4. Стаканы с красителем метиловым зеленым с 1% уксусной кислотой. 5. Микроскопы. 6. Фильтровальная бумага, предметные и покровные стекла, вата, пипетки.

Работа 14.1. Токсоплазма (*Toxoplasma gondii*)

На препарате токсоплазмы расположены вне клетки, а некоторые внутри клетки, окрашены по методу Романовского-Гимзы. Обратите внимание на характерную полулунную форму тела, один конец которого округлен, другой - заострен. Цитоплазма окрашена в фиолетовый цвет, а крупное зернистое ядро в центре тела - в красный (рис. 4.16).

Зарисуйте токсоплазму. На рисунке должны быть обозначены: 1) цитоплазма; 2) ядро.

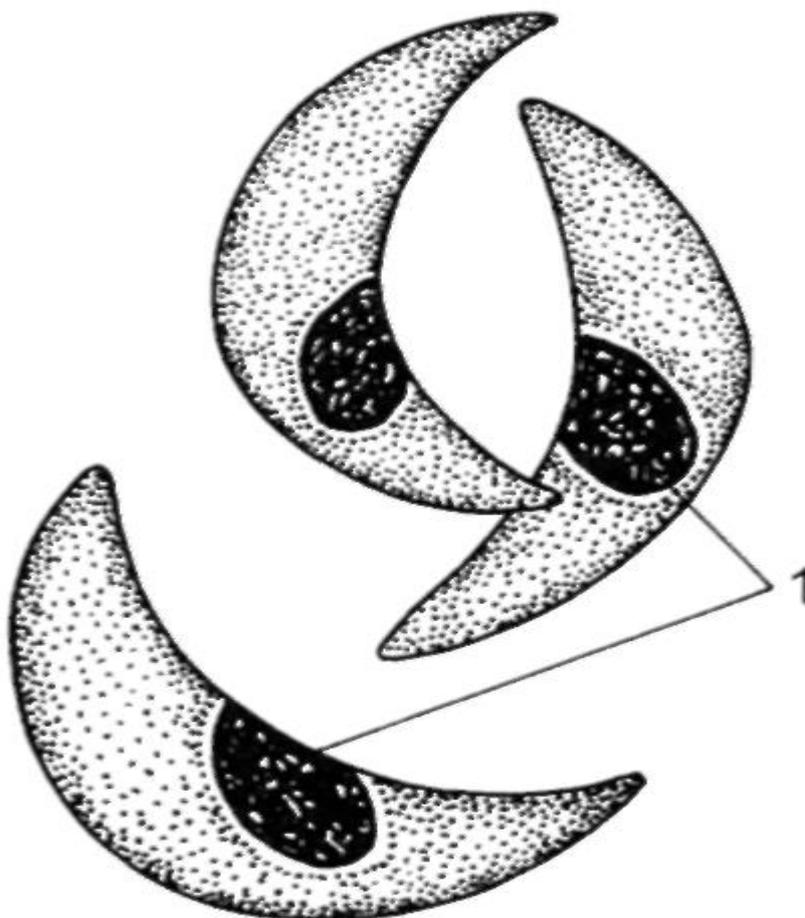


Рис. 4.16. *Toxoplasma gondii*: 1 - ядро

Работа 14.2. Субмикроскопическое строение и жизненный цикл токсоплазмы

Изучите схему жизненного цикла и схему субмикроскопического строения токсоплазмы (рис. 4.17, 4.18).

На переднем конце находится конусовидное образование - коноид, в стенке которого расположены спирально закрученные фибриллы, придающие ему упругость. Считают, что коноид выполняет опорную функцию при проникновении паразита в клетки хозяина. От коноида в глубь тела проходят трубчатые мешковидно расширяющиеся на заднем конце органоиды - роптрии (от 2 до 14). Предполагают, что они содержат вещества, облегчающие проникновение паразита в клетку. С роптриями, по-видимому, связаны сильно извивающиеся тяжи - микронемы, расположенные также в переднем конце тела. Возможно, что в микронемы поступают вещества из роптрий, которые тоже изливаются на клеточные мембраны. Кроме перечисленных органоидов токсоплазмы имеют общеклеточные органеллы. В середине тела расположено крупное ядро округлой формы.

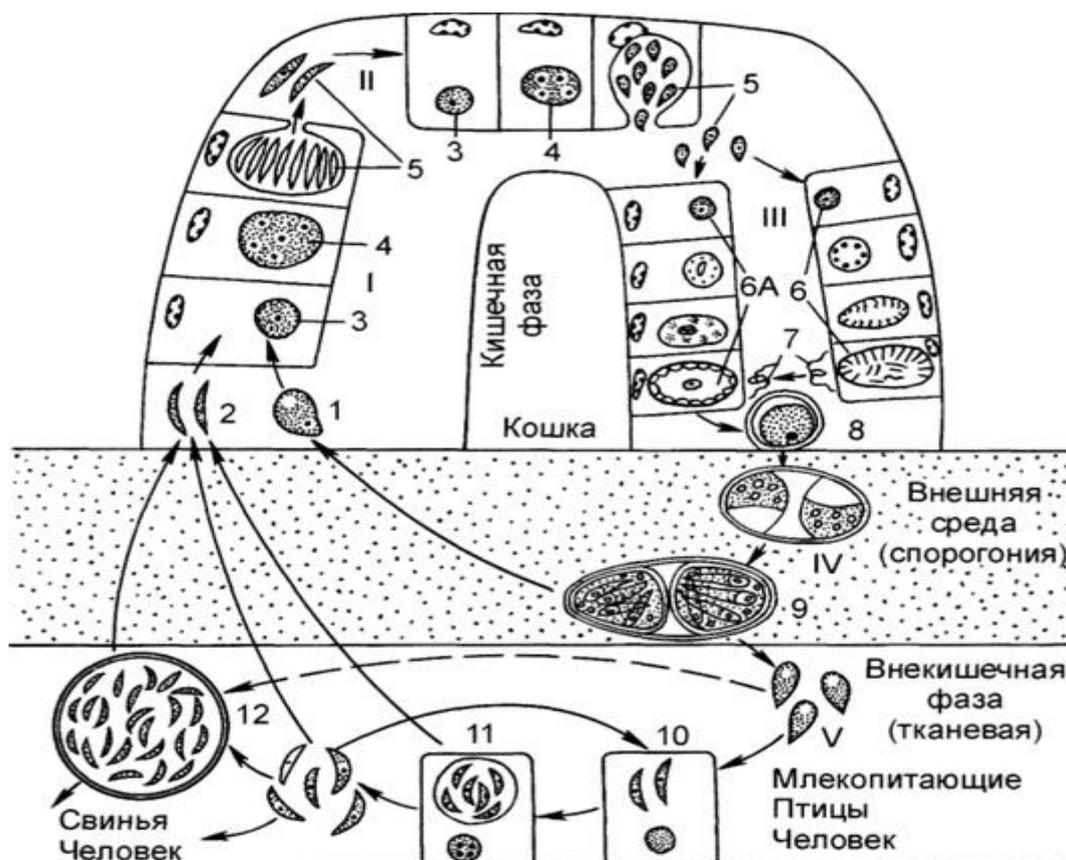


Рис. 4.17. Жизненный цикл возбудителя токсоплазмоза: I - первое поколение шизогонии в клетках кишечника основного хозяина; II - второе поколение шизогонии; III - гаметогония; IV - внешняя среда (спорогония); V - внекишечная фаза (тканевая) в организме промежуточных хозяев; 1 - спорозоиты; 2 - эндозоиты и цистозоиты; 3 - молодой шизонт; 4 - растущий шизонт с множеством ядер; 5 - шизонт, распавшийся на мерозоиты; 6 - развитие микрогаметы; 6А - развитие макрогаметы; 7 - микрогаметы; 8 - незрелая ооциста; 9 - зрелая ооциста с двумя спорозоитами, в каждой из которых по четыре спорозоита; 10 - эндозоиты; 11 - псевдоциста; 12 - истинная тканевая циста с тысячами цистозоитов

Пелликула, покрывающая тело токсоплазмы, состоит из трех мембран. Под ней расположена система трубчатых фибрилл, образующих вместе с пелликулой наружный скелет паразита. Питание осуществляется через микропоры на поверхности тела - ультрамикроскопические впячивания пелликулы, которые, по мнению большинства исследователей, служат микроцитостомами.

Работа 14.3. Жизненный цикл возбудителей малярии и структура апикального комплекса оокинеты

Изучите схему жизненного цикла, ультраструктуру оокинеты представителей рода *Plasmodium* и сравните их с таковыми токсоплазмы (см. рис. 4.18, 4.19).

Структура переднего полюса оокинеты *Plasmodium berghei* схематически представлена на рис. 4.20. Кольца, воротник и микротрубочки определяют грушевидную форму оокинеты; суженный жесткий конец служит для прохождения через перитрофическую мембрану и между клетками. Роптрии, по предположению Каннинга и Синдена (Canning, Sinden, 1973), могут открываться на поверхности мембран и секретировать вещества, способствующие проникновению паразита. По мнению этих авторов, оокинеты в стенке средней кишки *An. stephensi* мигрируют только межклеточно; апикальный полюс оокинеты во время миграции направлен к базальной мембране.

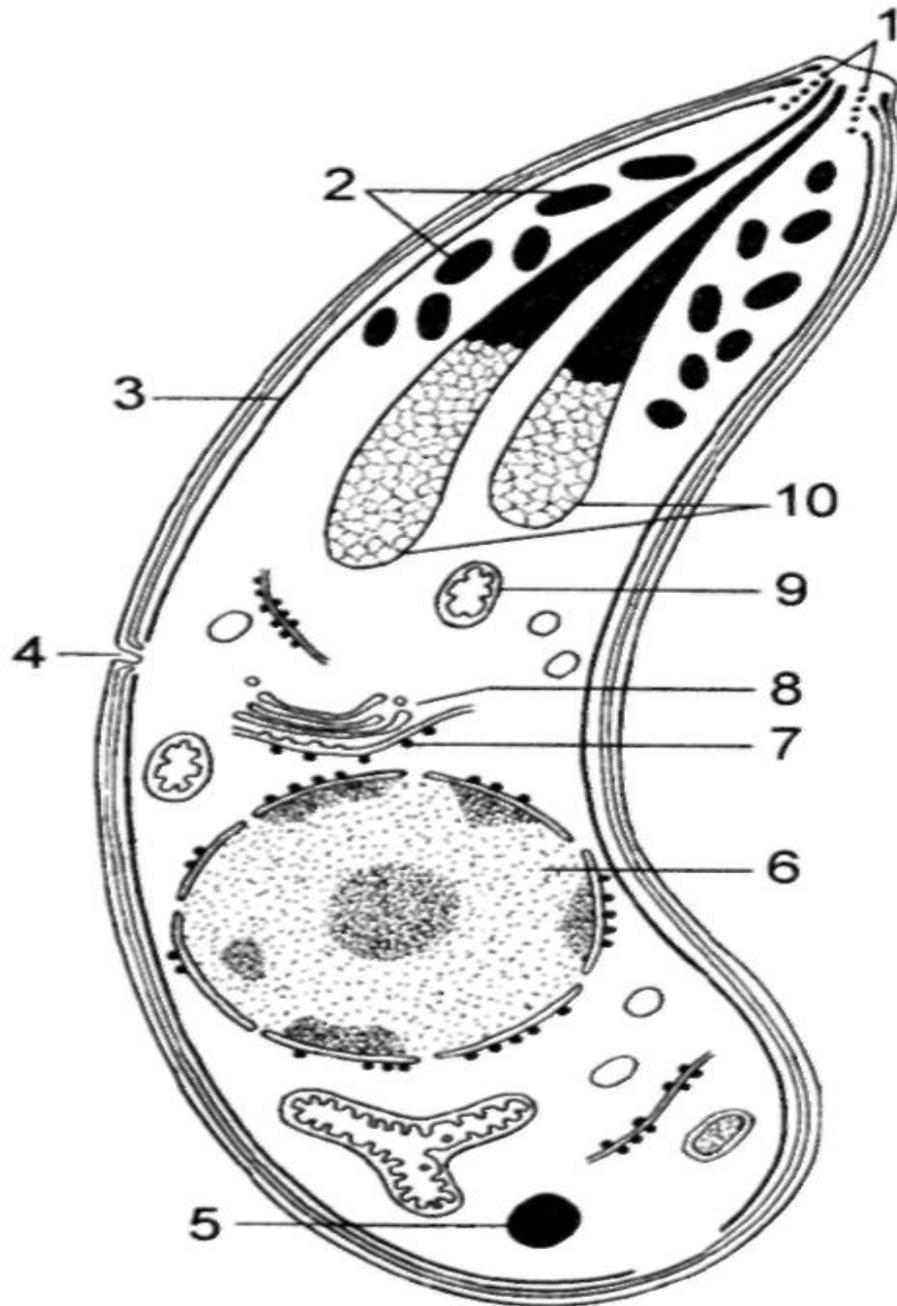


Рис. 4.18. Ультраструктура мерозоида (спорозоида) токсоплазмы: 1 - коноид; 2 - микронемы; 3 - микротрубочки; 4 - микропора; 5 - жировая капля; 6 - ядро; 7 - эндоплазматическая сеть; 8 - пластинчатый комплекс; 9 - митохондрии; 10 - роптрии

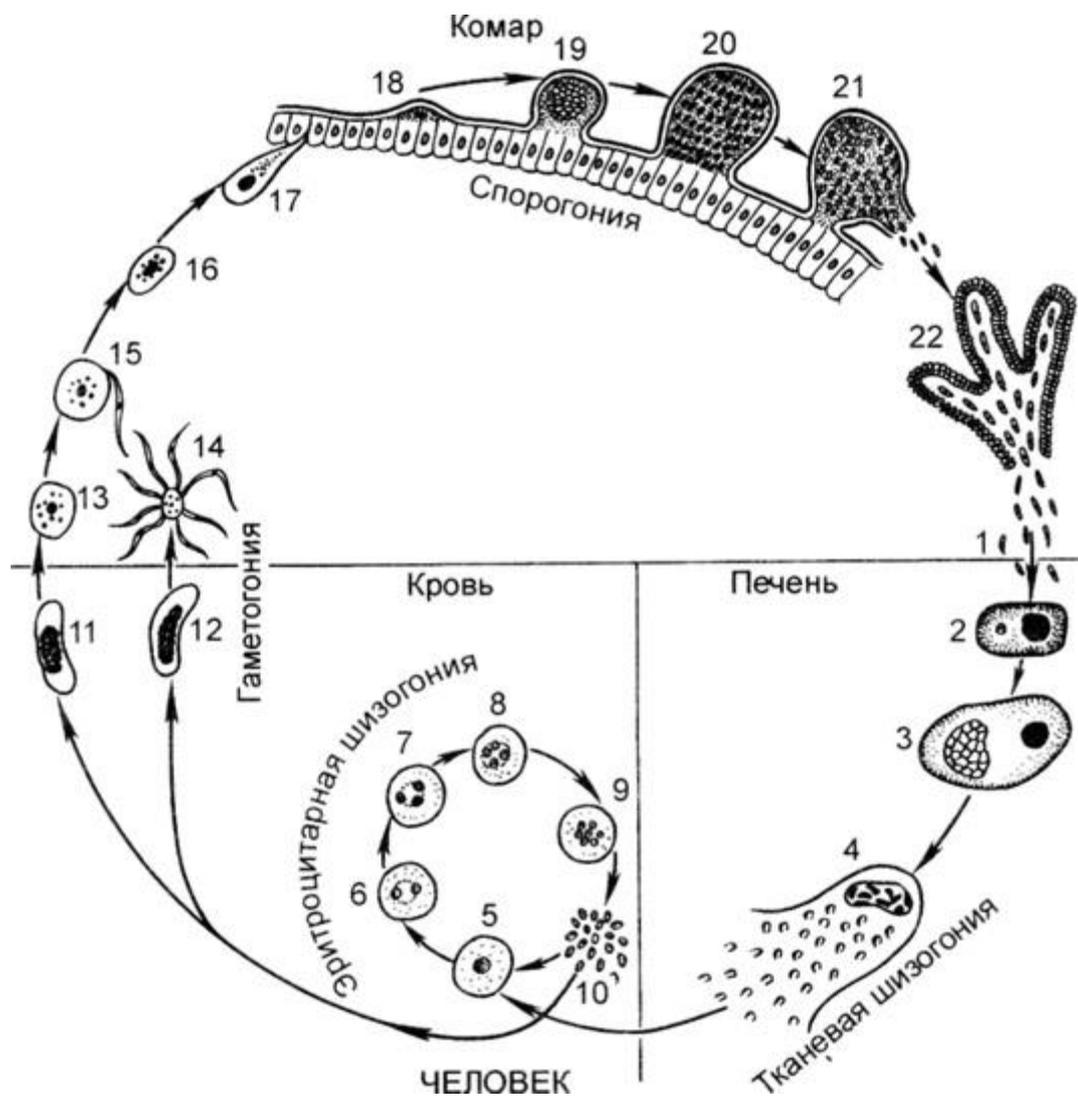


Рис. 4.19. Жизненный цикл *Plasmodium falciparum*: 1 - выход спорозоитов из протока слюнной железы и внедрение их в клетки печени; 2-4 - тканевая шизогония; 5-10 - эритроцитарная шизогония; 11, 12 - гаметоциты; 13 - женская гамета; 14 - образование микрогамет; 15 - оплодотворение; 16 - зигота; 17 - оокинета; 18-20 - развитие ооцист; 21 - разрыв зрелой ооцисты и выход спорозоитов; 22 - спорозоиты в слюнной железе

Ширина грушевидной клетки 2,7 мкм, длина 4 мкм. В период «протискивания» между клетками округлая оокинета становится уплощенной. Завершая миграцию, оокинета располагается между базальной мембраной кишки и базальной частью мембраны клетки пищеварительного эпителия, т.е. как раз на пути потока питательных веществ и воды, идущего из пищеварительной клетки в гемоцель. Впоследствии ооциста еще больше растягивает базальную мембрану и выпячивается в гемоцель, откуда и начинает получать питательные вещества (рис. 4.21).

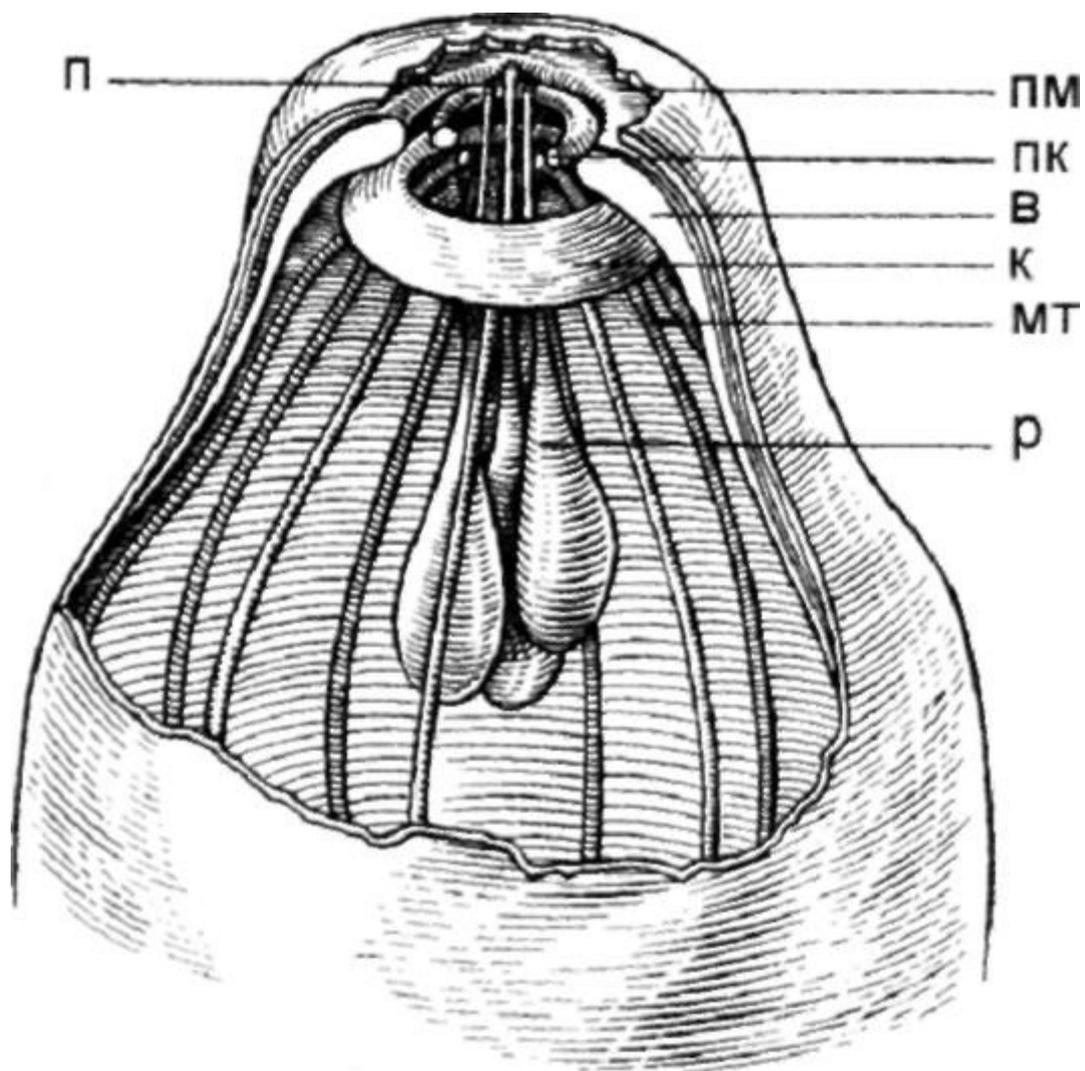


Рис. 4.20. Схематическое изображение ультраструктуры оокинеты *Plasmodium berghei* (no Canning, Sinden, 1973): п - протоки роптрий; пм - поверхностная мембрана; пк - полярное кольцо; в - воротник; к - кольцо; мт - микротрубочки; р - роптрий

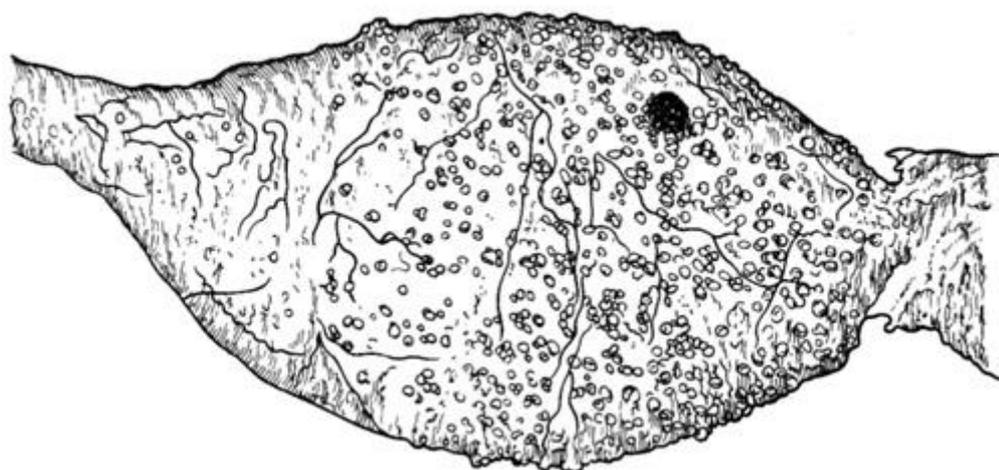


Рис. 4.21. Ооцисты малярийного плазмодия трехдневной лихорадки на поверхности желудка самки анофелес

Работа 14.4. Малярийный плазмодий (*Plasmodium vivax*) в стадии кольцевидного трофозойта

Рассмотрите мазок крови больного трехдневной малярией (микроскоп МБР-1). В поле зрения видны клетки крови - эритроциты и лейкоциты. Эритроциты, имеющие округлую форму, составляют основную массу клеток. Они окрашены в бледно-розовый цвет и не содержат ядра. Лейкоцитов мало; как правило, они имеют крупные сегментированные ядра, окрашенные в фиолетовый цвет.

Найдите эритроциты, пораженные плазмодием. Они несколько увеличены и нередко содержат мелкую зернистость розового цвета (зерна Шюффнера). Внутри пораженного эритроцита находятся трофозоиты, т.е. растущие и питающиеся стадии плазмодиев (рис. 4.22, см. цв. вклейку).

Найдите раннюю стадию - кольцевидный трофозоит. В этой стадии паразиты имеют округлую форму и небольшие размеры (1,3-1,6 диаметра эритроцита). При окраске по Романовскому-Гимзе цитоплазма видна в виде узкого ободка голубой окраски. Ядро, лежащее на периферии паразита, окрашено в фиолетово-красный цвет. Вакуоль, находящаяся внутри цитоплазмы трофозоида, не окрашивается и создает впечатление пустоты в центре тела. Паразит принимает форму кольца или перстня связано его название.

Зарисуйте 2-3 «здоровых» эритроцита и 2-3 эритроцита, в которых находится малярийный плазмодий. На рисунке должны быть обозначены: 1) пораженный эритроцит; 2) кольцевидный трофозоит (ядро, цитоплазма, вакуоль); 3) непораженные эритроциты.

Работа 14.5. Малярийный плазмодий в стадии юного трофозоида

На препарате найдите стадию юного трофозоида. В этой стадии паразит достигает значительно больших размеров и занимает менее половины эритроцита. Вакуоль уменьшается, цитоплазма сохраняет сине-голубую окраску. В ней видны зерна темно-бурого пигмента - продукта распада гемоглобина, используемого паразитом для питания (см. рис. 4.22).

Зарисуйте эритроцит, содержащий юный трофозоит. На рисунке должны быть обозначены: 1) пораженный эритроцит; 2) юный трофозоит (ядро, цитоплазма, псевдоподии, вакуоль).

Работа 14.6. Малярийный плазмодий в стадии взрослого трофозоида

На препарате необходимо отыскать стадию взрослого трофозоида. В этой стадии паразит занимает почти весь эритроцит, его вакуоль чаще отсутствует или имеет очень малые размеры, объем цитоплазмы и ядра больше, чем у половозрелого трофозоида. В цитоплазме содержится наибольшее количество пигмента. В зависимости от вида паразита пигмент может иметь вид гранул или палочек золотисто-желтого, темно-бурого или почти черного цвета. Ядро становится рыхлым. Все признаки взрослого трофозоида свидетельствуют о его подготовке к делению. Этим заканчивается развитие трофозоида - эритроцитарной бесполой формы паразита с неразделившимся ядром. С началом деления ядра трофозоит превращается в шизонт (см. рис. 4.22).

Зарисуйте эритроцит, содержащий взрослый трофозоит. На рисунке должны быть обозначены: 1) пораженный эритроцит; 2) взрослый трофозоит (неразделившееся ядро, цитоплазма).

Работа 14.7. Малярийный плазмодий или зонт в стадии деления

Найдите начальную стадию деления шизонта. В этой стадии ядро паразита уже разделилось на 10-20 частей, а деления цитоплазмы еще не произошло. В эритроците видны голубая цитоплазма шизонта и заключенные в ней ядра яркокрасного цвета (см. рис. 4.22). Сосчитайте число ядер. Зарисуйте эритроцит с делящимся шизонтом. На рисунке должны быть обозначены: 1) эритроцит; 2) цитоплазма шизонта; 3) разделившееся ядро шизонта.

Работа 14.8. Парамеция (Paramecium caudatum)

Инфузории обитают в стоячих водоемах. Культуру инфузорий готовят за 3-4 нед до занятий. Для этого режут кусочками луговое сено и кладут его в стеклянный сосуд с дождевой водой. Через несколько дней к настою прибавляют немного воды из водоема, богатого органическими остатками. На поверхности культуры образуется пленка из скопившихся бактерий; среди них можно видеть много двигающихся инфузорий.

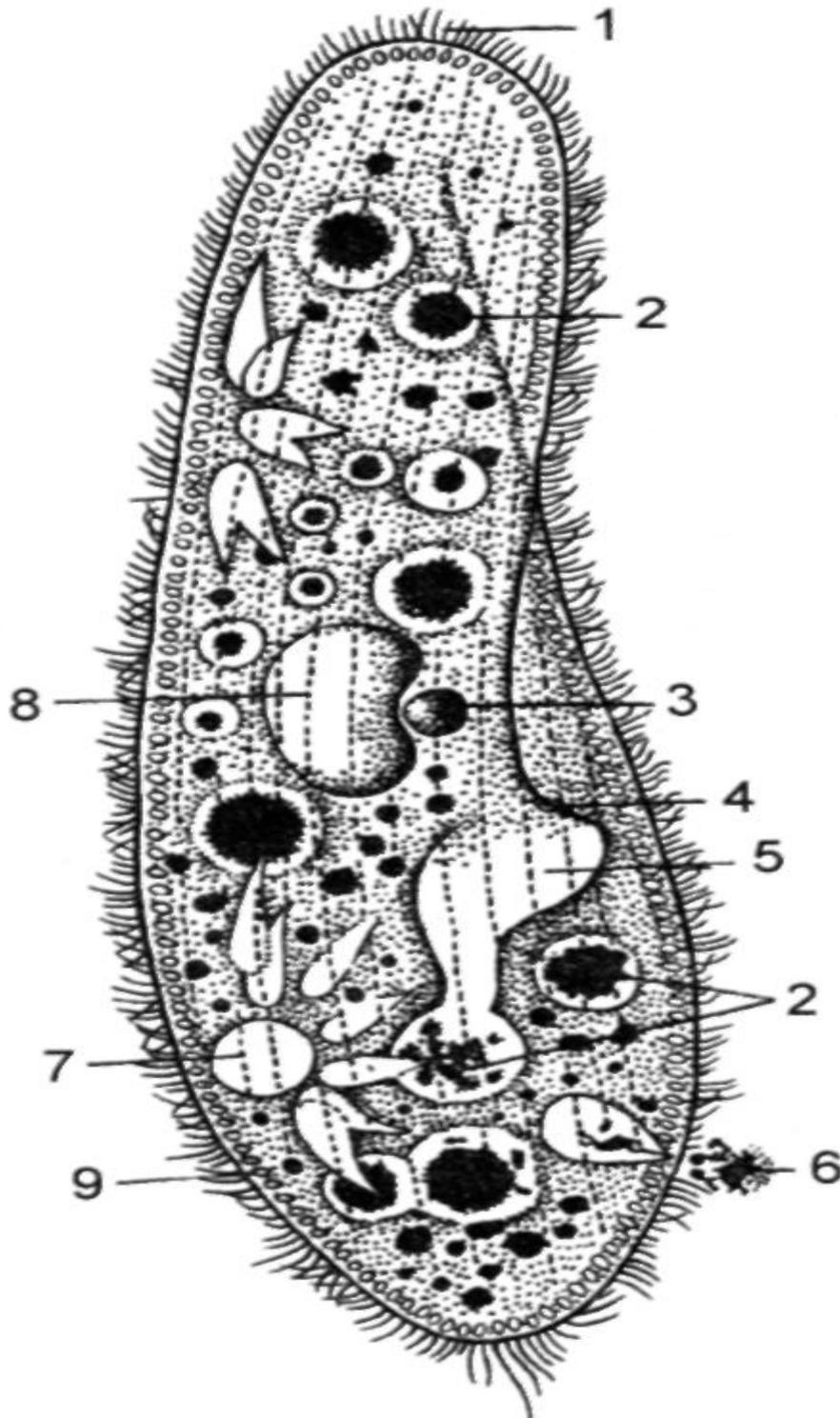


Рис. 4.23. Инфузория: 1 - реснички; 2 - пищеварительные вакуоли; 3 - макронуклеус; 4 - ротовое отверстие; 5 - глотка; 6 - порошица в момент выбрасывания

непереваренных остатков пищи; 7 - сократительная вакуоль (центральный резервуар и радиально расположенные приводящие каналы); 8 - макронуклеус; 9 - трихоцисты

Пипеткой наберите каплю культуры парамеций, накормленных краской конго красный. Приготовьте препарат и рассмотрите его при малом увеличении. В поле зрения видны крупные, быстро движущиеся инфузории, имеющие характерную форму туфельки.

Изучить детально строение парамеции можно только на неподвижных особях. Чтобы остановить инфузории, удалите из препарата часть воды, положив вдоль одного края покровного стекла полоску фильтровальной бумаги. По мере удаления воды инфузории «салятся на мель» у противоположного края покровного стекла. Можно использовать другой способ: при изготовлении препарата, прежде чем капнуть культуру, положите на предметное стекло несколько волокон ваты, в которой инфузории запутываются при удалении воды.

Неподвижную инфузорию рассмотрите при большом увеличении.

Обратите внимание на несколько расширенный задний конец тела, где реснички несколько длиннее и их можно видеть. Сбоку, с одной стороны тела, увидите воронкообразное углубление - перистом, в глубине которого находится клеточный рот. Когда инфузория поворачивается перистомом вверх, хорошо видно интенсивное движение окружающих его ресничек (рис. 4.23).

Найдите в эндоплазме пищеварительные вакуоли, имеющие правильную округлую форму. Обратите внимание на различную окраску вакуолей (красная, оранжевая, синяя). Это связано с изменением рН среды в процессе пищеварения: конго красный в кислой среде имеет красный цвет, а в щелочной - синий, являясь, таким образом, своеобразным индикатором.

На стороне, противоположной перистому, найдите две пульсирующие вакуоли: одна расположена ближе к переднему концу тела, другая - к заднему. Вакуоли имеют вид светлых округлых пузырьков. Иногда видны и подходящие к ним приводящие каналы, расположенные в виде лучей звезды. Сокращение вакуолей легко наблюдать, так как его частота составляет примерно 3 в минуту. В эктоплазме парамеции, непосредственно под тонкой пелликулой, видны образования в виде тонких коротких палочек, лежащих перпендикулярно поверхности пелликулы. Это трихоцисты, органоиды защиты инфузорий.

Зарисуйте инфузорию. На рисунке должны быть обозначены: 1) пелликула; 2) реснички; 3) перистом; 4) пищеварительные вакуоли; 5) сократительные вакуоли (резервуар и приводящие каналы).

*Работа 14.9. Балантидий (*Balantidium coli*)*

Готовый препарат балантидия рассмотрите под микроскопом МБР-1 (рис. 4.24, 4.25). Обратите внимание на крупные размеры и округлую форму паразита.

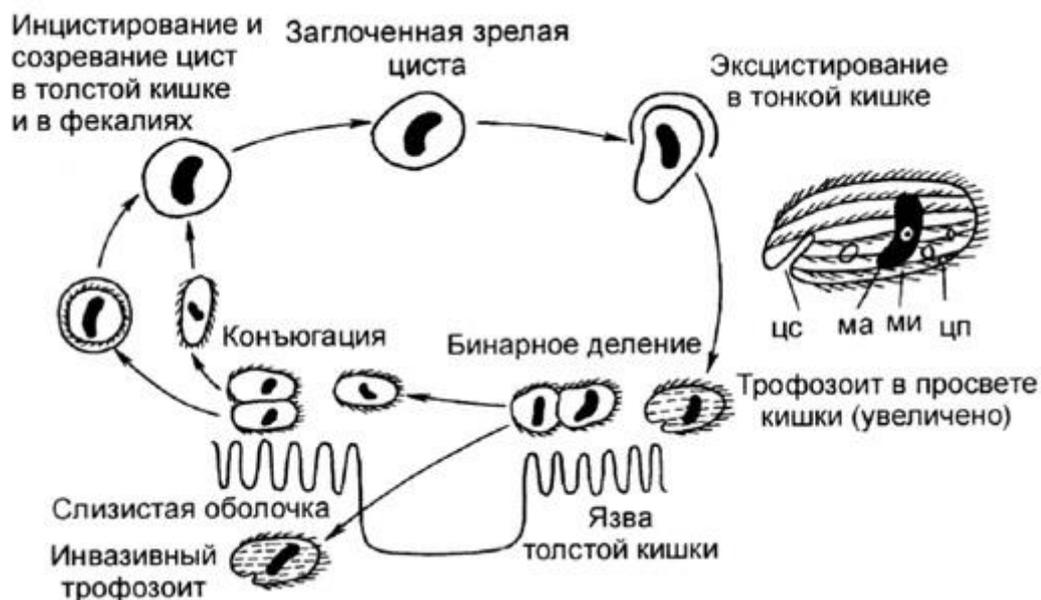


Рис. 4.24. Жизненный цикл *Balantidium coli*: ма - макронуклеус; ми - микронуклеус; цп - цитопрокт; цс - цитостома

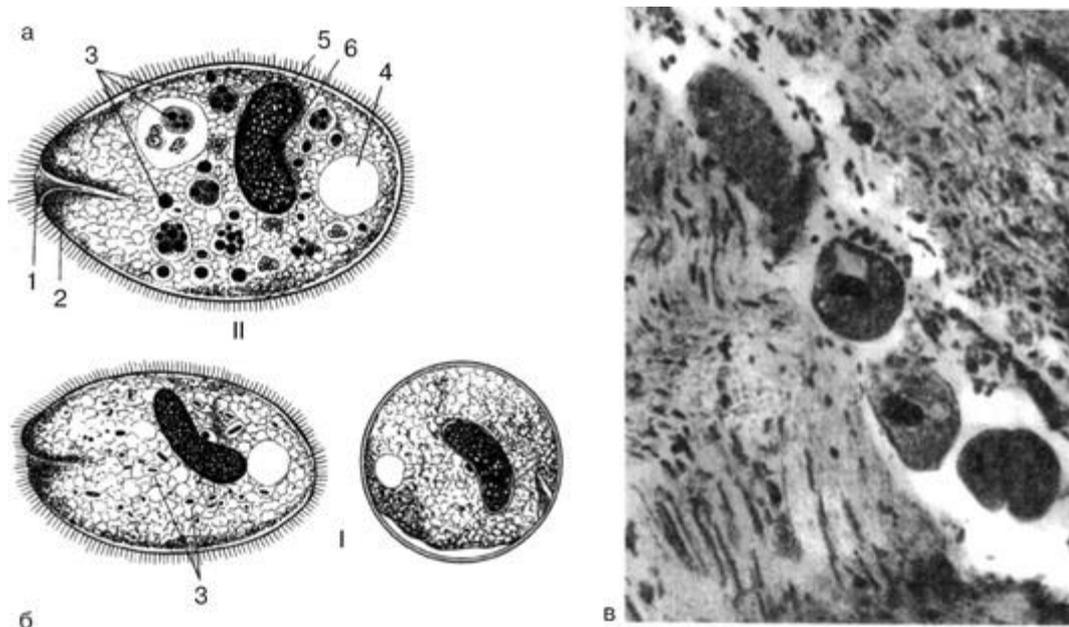


Рис. 4.25. Балантидий: а - вегетативная форма: I - с заглоченными бактериями; II - с заглоченными эритроцитами: 1 - цитостом; 2 - цитофаринкс; 3 - пищеварительная вакуоль; 4 - выделительная вакуоль; 5 - макронуклеус; б - микронуклеус; б - циста; в - балантидий в стенке толстого кишечника

Цитоплазма на окрашенных гематоксилином препаратах имеет желтовато-коричневую окраску. Найдите на переднем конце тела ротовое отверстие (цитостом) в виде треугольной щели. Большое ядро бобовидной формы темно-коричневого цвета - макронуклеус - расположено в средней части тела.

Найдите две пульсирующие вакуоли в виде светлых пузырьков округлой формы: одна расположена в задней части тела, другая - в средней. Иногда в теле балантидия видны округлые образования темного цвета - пищеварительные вакуоли.

Зарисуйте вегетативную форму балантидия. На рисунке должны быть обозначены: 1) цитостом; 2) макронуклеус; 3) сократительные вакуоли; 4) пищеварительные вакуоли (если видно).

Работа 14.10. Итоговая работа по теме 14

Изучите схему жизненного цикла, морфологические формы балантидия и сделайте заключение об основных путях заражения балантидиозом и его профилактики.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. В мазке крови больного с приступами лихорадки наблюдались эритроциты, в плазме (цитоплазме) которых при окраске по Романовскому-Гимзе просматривались скопления ядер вишневого цвета, окаймленных голубой цитоплазмой. Какова причина лихорадочного состояния больного?

Задание 2. У больного наблюдается повышение температуры тела, увеличение лимфатических узлов. В слизистых выделениях из полости рта обнаружены микроорганизмы, тела которых имеют форму полумесяца и содержат одно крупное ядро. Чем страдает данный больной?

Задание 3. Микроскопирование мазка крови человека выявило наличие эритроцитов, размер которых увеличен; эритроциты содержат паразитический микроорганизм. Цитоплазма его тела (голубая при окраске по Романовскому-Гимзе) отнесена к периферии центрально размещенной вакуолю. В цитоплазме находится одно ядро, окрашенное в вишневый цвет. Возбудителем какого заболевания человека является данный паразит?

Задание 4. При исследовании мазков фекалий больного с симптомами острого кишечного колита обнаружены вегетативные формы простейшего. Тело этих организмов сферической или овальной формы, в цитоплазме четко просматривается крупное палочковидное ядро. Возбудителем какого заболевания является обнаруженный паразит?

Задание 5. Профилактическое обследование сотрудников мясокомбината выявило, что у отдельных работников в содержимом кишечника присутствуют вегетативные и цистные формы простейших. Простейшие имели почти сферическое тело с ресничным покровом и крупное палочковидное ядро в цитоплазме. Являются ли такие лица носителями возбудителя? Если да, то какого?

Задание 6. У ребенка признаки острого кишечного заболевания. В мазке фекалий обнаружены вегетативные формы ресничного простейшего с палочковидным ядром. При обследовании членов семьи у отца ребенка в мазке фекалий выявлены цисты простейшего. Поставьте диагноз. Определите тактику проведения профилактических мер.

Контрольные вопросы к темам 12-14 (медицинская протозология)

1. Систематика подцарства. Простейшие. Морфофизиологические особенности классов.

2. Саркомастигофоры. Класс Саркодовые. Дизентерийная амеба. Строение, жизненный цикл, отличия от непаразитических амёб. Диагностика и профилактика амёбиаза.

3. Факультативные паразиты: акантамебы и неглерии, строение, жизненные циклы, способы заражения и профилактика.

4. Класс Мастигофоры. Лейшмании, строение и формы (промастигота, амастигота). Кожный, кожно-слизистый и висцеральный лейшманиозы. Циклы развития, пути заражения, диагностика и профилактика.

5. Трипаносомы. Строение и формы (трипомастигота, эпимастигота критидиальная, метациклическая). Африканский и американский трипоносамоз. Жизненный цикл, способы заражения (инокуляция, контаминация), диагностика и профилактика.

6. Лямблия. Строение, жизненный цикл, диагностика и профилактика.

7. Трихомонады. Строение урогенитальной и кишечной трихомонад. Циклы развития, пути заражения, диагностика и профилактика.

8. Апикомплекса. Класс Споровики. Паразитические представители класса. Токсоплазма. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактика токсоплазмоза.

9. Малярийный плазмодий, его формы, строение, жизненный цикл в теле человека и комара. Пути заражения, диагностика и профилактика малярии.

10. Класс Инфузории. Строение парамеции. Балантидий. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактики балантидиоза.

Основы медицинской гельминтологии. Тип плоские черви (*Plathelminthes*). Тип круглые черви (*Nemathelminthes*)

Гельминты являются возбудителями свыше 150 заболеваний человека, в том числе опасных для жизни.

Изучение морфологии и жизненных циклов гельминтов является необходимой основой для последующего изучения симптоматики, диагностики, лечения и профилактики вызываемых ими заболеваний.

Гельминты поражают практически все органы человека, поэтому врачу любой специальности в той или иной мере приходится сталкиваться с гельминтозами.

Тема 15. Тип Плоские черви (*Plathelminthes*). Класс Сосальщики (*Trematoda*)

Цель занятия. Знать морфофункциональные особенности, локализацию и жизненные циклы трематод, патогенное действие трематод на организм человека.

Уметь:

- дифференцировать паразитических трематод (сибирского, китайского, ланцетовидного, легочного, печеночного и кровяных) на основании знаний морфологических признаков и особенностей циклов их развития;
- объяснить патогенное действие трематод на организм человека;
- обосновать методы диагностики фасциолеза, описторхоза, дикроцелиоза, парагонимоза, клонорхоза, шистосоматозов;
- обосновать методы профилактики фасциолеза, описторхоза, дикроцелиоза, парагонимоза, клонорхоза, шистосоматозов.

Мотивационная характеристика. Трематоозы - заболевания, вызванные паразитированием сосальщиков. На территории России наибольшее значение имеют описторхоз (бассейны Оби, Иртыша, Камы), клонорхоз (бассейн Амура) и фасциолез (Средняя Азия, Закавказье). Знания морфофункциональных особенностей, локализации и жизненных циклов трематод используются студентами при изучении гельминтологии, эпидемиологии, терапии, детских болезней. Врач на основании знаний морфологических особенностей и жизненных циклов должен уметь проводить диагностические исследования и профилактические мероприятия.

Виды плоских червей и вызываемые ими гельминтозы представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Плоские черви, имеющие медицинское значение

Тип	Класс	Вид	Заболевания
Плоские черви (<i>Plathelminthes</i>)	Сосальщикообразные (<i>Trematoda</i>)	<i>Dicrocoelium lanceatum</i>	Дикроцелиоз
		<i>Fasciola hepatica</i>	Фасциолез
Плоские черви (<i>Plathelminthes</i>)	Ленточные черви (<i>Cestoda</i>)	<i>Opisthorchis felinus</i>	Описторхоз
		<i>Paragonimus westermani</i>	Парагонимоз
		<i>Schistoma mansoni</i>	Шистозомоз
		<i>Schistoma japonicum</i>	Клонорхоз
		<i>Clonorchis sinensis</i>	Альвеококкоз
Плоские черви (<i>Plathelminthes</i>)	Ленточные черви (<i>Cestoda</i>)	<i>Alveococcus multilocularis</i>	Дифиллоботриоз
		<i>Diphyllobothrium latum</i>	Эхинококкоз
		<i>Echinococcus granulosus</i>	Гименолепидоз
		<i>Hymenolepis nana</i>	Тениоз
		<i>Taenia solium</i>	Цистицеркоз
		<i>Taeniarhynchus saginatus</i>	Тениаринхоз

Задание для самоподготовки

Знать: 1) общую характеристику и систематику типа Плоские черви; 2) характеристику класса Сосальщикообразные; 3) строение, жизненные циклы, лабораторную диагностику и профилактику сосальщикообразных-паразитов человека (кошачий, ланцетовидный, печеночный, легочный, китайский и кровяные сосальщикообразные); 4) названия типа, класса и вида перечисленных представителей согласно международной номенклатуре.

Заполнить табл. 4.3.

Таблица 4.3. Трематоды - паразиты человека

Название (русское и латинское)	Географическое распространение	Локализация в организме человека	Окончательный и промежуточный хозяева	Личиночные стадии	Инвазионная стадия для человека	Профилактика	Диагностика

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. К типу Плоские черви относят:

- 1) споровиков;
- 2) ленточных червей;
- 3) ресничных червей;
- 4) сосальщикообразных.

2. Функция желточников - это формирование:

- 1) яйцеклеток;

- 2) сперматозоидов;
- 3) питательных веществ;
- 4) экскреторных веществ.

3. Зародышевые клетки трематод развиваются партеногенетически у личинок трематод:

- 1) мирацидия;
- 2) спороцисты;
- 3) редии;
- 4) церкария;
- 5) адолескария.

4. Через крабов и раков человек может заразиться:

- 1) клонорхозом;
- 2) описторхозом;
- 3) фасциолезом;
- 4) парагонимозом.

5. У человека инвазионная личиночная стадия кошачьего сосальщика:

- 1) мирацидий;
- 2) редия;
- 3) спороциста;
- 4) метацеркарий;
- 5) адолескарий.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) пищеварительную систему печеночного сосальщика; 2) выделительную систему печеночного сосальщика; 3) половую систему печеночного сосальщика; 4) личиночные стадии развития сосальщиков (редия, церкарий); 5) марту ланцетовидного сосальщика; 6) марту кошачьего сосальщика; 7) строение легочного сосальщика; 8) строение шистосом.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика типа плоских червей, строение сосальщиков (печеночного, ланцетовидного, легочного и кошачьего); строение выделительной и пищеварительной системы трематод; жизненные циклы сосальщиков. 2. Макропрепараты: печень рогатого скота, пораженная фасциолезом. 3. Микропрепараты: пищеварительная система фасциолы; выделительная система фасциолы; тотальные препараты ланцетовидного сосальщика, кошачьего сосальщика, клонорхиса, легочного сосальщика; тотальные микропрепараты редии и церкария. 4. Микроскопы.

Работа 15.1. Пищеварительная система печеночного сосальщика (Fasciola hepatica)

Рассмотрите пищеварительную систему, инъецированную тушью, на тотальном препарате печеночного сосальщика.

Найдите на конце конусовидного расширения фасциолы ротовую присоску, внутри которой находится ротовое отверстие. От него начинается узкая и короткая глотка, которая переходит в пищевод. Последний образует две главные ветви кишечника - правую и левую с многочисленными боковыми ответвлениями, завершающимися слепо. Оба кишечных канала не доходят до конца тела и заканчиваются также слепо.

За глоткой находится брюшная присоска правильной округлой формы (рис. 4.26, а).

Зарисуйте пищеварительную систему фасциолы. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая присоска; 2) глотка; 3) главные ветви кишечника; 4) боковые ветви кишечника; 5) брюшная присоска.

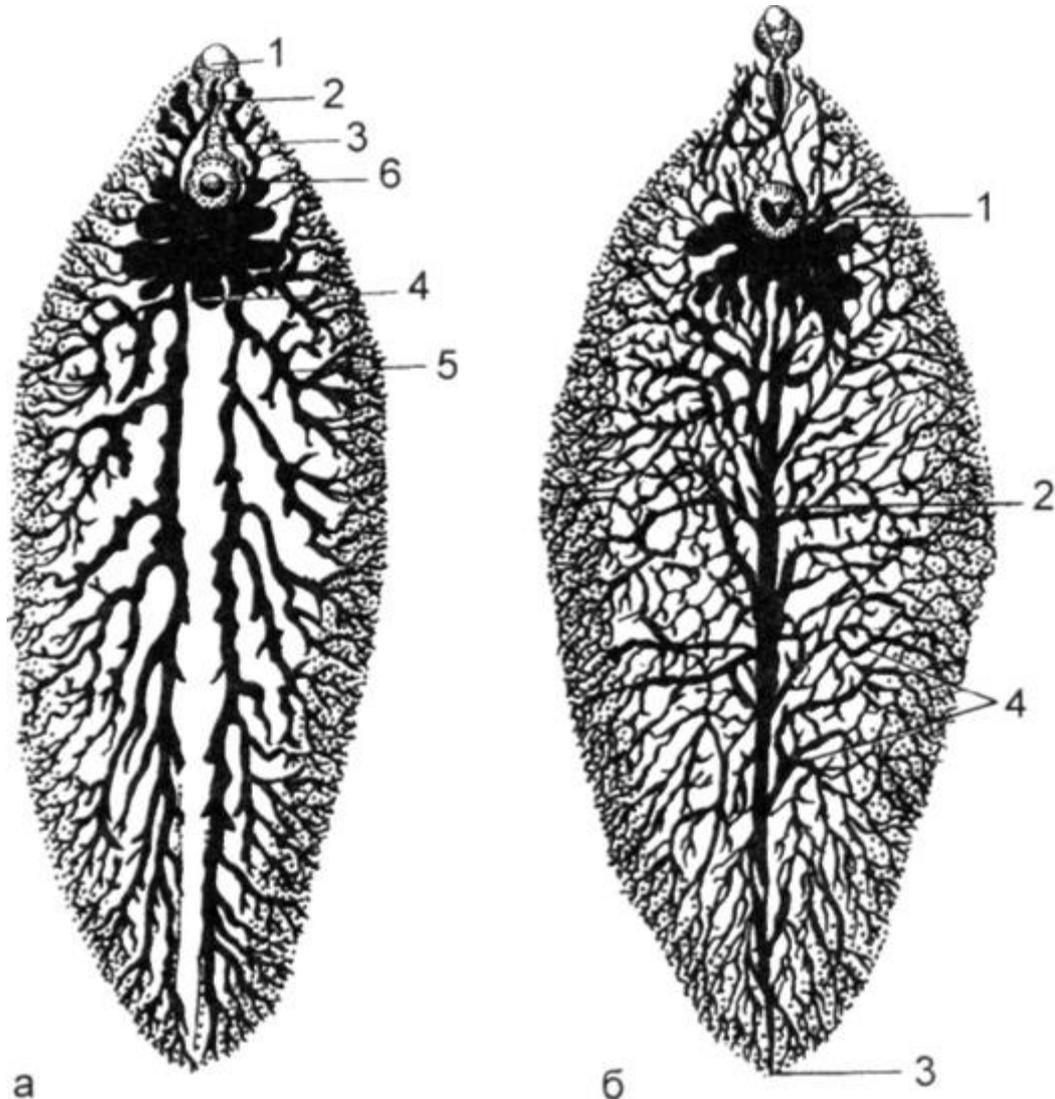


Рис. 4.26. Печеночный сосальщик: *а* - пищеварительная система: 1 - ротовая присоска и ротовое отверстие; 2 - глотка; 3 - пищевод; 4 - главные ветви кишечника; 5 - боковые ветви кишечника; *б* - брюшная присоска; *б* - выделительная система, состоящая из многочисленных выделительных канальцев: 1 - брюшная присоска; 2 - главный выделительный ствол; 3 - выделительное отверстие; 4 - боковые выделительные канальцы

Работа 15.2. Выделительная система фасциолы (протонефридиальный тип)

На тотальном препарате рассмотрите выделительную систему и найдите центральный канал, который заканчивается выделительной порой на заднем конце тела. В центральный канал впадают многочисленные более мелкие каналы (см. рис. 4.26, б; рис. 4.27), которые образуются из самых мельчайших собирательных канальцев, пронизывающих все тело трематоды.

Зарисуйте выделительную систему фасциолы. На рисунке должны быть обозначены: 1) собирательные канальцы; 2) центральный выделительный канал; 3) выделительная пора.

Зарисуйте схему строения протонефридия (концевую клетку протонефридиальной системы). На рисунке должны быть обозначены:

1) терминальная (концевая) клетка; 2) пучок ресничек; 3) собирательные каналы.

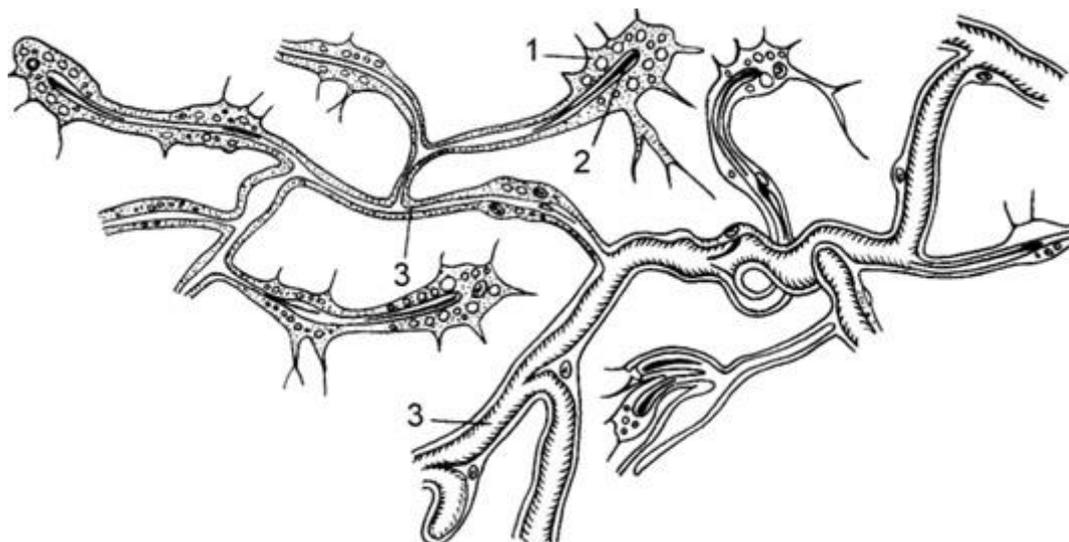


Рис. 4.27. Строение протонефридиальной системы: 1 - концевая клетка; 2 - пучок ресничек; 3 - приводящие каналы

Работа 15.3. Редия

Рассмотрите тотальный препарат при малом увеличении микроскопа МБР-1 или «Биолам».

Редия имеет вытянутую форму (рис. 4.28). На переднем конце тела находится крупная ротовая присоска, от которой отходят глотка и зачаток кишечника. Остальные внутренние органы отсутствуют. Рассмотрите внутри редии зародышевые клетки, из которых развиваются церкарии. По мере созревания церкарии перемещаются к переднему концу тела, поэтому они наиболее крупные и сформированные.

Зарисуйте редию. На рисунке должны быть обозначены: 1) редия; 2) ротовая присоска; 3) зародышевые клетки; 4) церкарий.

Работа 15.4. Церкарий

Найдите церкариев при малом увеличении микроскопов МБР, МБИ или «Биолам», а затем рассмотрите их при большом увеличении.

Церкарий имеет овальное тело с хвостовым придатком и двумя крупными присосками (ротовой и брюшной). Иногда видны глотка и дугообразно отходящие от нее короткие ветви кишечника.

Зарисуйте церкария. На рисунке должны быть обозначены: 1) тело церкария; 2) хвост; 3) присоски; 4) кишечник (если видно) (см. рис. 4.28).

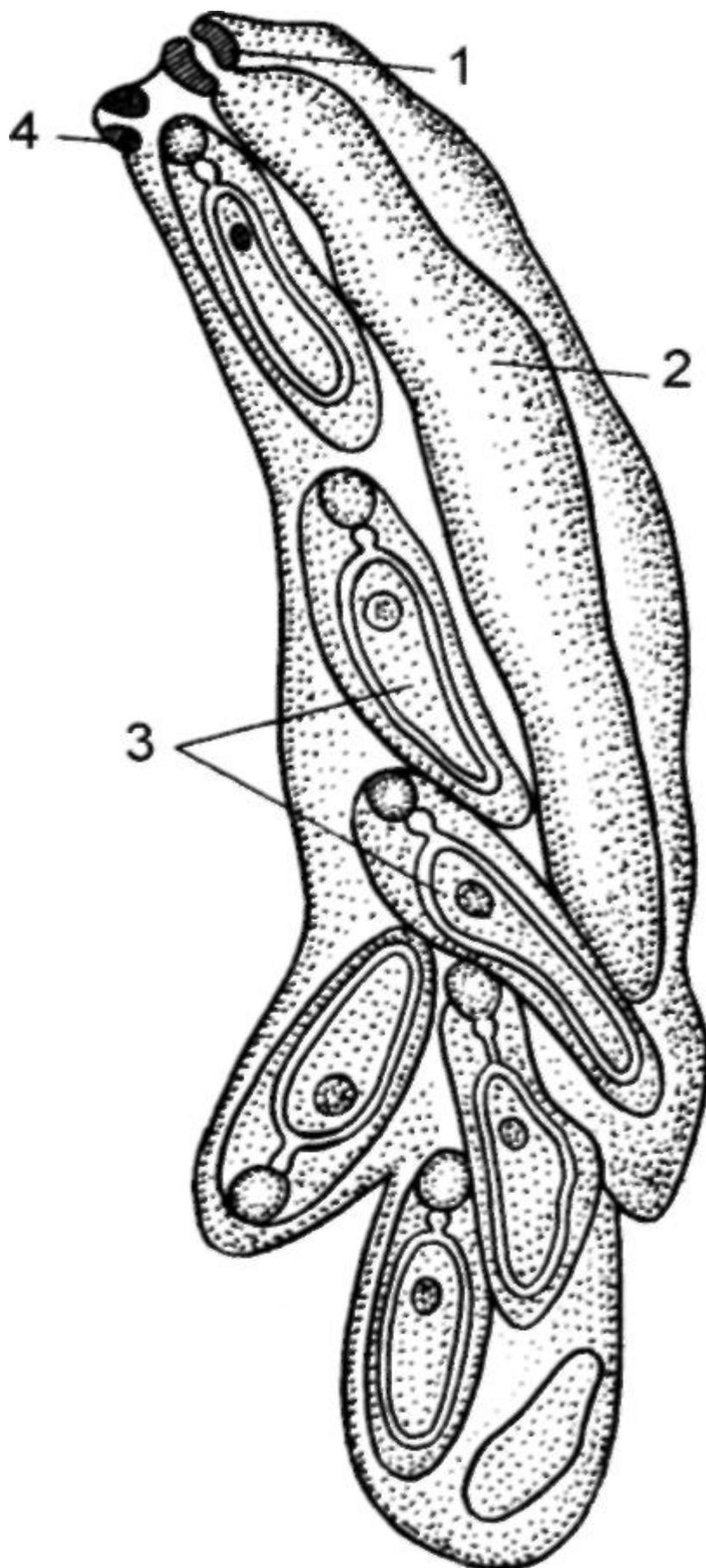


Рис. 4.28. Редия: 1 - глотка; 2 - кишечник; 3 - церкарий; 4 - отверстие для выхода зрелых церкариев

Работа 15.5. Кошачий (сибирский) сосальщик (*Opisthorchis felineus*)

Рассмотрите тотальный препарат кошачьего сосальщика, окрашенный в фиолетово-синий цвет (рис. 4.29, б). Тело описторхиса имеет листовидную форму и постепенно расширяется к заднему концу. Найдите два канала кишечника, идущие параллельно боковым сторонам и слепо оканчивающиеся.

Матка занимает половину тела и представлена разветвленной трубкой, образующей многочисленные петли. Внутри нее видно огромное количество мелких яиц. Семенники и яичник занимают заднюю часть тела. Семенники имеют характерную слабовыраженную лопатную форму: у переднего семенника - четыре лопасти, у заднего - пять лопастей. Яичник имеет меньшие размеры, округлую форму и располагается по средней линии тела. Более крупный, овальной формы семяприемник лежит ближе к боковой стороне тела. Желточники расположены латерально от ветвей кишечника, на уровне матки.

Между семенниками хорошо виден широкий изогнутый S-образный выделительный канал.

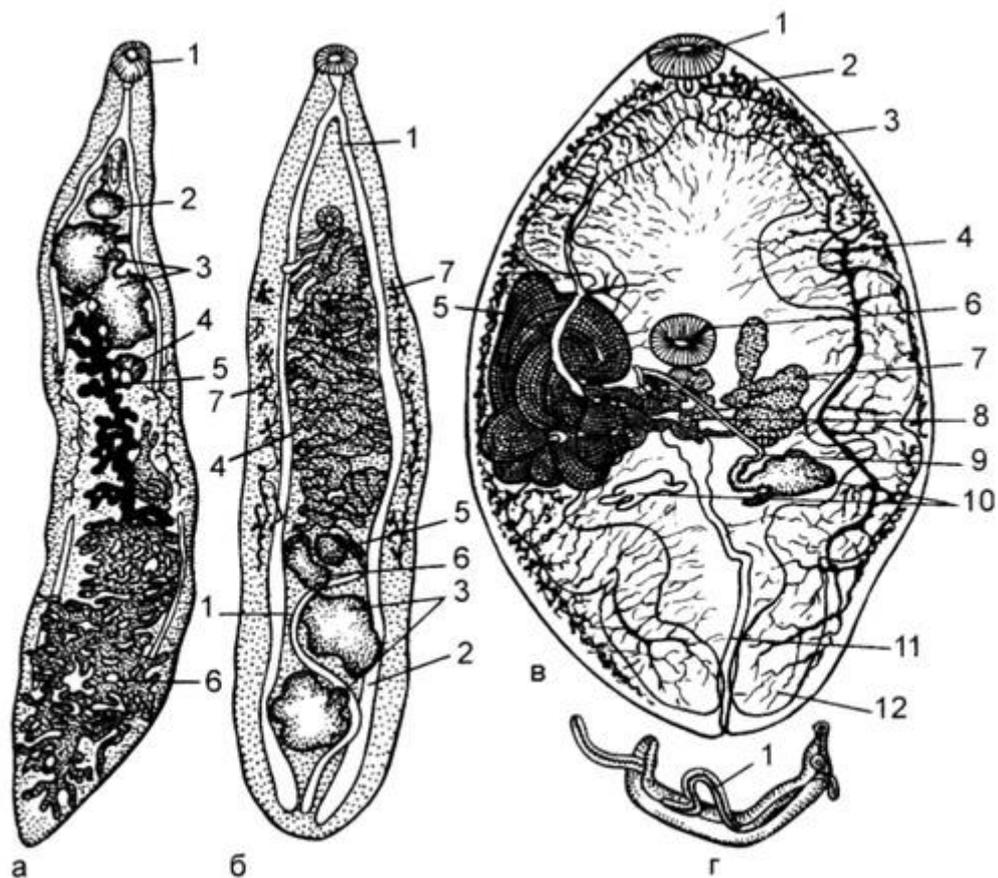


Рис. 4.29. Сосальщики - паразиты человека: а - ланцетовидный сосальщик: 1 - ротовая присоска; 2 - циррус; 3 - семенник; 4 - семяприемник; 5 - яичник; 6 - матка; б - кошачий сосальщик: 1 - канал пищеварительной системы; 2 - выделительный канал; 3 - семенники; 4 - матка; 5 - яичник; 6 - семяприемник; 7 - желточники; в - легочный сосальщик: 1 - ротовая присоска; 2 - глотка; 3 - желточники; 4 - нервный ствол; 5 - матка; 6 - брюшная присоска; 7 - яичник; 8 - циррус; 9 - семяпровод; 10 - семенники; 11 - выделительный канал; 12 - слепое окончание пищеварительного канала; г - кровяной сосальщик: 1 - самка в гинекофорном канале самца

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая присоска; 2) брюшная присоска; 3) глотка; 4) ветви кишечника; 5) половая клоака; 6) семенники; 7) яичник; 8) семяприемник; 9) матка; 10) желточники.

Работа 15.6. Ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*)

Рассмотрите под микроскопом МБС-1 тотальный препарат дикроцелиума и изучите пищеварительную и половую системы трематод (см. рис. 4.29). Изучите по схеме (рис. 4.30) жизненный цикл паразита.

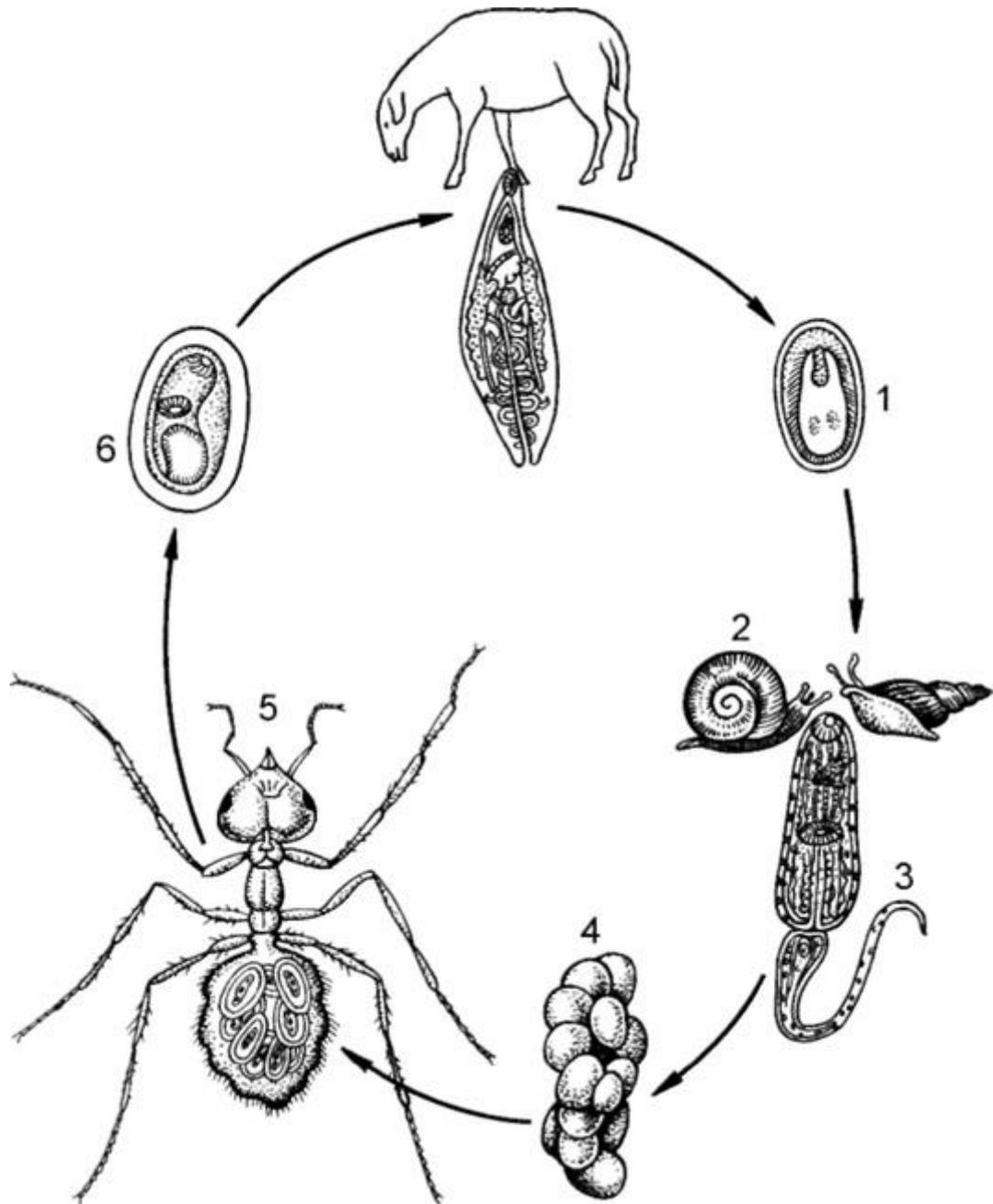


Рис. 4.30. Жизненный цикл ланцетовидного сосальщика: 1 - яйцо с мирацидием; 2 - 1-й промежуточный хозяин (моллюски); 3 - церкарий; 4 - сборные цисты; 5 - 2-й промежуточный хозяин; 6 - метацеркарий

Найдите на переднем конце тела ротовую присоску и немного позади от ротовой - брюшную. Рассмотрите пищеварительную систему: ротовое отверстие, короткую глотку, переходящую в пищевод, две неразветвленные ветви кишечника, отходящие от пищевода и заканчивающиеся слепо.

Рассмотрите половую систему. В передней части тела находятся два крупных овальных семенника. Дистальный отдел семяизвергательного канала впадает в половую клоаку, где образует циррус. Половая клоака представляет собой полость овальной формы, расположенную между передней и брюшной присосками.

Матка располагается сзади, занимает половину тела и представлена неразветвленной трубкой, образующей многочисленные петли, внутри которых находится огромное количество мелких яиц. Немного позади от второго семенника находится маленький округлой формы яичник, окрашенный в малиновый цвет.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая присоска; 2) брюшная присоска; 3) глотка; 4) ветви кишечника; 5) половая клоака; 6) семенники; 7) яичник; 8) семяприемник; 9) матка; 10) желточники.

Работа 15.7. Легочный сосальщик (Paragonimus westermani)

Рассмотрите строение легочного сосальщика на тотальном микропрепарате (микроскоп МБС-1) (см. рис. 4.29).

Ротовая присоска расположена терминально на переднем конце тела, брюшная - почти на середине тела.

Рассмотрите пищеварительную систему: ротовое отверстие, глотку и кишечные каналы. Неразветвленные каналы кишечника, проходя по боковым сторонам тела, образуют многочисленные изгибы.

В средней части тела, позади брюшной присоски, находятся многолопастный яичник и матка, расположенные на одном уровне. Позади матки видны два крупных пятилопастных семенника. Латерально от каналов кишечника располагаются желточники.

Зарисуйте строение легочного сосальщика. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая присоска; 2) брюшная присоска; 3) каналы кишечника; 4) яичник; 5) семенники; 6) матка; 7) желточники; 8) выделительный канал.

Работа 15.8. Китайский сосальщик (клонорхис) (Clonorchis sinensis)

Рассмотрите под микроскопом тотальный микропрепарат китайского сосальщика (микроскоп МБС-1) (рис. 4.31).

Паразит имеет довольно крупные размеры: длина 10-20 мм, ширина 2-4 мм. По форме тела и строению он сходен с описторхисом (кошачьим сосальщиком). Передний конец тела сужен, задний - закруглен.

Рассмотрите пищеварительную систему: ротовую присоску, глотку, пищевод, неразветвленные каналы кишечника. Каналы идут вдоль боковых сторон, затем направляются к средней линии и слепо оканчиваются у самого заднего конца тела паразита.

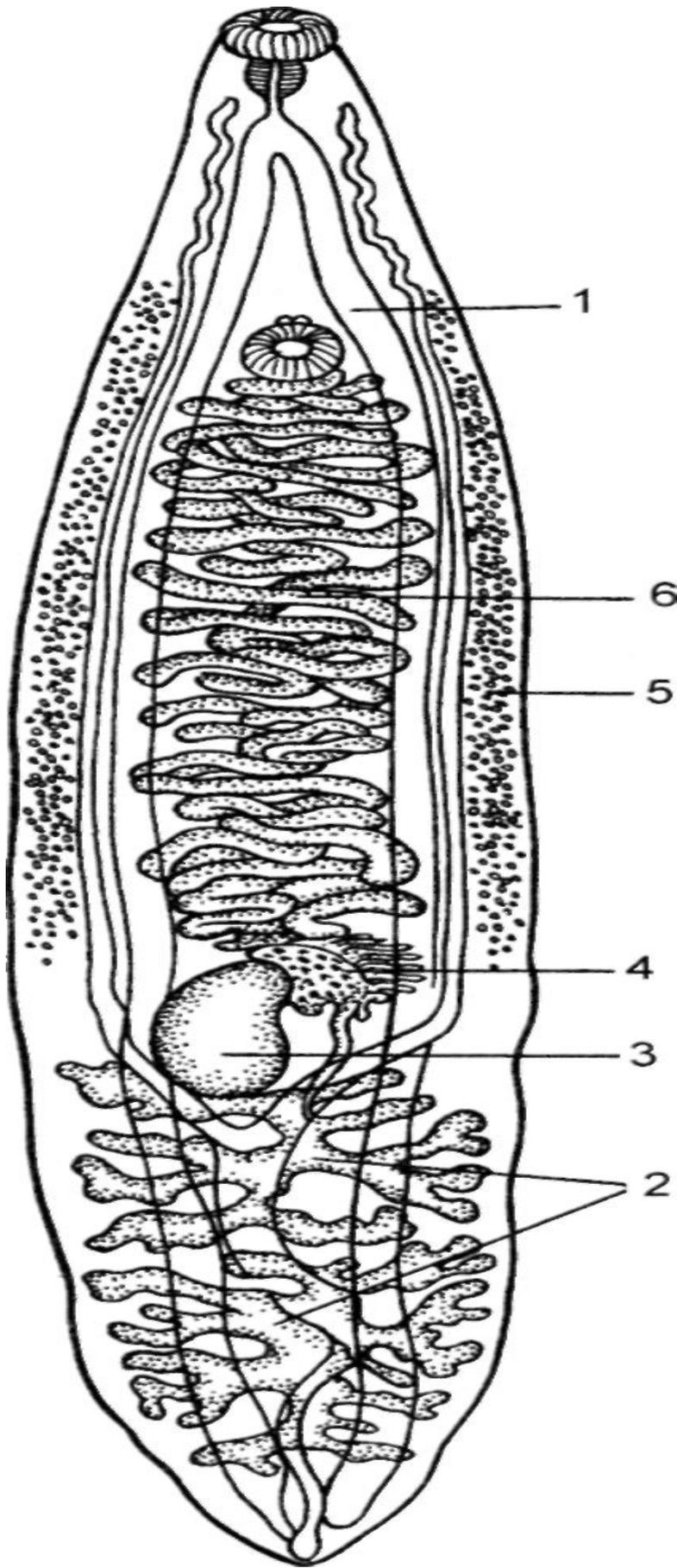


Рис. 4.31. Китайский сосальщик, или клонорхис: 1 - неветвящиеся боковые ветви кишечника; 2 - семенники; 3 - семяприемник; 4 - яичник; 5 - желточники; 6 - матка

Далее найдите элементы половой системы: матку, занимающую переднюю половину тела; позади нее - крупный бобовидный семяприемник и рядом с ним - небольших размеров яичник. В задней половине тела найдите два крупных, сильно разветвленных семенника. В средней части тела сосальщика находятся желточники.

На многих препаратах хорошо видны два канала выделительной системы. Сначала они идут параллельно каналам кишечника и латерально по отношению к ним. В задней трети тела они объединяются в непарный отдел, который заканчивается выделительной порой.

Зарисуйте строение китайского сосальщика. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая присоска; 2) брюшная присоска; 3) каналы кишечника; 4) матка; 5) семяприемник; 6) яичник; 7) семенники; 8) желточники; 9) выделительные каналы.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Больной обратился к врачу с жалобами на кровяные выделения с мочой. Из анамнеза выявлено, что недавно он прибыл из Индии, где отдыхал, много купался в бассейнах, океане и некоторых реках. Какие обследования необходимо провести? Ваш предположительный диагноз?

Задание 2. При обследовании детей в школе у одного ребенка в фекалиях обнаружены яйца печеночного сосальщика. Жалобы и симптомы болезни печени у ребенка отсутствуют. Какие исследования провести? Ваш диагноз? Как объяснить отсутствие симптомов?

Задание 3. К врачу обратились члены одной семьи, жители города Омска. У них наблюдались сходные симптомы заболеваний (повышенная температура тела, желтуха, боли в животе справа и тошнота). Из анамнеза выявлено, что они заболели месяц назад, после того как поели вяленую рыбу, которую сами выловили в Иртыше и приготовили. Какие необходимо провести обследования? Ваш предположительный диагноз?

Тема 16. Тип Плоские черви (*Plathelminthes*). Класс Ленточные черви (*Cestoda*) - возбудители тениозов человека

Цель занятия. Уметь идентифицировать на препаратах свиного и бычьего цепней и использовать знание циклов развития и морфологических особенностей для понимания симптоматики, обоснования методов диагностики и профилактики тениоза, цистицеркоза и тениаринхоза.

Мотивационная характеристика. Тениоз, цистицеркоз и тениаринхоз являются наиболее опасными заболеваниями человека. Знания морфологических особенностей цепней, локализации и жизненных циклов используются студентами при изучении гельминтологии, эпидемиологии, хирургии, терапии, детских болезней. Врачу необходимо это знать для понимания патогенного влияния тениида на организм человека, диагностики заболевания, проведения санитарно-просветительной работы и выбора профилактических мер.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) общую характеристику и латинские названия представителей класса цестод; 2) строение и жизненные циклы свиного (вооруженного) и бычьего (невооруженного) цепней; 3) строение сколекса, гермафродитной и зрелой проглоттиды свиного и бычьего цепней; 4) строение финны тениид.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Мужская и женская половые системы полностью сформированы в члениках:

- 1) гермафродитных;
 - 2) зрелых;
 - 3) оторвавшихся от стробилы;
 - 4) незрелых;
 - 5) шеечных.
2. Гермафродитные членики свиного и бычьего цепней отличаются строением:
- 1) семенников;
 - 2) желточников;
 - 3) яичника;
 - 4) матки;
 - 5) оотипа.
3. Промежуточным хозяином вооруженного цепня является:
- 1) собака;
 - 2) кошка;
 - 3) человек;
 - 4) свинья;
 - 5) корова.
4. Меры общественной профилактики тениоза и тениаринхоза:
- 1) санитарно-просветительная работа;
 - 2) ветеринарная экспертиза на бойнях;
 - 3) дегельминтизация больных;
 - 4) отлов бездомных собак;
 - 5) выбраковка мяса.
5. Тениозом человек заражается: 1) через грязные руки;
- 2) немытые овощи и фрукты;
 - 3) плохо прожаренное или проваренное мясо;
 - 4) сырую воду;
 - 5) рыбу.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить строение: 1) сколекса, гермафродитной и зрелой проглоттид свиного цепня; 2) сколекса, гермафродитной и зрелой проглоттид бычьего цепня; 3) финны тениид.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика типа Плоских червей, строение и жизненный цикл свиного цепня; строение и жизненный цикл бычьего цепня; виды финн. 2. Макропрепараты: стробила бычьего цепня; финны в мышцах свиньи. 3. Микропрепараты: сколекс свиного цепня; гермафродитная проглоттида свиного цепня; зрелая проглоттида свиного цепня; сколекс бычьего цепня; гермафродитная проглоттида бычьего цепня; зрелая проглоттида бычьего цепня.

Работа 16.1. Сколекс свиного цепня (Taenia solium)

Рассмотрите готовый микропрепарат финны с вывернутым сколексом с помощью микроскопа МБС-1. Изучите форму и расположение органов фиксации паразита.

Присоски образованы циркулярной мышцей и имеют правильную округлую форму с углублением в середине. У свиного цепня должно быть четыре присоски. Между ними расположен венчик из двух рядов крючьев, поэтому цепень называется вооруженным.

Головка, суживаясь, переходит в шейку, которая часто образует складки.

Зарисуйте сколекс и шейку. На рисунке должны быть обозначены:

1) сколекс; 2) присоски; 3) венчик крючьев; 4) шейка (рис. 4.32, а).

Работа 16.2. Гермафродитная проглоттида свиного цепня

Рассмотрите готовый микропрепарат с помощью микроскопа. Найдите по бокам членика каналы выделительной системы: два продольных канала тянутся вдоль боковых сторон членика, а соединяющий их поперечный канал расположен в основании членика.

Изучение половой системы начните с органов женской половой системы. Матка локализуется по средней линии членика в виде тонкой трубки (иногда с небольшими боковыми выростами). Под маткой находится яичник, состоящий из двух крупных долей округлой формы и одной очень маленькой дольки гроздьевидной формы, которая называется дополнительной.

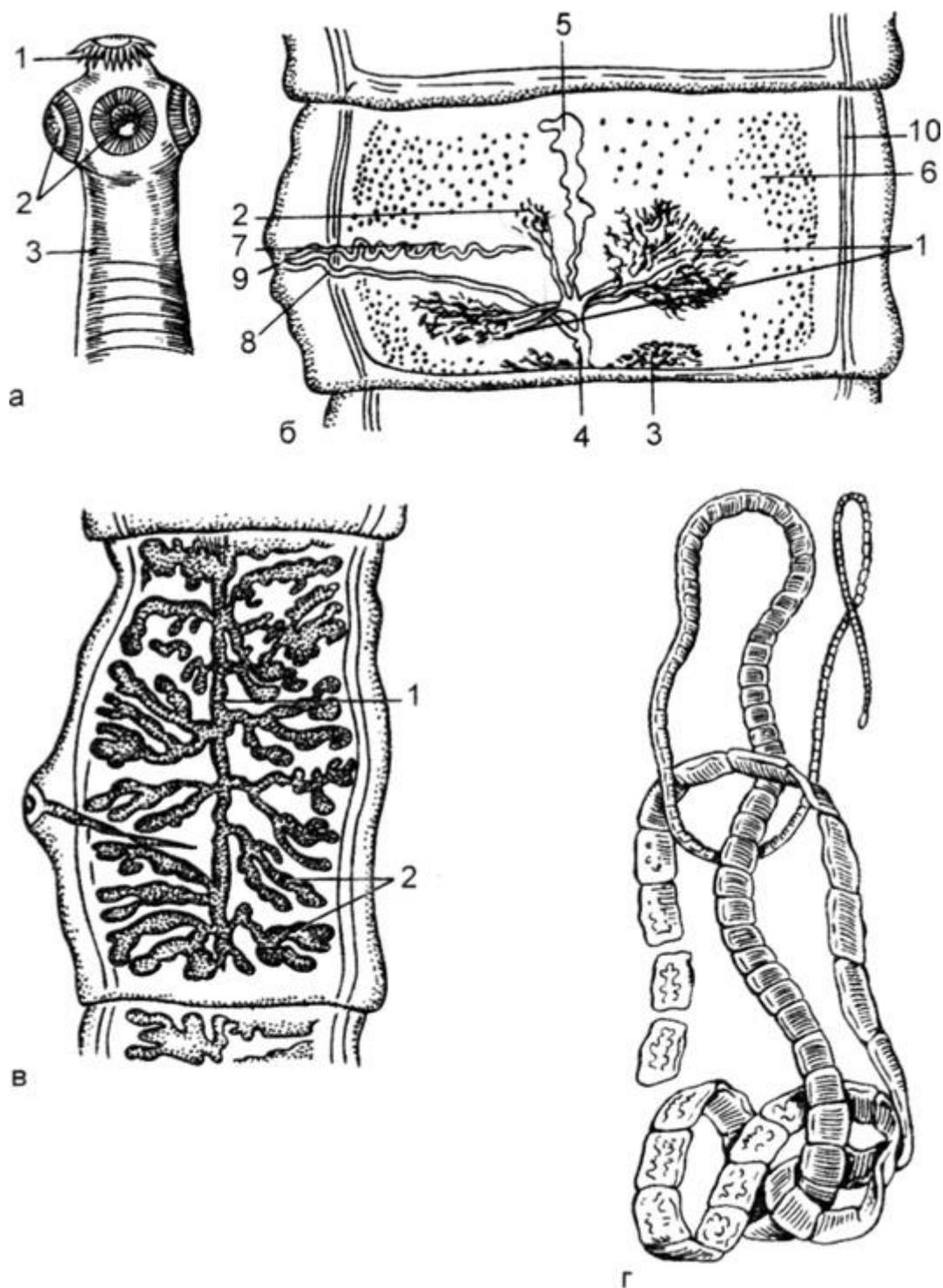


Рис. 4.32. Свиной цепень: *а* - головка: 1 - хоботок с крючьями; 2 - присоски; 3 - шейка; *б* - гермафродитный членик: 1 - яичники; 2 - дополнительная третья доля яичника; 3 - желточник; 4 - оотип; 5 - матка; 6 - семенники; 7 - семяпровод; 8 - влагалище; 9 - половая клоака; 10 - канал выделительной системы; *в* - зрелый членик: 1 - основной ствол матки; 2 - боковые ветви; *г* - стробила

Она расположена в промежутке между маткой и влагалищем. Наличие дополнительной доли яичника - основное отличие членика свиного цепня от бычьего. Между крупными долями яичника, ближе к основанию членика, можно увидеть маленькое округлое тельце - оотип. От него начинается тонкий канал (влагалище), открывающийся в половую клоаку. Ниже яичника расположен желточник, состоящий из множества гроздьевидных железок.

Затем рассмотрите органы мужской половой системы. Многочисленные семенники расположены в боковых частях проглотида, между каналами выделительной системы и маткой, в виде мелких округлых пузырьков. От каждого семенника отходят тонкие семявыносящие каналы, которые сливаются в семяпровод. Семяпровод идет поперек членика от центра к половой клоаке, параллельно влагалищу (рис. 4.33).

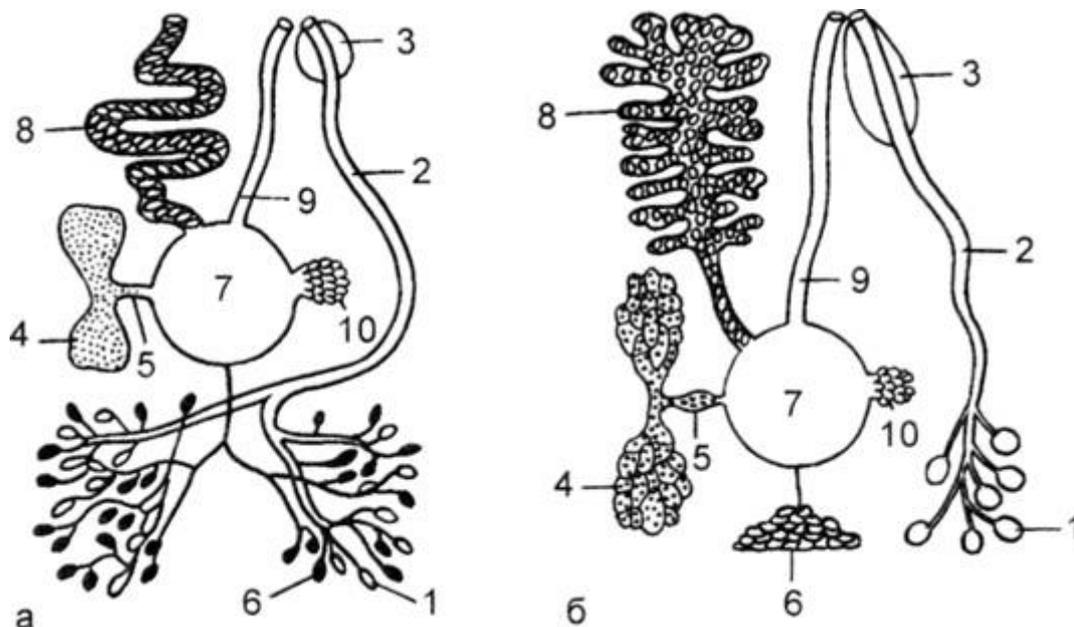


Рис. 4.33. Строение половой системы цестод: *а* - лентец; *б* - цепень; 1 - семенник; 2 - семяпровод; 3 - циррус в циррусной сумке; 4 - яичник; 5 - яйцевод; 6 - желточник; 7 - оотип; 8 - матка; 9 - вагина; 10 - скорлуповая железа

Зарисуйте расположение внутренних органов проглотида. На рисунке должны быть обозначены: 1) половая клетка; 2) выделительные каналы (два продольных и один поперечный); 3) семяпровод; 4) семенники; 5) влагалище (вагина); 6) матка; 7) доли яичника (две основные и одна дополнительная); 8) оотип; 9) желточник (см. рис. 4.32, б).

Работа 16.3. Зрелая проглотида свиного цепня

Внутри членика рассмотрите матку, заполняющую весь членик, и семяпровод. Остальные органы половой системы атрофированы.

Найдите центральный ствол матки и сосчитайте число боковых ветвей, отходящих от него с одной (левой или правой) стороны. Их должно быть 7-12, что является диагностическим признаком тениоза.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) центральный ствол матки; 2) боковые ветви (от 7 до 12) (см. рис. 4.32, в).

Работа 16.4. Финна свиного цепня (цистицерк)

Рассмотрите цистицерки свиного цепня на микропрепарате с ввернутым и искусственно вывернутым сколексом.

Зарисуйте финну. На рисунке должны быть обозначены: 1) финнозный пузырь; 2) сколекс с присосками; 3) финна с вывернутым сколексом; 4) финна с ввернутым сколексом.

Работа 16.5. Сколекс бычьего цепня (*Taeniarhynchus saginatus*)

Рассмотрите сколекс бычьего цепня под микроскопом и обратите внимание, что органы фиксации представлены только присосками. Крючья отсутствуют (отсюда название - невооруженный цепень).

Зарисуйте сколекс. На рисунке должны быть обозначены: 1) присоски; 2) сколекс; 3) шейка.

Работа 16.6. Гермафродитная проглоттида бычьего цепня

Строение гермафродитного членика бычьего цепня очень сходно с таковым свиного цепня. Основным отличительным признаком является яичник, который имеет всего две основные доли; третья (добавочная) доля отсутствует (см. рис. 4.33).

Сделайте рисунок и используйте те же обозначения, что и в работе 16.2.

Работа 16.7. Зрелая проглоттида бычьего цепня

Правильно сориентируйте препарат и рассмотрите строение матки. Обратите внимание на большое количество боковых ветвей. Сосчитайте их количество с одной стороны центрального ствола (их должно быть от 17 до 35) и зарисуйте.

Различное количество боковых ветвей матки в зрелом членике тениид позволяет определить вид паразита.

На рисунке должны быть обозначены: 1) половая клоака; 2) центральный ствол матки; 3) боковые ветви (от 17 до 35).

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Во время санитарно-эпидемиологического контроля говядины на рынке в мясе обнаружены пузырьки величиной с горошину в количестве 8-10 штук на 1 дм². Какой диагноз можно поставить? Каковы действия санитарного врача? Рекомендации по использованию мяса.

Задание 2. К невропатологу обратился больной с жалобами на сильные головные боли, судороги и эпилептические припадки, продолжающиеся в течение года. На рентгенограмме выявлены округлые, диаметром 1 см, многочисленные образования в головном мозге. При выяснении анамнеза оказалось, что 2 года назад отец больного лечился от тениоза. Каков предполагаемый диагноз?

Задание 3. Больной обратился в поликлинику с жалобами на слабость, потерю аппетита, приступы тошноты, расстройство стула и головную боль. Из анамнеза выяснено, что он имеет фермерское хозяйство и занимается выращиванием свиней. Часто употребляет шашлык с кровью, сырокопченный окорок и сало. При лабораторном исследовании фекалий обнаружен членик червя, содержащий разветвленную матку, количество ветвей равно 10. Каков предполагаемый диагноз? Какова тактика в отношении больного?

Тема 17. Тип Плоские черви (Plathelminthes). Класс Ленточные черви (Cestoda) - возбудители важнейших цестодозов человека

Цель занятия. Уметь идентифицировать на препаратах важнейших возбудителей цестодозов человека (эхинококк, альвеококк, карликовый цепень и широкий лентец) и использовать знания строения и жизненных циклов для обоснования методов диагностики и профилактики этих заболеваний.

Мотивационная характеристика. Эхинококкоз, альвеококкоз и дифиллоботриоз имеют большое эпидемиологическое значение в отдельных регионах России. Знание жизненных циклов этих цестод позволяет разрабатывать специфические профилактические меры, направленные не только на дегельминтизацию больных, но и на прерывание жизненного цикла в природных очагах. Гименолепидоз - один из самых распространенных цестодозов у детей. Для диагностики, лечения и профилактики цестодозов необходимы знания морфологии и жизненного цикла паразитов. Эти сведения

являются базовыми для студентов при изучении хирургии, эпидемиологии, терапии, детских болезней.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) классификацию паразитических червей; 2) географическое распространение; 3) особенности морфологии эхинококка, альвеококка, карликового цепня, широкого лентеца; 4) цикл развития этих паразитических цестод; 5) локализацию паразитических цестод; 6) особенности патогенного действия цестод на органы человека; 7) методы диагностики эхинококкоза, альвеококкоза, гименолепидоза, дифиллоботриоза; 8) методы профилактики эхинококкоза, альвеококкоза, гименолепидоза, дифиллоботриоза; 9) строение, жизненный цикл и латинские названия эхинококка, альвеококка, карликового цепня и широкого лентеца; 10) строение финн у различных цестод.

Заполнить табл. 4.4.

Таблица 4.4. Цестоды - паразиты человека

Название гельминта (русское и латинское)	Географическое распространение	Локализация в организме человека	Окончательный и промежуточный хозяева	Личиночные стадии	Инвазионная стадия для человека	Профилактика	Диагностика

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Аутоинвазия имеет место в жизненном цикле:

- 1) эхинококка;
- 2) карликового цепня;
- 3) широкого лентеца;
- 4) свиного цепня;
- 5) бычьего цепня.

2. Человек заражается эхинококком:

- 1) через немытые овощи и фрукты;
- 2) через плохо прожаренное мясо;
- 3) при общении с собаками;
- 4) при употреблении в пищу рыбы;
- 5) фекально-оральным способом.

3. Финна эхинококка - это:

- 1) пузырь с одной ввернутой головкой;
- 2) пузырь с несколькими головками;
- 3) пузырь с дочерними и внучатыми пузырями содержащими сколексы;
- 4) плотная червеобразная личинка;
- 5) пузырь с дочерними пузырями, отпочковывающимися наружу.

4. Отличительные признаки зрелого членика широкого лентеца от зрелых члеников тениид:

- 1) форма;
 - 2) расположение желточников;
 - 3) трехдольчатый яичник;
 - 4) строение матки;
 - 5) двухдольчатый яичник.
5. Промежуточные хозяева широкого лентеца:
- 1) моллюск;
 - 2) циклоп;
 - 3) крупный рогатый скот;
 - 4) рыба;
 - 5) свинья.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) ленточную форму эхинококка; 2) финну эхинококка (макропрепарат); 3) ленточную форму альвеококка (тотальный микропрепарат); 4) финну альвеококка (макропрепарат); 5) ленточную форму карликового цепня (тотальный микропрепарат); 6) поперечный срез головки широкого лентеца; 7) зрелый членик широкого лентеца; 8) жизненные циклы указанных цестод.

Оборудование. 1. Таблицы: строение эхинококка; строение альвеококка; строение карликового цепня; строение лентеца; строение финн цестод. 2. Макропрепараты: печень крупного рогатого скота, пораженная финнами эхинококка; стробила широкого лентеца; органы крысы, зараженной альвеококкозом. 3. Микропрепараты: тотальные препараты эхинококка, альвеококка, карликового цепня; поперечный срез сколекса широкого лентеца; зрелый членик широкого лентеца. 4. Микроскопы: МБС- 1, МБР-1 и «Биолам».

Работа 17.1. Эхинококк (Echinococcus granulosus)

Изучите строение эхинококка на тотальном микропрепарате (микроскоп МБР-1).

Эхинококк имеет незначительные размеры: его длина составляет 3-7 мм. Сколекс характерной удлинённой формы. На нем хорошо видны присоски и два ряда крючьев. Шейка длинная и тонкая. Стробила состоит всего из трех или четырех проглоттид (рис. 4.34). Первый членик бесполой, молодой, второй (иногда и третий) - гермафродитный, но органы половой системы различаются с трудом. Последний членик - зрелый; он значительно крупнее предыдущих как по длине, так и по ширине. Внутри зрелого членика видна матка, наполненная яйцами. Обратите внимание, что у эхинококка матка имеет хорошо выраженные боковые выпячивания неправильной формы, этот признак отличает эхинококк от альвеококка.

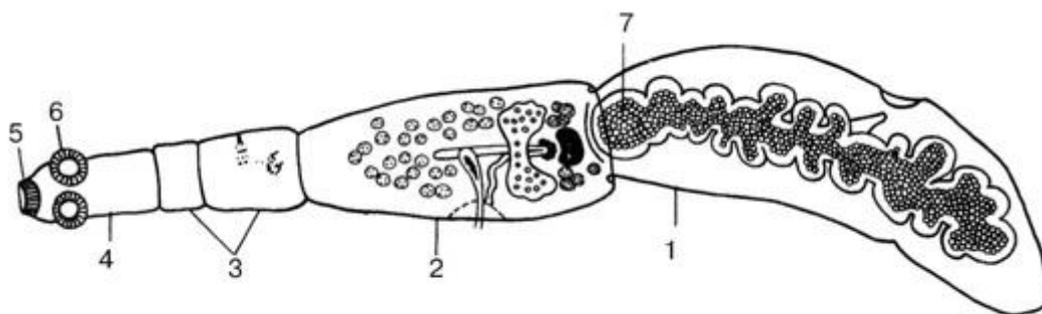


Рис. 4.34. Эхинококк: 1 - зрелая проглоттида; 2 - гермафродитная проглоттида; 3 - незрелая проглоттида; 4 - головка; 5 - хоботок с крючьями; 6 - присоска; 7 - зрелые яйца в матке

Зарисуйте эхинококк. На рисунке должны быть обозначены: 1) сколекс; 2) присоски и крючья; 3) шейка; 4) гермафродитные проглоттиды; 5) зрелая проглоттида; 6) матка, наполненная яйцами; 7) половое отверстие.

Работа 17.2. Альвеококк (Alveococcus multilocularis)

Изучите строение половозрелой формы альвеококка под микроскопом МБС-1.

Ленточная форма альвеококка внешне очень сходна с эхинококком, но размеры ее составляют 1,5-4 мм (рис. 4.35, 4.36).

Основным отличительным признаком служит строение матки в зрелом членике: матка имеет мешковидную форму и никогда не образует боковых выпячиваний.

Второе отличие проявляется в том, что половое отверстие расположено в передней половине членика, а не в задней, как у эхинококка.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) сколекс; 2) стробила; 3) зрелый членик; 4) шаровидная матка; 5) половое отверстие.

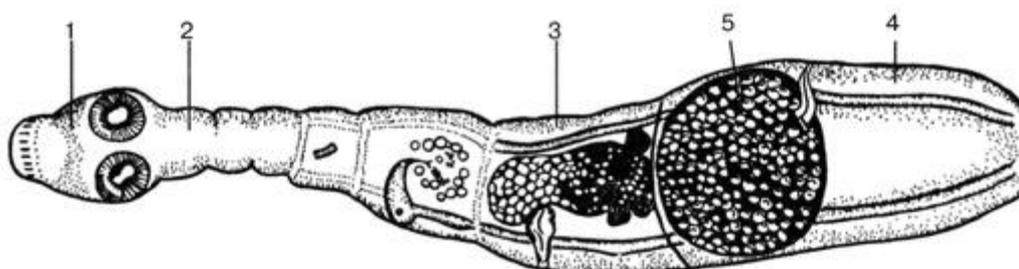


Рис. 4.35. Альвеококк: 1 - головка; 2 - шейка; 3 - гермафродитный членик; 4 - зрелый членик; 5 - шаровидная матка

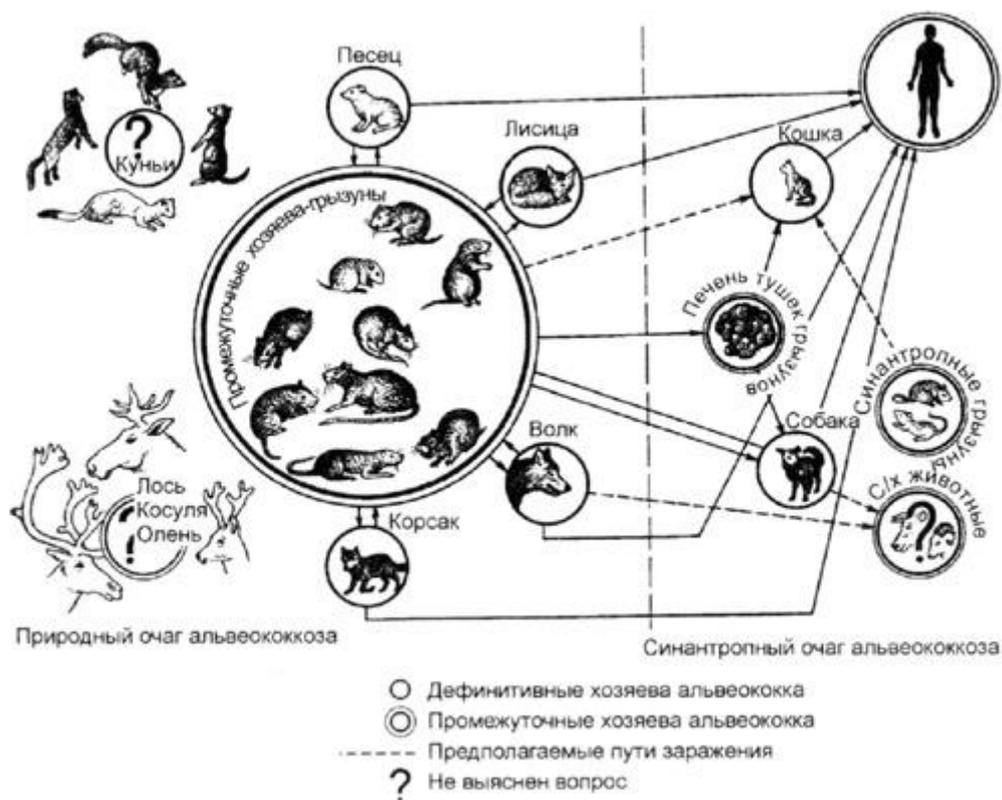


Рис. 4.36. Жизненный цикл альвеококка

Работа 17.3. Карликовый цепень (Hymenolepis nana)

Рассмотрите тотальный микропрепарат карликового цепня под микроскопом МБР-1 при малом увеличении. Сколекс имеет характерную шаровидную форму. На нем расположен втяжной хоботок с крючьями (рис. 4.37). За головкой следует длинная и тонкая шейка, которая, постепенно сужаясь, переходит в стробилу, состоящую из множества члеников (около 200). Первые членики очень узкие, затем они укрупняются, но форма их практически не изменяется. Комплекс половых органов трудноразличим: лишь в самых зрелых члениках видна матка, наполненная яйцами. Половая клоака, в отличие от тениид, во всех члениках расположена с одной стороны.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) сколекс; 2) хоботок с крючьями; 3) присоски; 4) шейка; 5) стробила; 6) зрелые проглоттиды.

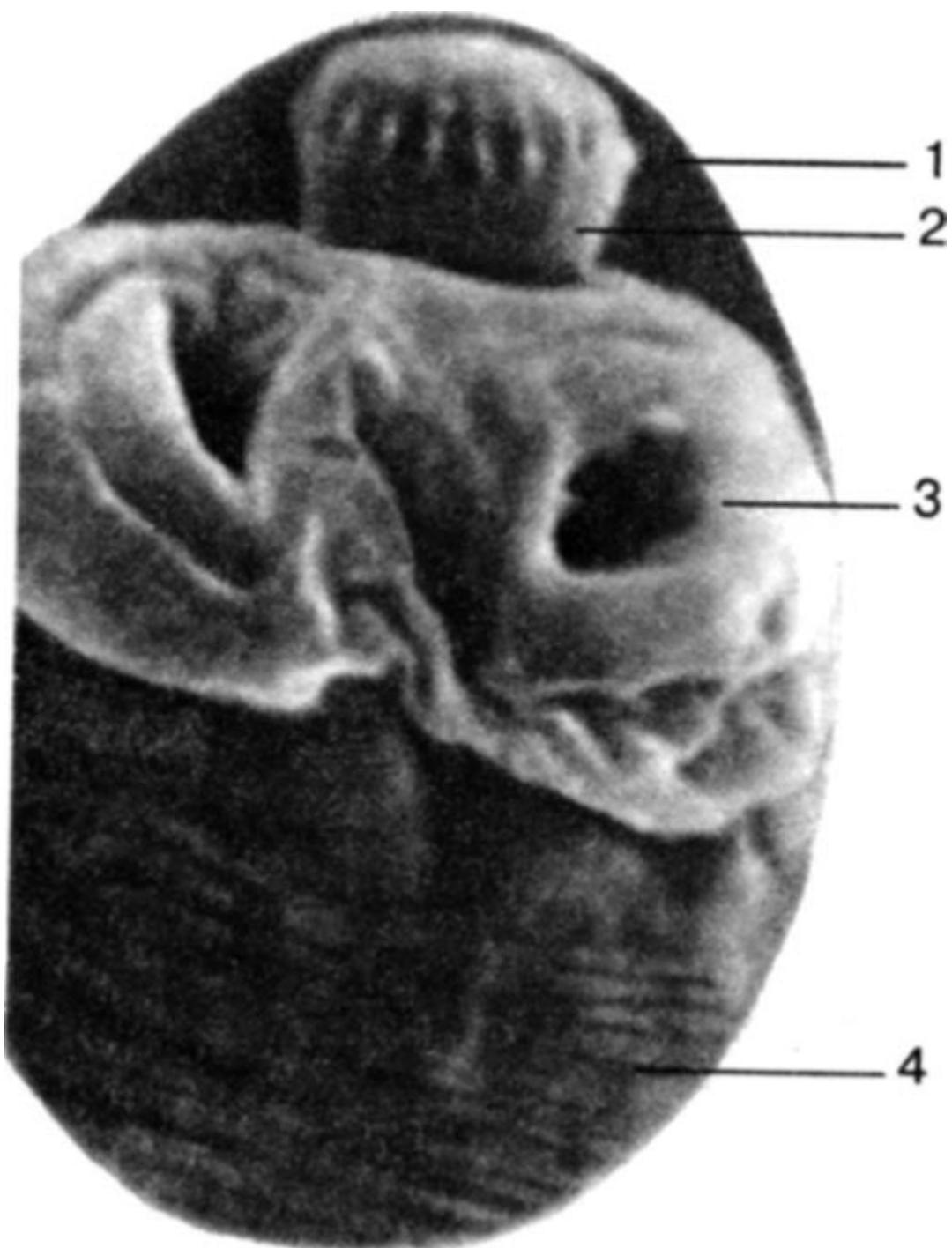


Рис. 4.37. Сколекс карликового цепня (*Hymenolepis nana*): 1 - венчик крючьев; 2 - хоботок; 3 - присоска; 4 - шейка

Работа 17.4. Поперечный срез сколекса широкого лентеца (Diphyllobothrium latum)

Рассмотрите под микроскопом МБР-1 готовый микропрепарат (рис. 4.38). Поперечный срез сколекса имеет овальную форму. Ботрии видны в виде двух глубоких щелевидных полостей, расположенных на противоположных сторонах среза.

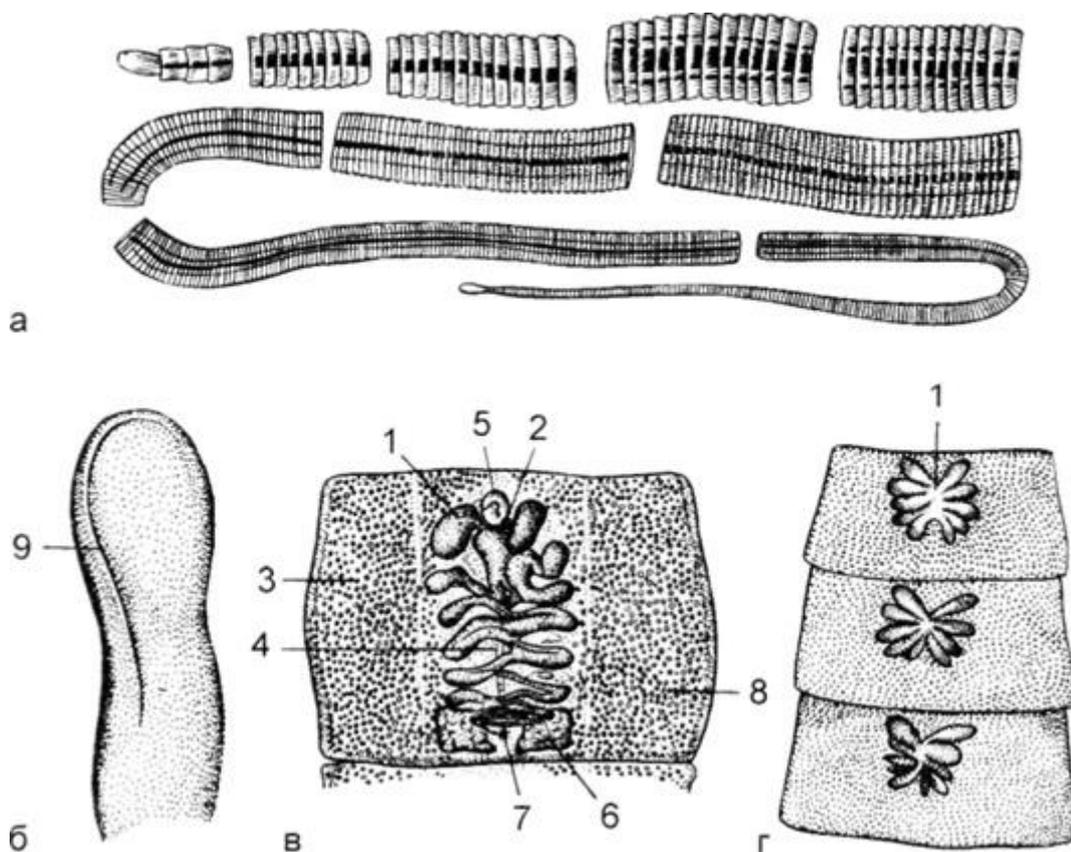


Рис. 4.38. Широкий лентец: *а* - стробила; *б* - головка; *в* - гермафродитный членик; *г* - зрелые членики; 1 - матка; 2 - выводное отверстие матки; 3 - желточники; 4 - влагалище; 5 - циррусная сумка; 6 - яичник; 7 - тельце Мелиса; 8 - семенники; 9 - ботрии

Работа 17.5. Зрелая проглоттида широкого лентеца

Изучите препарат под микроскопом МБС-1. У зрелых члеников лентеца в отличие от тениид ширина резко преобладает над длиной. Внутри членика рассмотрите матку, имеющую характерную бантовидную форму, образованную неразветвленной трубкой, свернутой в петли. Наиболее крупные петли находятся у переднего края членика. Матка заполнена желтовато-черными яйцами. Половая клоака в отличие от тениид расположена не сбоку, а на вентральной поверхности членика (у переднего края по средней линии) и имеет вид округлого диска с отверстием.

Иногда на препарате можно видеть выходное отверстие матки (т.е. матка лентеца в отличие от тениид незамкнутая).

Еще одним отличительным признаком является расположение желточников. У лентеца они представлены многочисленными мелкими пузырьками в боковых частях проглоттиды, дорсально от семенников. Поскольку семенники также имеют форму фолликулов, отличить их на препарате от желточников практически невозможно (см. рис. 4.38, г).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) матка; 2) половая клоака; 3) отверстие матки; 4) семенники и желточники.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задача 1. У больного отмечается наряду с нарушением пищеварения тяжелая форма анемии. Лабораторные исследования показали наличие в фекалиях больного крупных яиц округлой формы размером 70x45 мкм с крышечкой на одном из полюсов. При опросе больного выяснилось, что незадолго до болезни он употреблял в пищу свежемороженную рыбу (строганину). Каков предположительный диагноз?

Задача 2. В больницу поступил пациент с жалобами на желтуху, слабость, тошноту и изредка возникающую рвоту. При обследовании выявлено округлое образование в печени диаметром 7 см. Пациент по профессии пастух. Пасти стадо овец ему помогают несколько собак. Какие необходимо провести исследования? Ваш предположительный диагноз и тактика?

Задача 3. К педиатру обратились родители ребенка 3 лет. За последний месяц ребенок похудел и стал более нервным. Он жалуется на периодические боли в животе и слабость. При исследовании фекалий больного обнаружены яйца цестоды. Ваш предположительный диагноз? Какие гигиенические мероприятия необходимо провести в детском саду, который посещает больной ребенок?

Тема 18. Тип Круглые черви (*Nemathelminthes*). Класс Собственно круглые черви (*Nematoda*)

Цель занятия. Изучить класс Собственно круглые черви, знать морфологическую характеристику и особенность жизненного цикла паразитических нематод.

Уметь:

- идентифицировать на микропрепаратах возбудителей аскаридоза, энтеробиоза, трихинеллеза, трихоцефалеза и отличать их по полу;
- обосновать методы диагностики и профилактики аскаридоза, энтеробиоза, трихоцефалеза, трихинеллеза;
- дифференцировать яйца представителей типов Плоские и Круглые черви на микропрепаратах.

Мотивационная характеристика. Класс Собственно круглые черви представляет большой интерес с точки зрения медицины, поскольку к нему относится более половины всех гельминтов, патогенных для человека. Знания морфологической характеристики и особенностей жизненного цикла паразитических нематод используются студентами при изучении инфекционных болезней, хирургии, эпидемиологии, терапии, детских болезней. Детальное изучение морфологической характеристики и биологических особенностей жизненного цикла паразитических нематод, аскариды, острицы, власогила и других является той основой, которая позволит врачу провести дифференциальную диагностику этих заболеваний. От ее результатов зависят тактика лечения больного и разработка профилактических мероприятий.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) понятия о био- и геогельминтах; 2) латинские названия; 3) морфологические особенности представителей типа Круглые черви; 4) географическое распространение нематод; 5) локализацию нематод в организме человека; 6) цикл развития аскариды, власогила, острицы, анкилостомы, ришты и филярий; 7) диагностику аскаридоза, трихоцефалеза, энтеробиоза, трихинеллеза, дракункулеза (ришты), анкилостомоза, филяриозов; 8) профилактику аскаридоза, трихоцефалеза, энтеробиоза, трихинеллеза, дракункулеза (ришты), анкилостомоза, филяриозов.

Заполнить табл. 4.5 и 4.6.

Таблица 4.5. Собственно круглые черви, имеющие медицинское значение

Тип	Класс	Вид	Заболевание
Круглые черви (<i>Nemathelminthes</i>)	Собственно круглые	<i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Enterobius vermicularis</i> <i>Trichocephalus trichiurus</i> <i>Trichinella spiralis</i> <i>Ancylostoma</i>	Аскаридоз Энтеробиоз

	черви (<i>Nematoda</i>)	<i>duodenale Necator americanus</i> <i>Dracunculus medinensis</i>	Трихоцефалез Трихинеллез Анкилостомоз Некатороз Дракункуле
--	------------------------------	--	--

Таблица 4.6. Нематоды - паразиты человека

Название гельминта (русское и латинское)	Вызываемое заболевание	Биоили геогельминт	Окончательный и промежуточный хозяева	Локализация в организме человека	Путь заражения	Лабораторная диагностика	Профилактика
--	---------------------------	-----------------------	---	--	-------------------	-----------------------------	--------------

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Назовите черты прогрессивной организации круглых червей:

- 1) наличие кожно-мускульного мешка;
- 2) появление третьего отдела кишечника;
- 3) раздельнополость;
- 4) отсутствие паренхимы;
- 5) усложнение нервной системы.

2. Какое значение имеет полостная жидкость нематод:

- 1) гидроскелет;
- 2) внутренняя среда;
- 3) пищеварительная функция;
- 4) создание тургора;
- 5) выделительная функция.

3. Каким путем человек заражается аскаридозом:

- 1) через грязные руки;
- 2) через сырую воду;
- 3) через плохо прожаренное мясо;
- 4) через немытые овощи и фрукты;
- 5) через кожу.

4. Что такое миграция:

- 1) проникновение в организм хозяина;
- 2) переход из кишечника в кровь;
- 3) передвижение через определенные органы хозяина;
- 4) выход из организмов в окружающую среду;
- 5) переход из крови в легкие.

5. Через какое время яйцо острицы становится инвазионным:

- 1) 4-6 ч;
- 2) 1-2 дня;
- 3) 2-3 нед;
- 4) 1 мес;
- 5) 2 мес.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) внешний вид аскариды; 2) внутреннее строение аскариды; 3) строение острицы (самки и самца); 4) жизненные циклы аскариды и острицы; 5) строение власоглава (самки и самца); 6) строение анкилостомы; 7) строение инкапсулированной личинки; 8) строение половозрелой формы трихинеллы; 9) строение яиц различных гельминтов - паразитов человека.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика типа Круглые черви: внешнее и внутреннее строение аскариды, острицы, власоглава, трихинеллы; строение яиц гельминтов. 2. Макропрепараты: половая система самки и самца аскариды; легкие морской свинки при экспериментальном аскаридозе, внутреннее строение аскариды.

4. Микроскопы: МБС-1 и МБР-1.

Работа 18.1. Внешнее строение свиной аскариды (Ascaris suum)

Половозрелая свиная аскарида по внешнему и внутреннему строению чрезвычайно сходна с аскаридой человеческой, поэтому является удобным объектом для изучения на лабораторных занятиях (рис. 4.39, 4.40).

Тело аскариды имеет цилиндрическую форму, заострено на переднем и заднем концах. Длина тела самки 30-40 см, самца 15 - 25 см.

Сначала определите пол паразита. Отличительным признаком самца служит задний конец тела, загнутый на брюшную сторону.

У самки на границе передней трети тела можно видеть узкий кольцевидный желобок. На брюшной стороне в нем расположено наружное половое отверстие (его следует рассмотреть с помощью ручной лупы). Определите вентральную сторону тела паразита, а также передний и задний концы тела. По боковым сторонам вдоль тела от переднего до заднего конца просвечивают выделительные каналы в виде двух тонких темных полос.

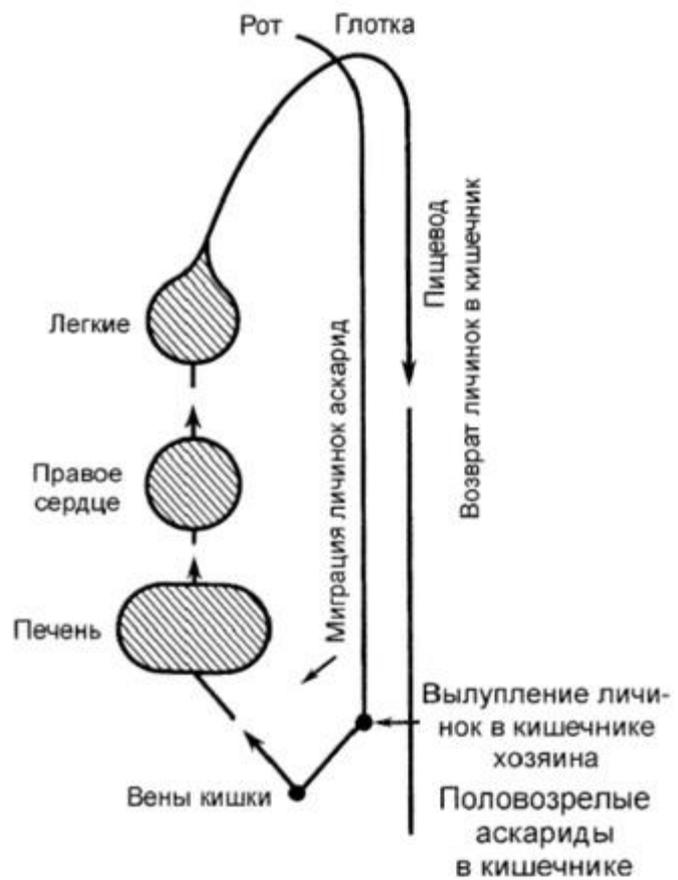


Рис. 4.39. Жизненный цикл аскариды

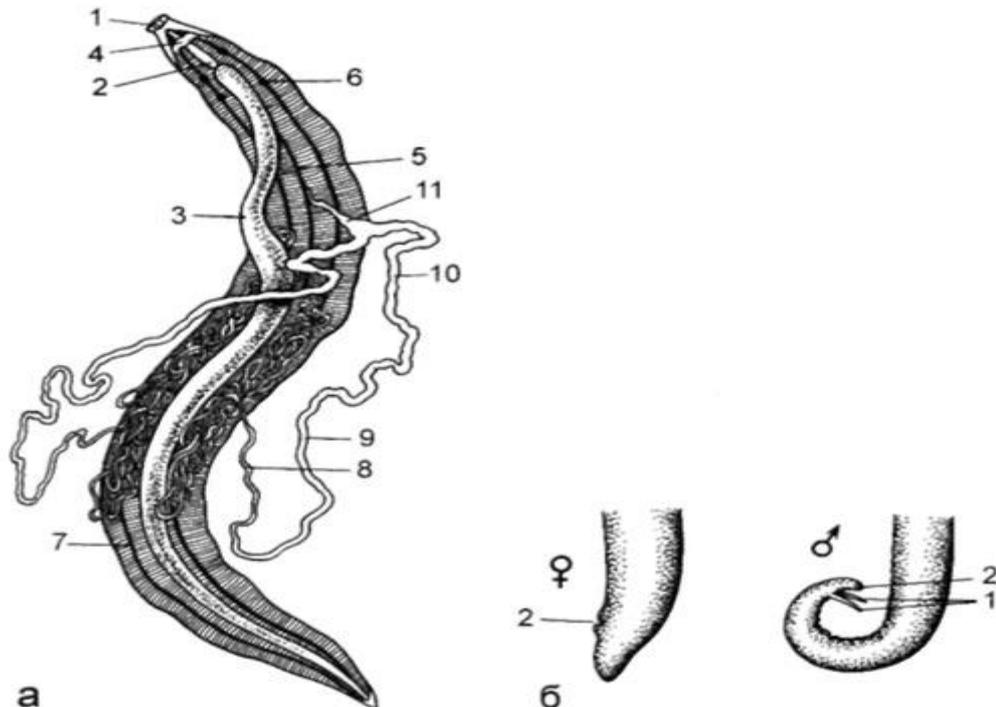


Рис. 4.40. Аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*): *a* - самка: 1 - губы; 2 - мускулистая часть пищевода; 3 - кишечник; 4 - нервное кольцо; 5 - брюшной нервный тяж; 6 - фагоцитарные клетки; 7 - боковой валик гиподермы; 8 - яичник; 9 - яйцевод; 10 - матка; 11 - влагалище; *б* - задние концы тела самки и самца: 1 - спикулы; 2 - анальное отверстие

Работа 18.2. Поперечный срез самки аскариды

Рассмотрите поперечный срез аскариды с помощью микроскопа МБС-1.

Тело аскариды на поперечном срезе имеет округлую форму (рис. 4.41). Стенка тела образована кожно-мускульным мешком, состоящим из трех слоев. Сначала найдите четко очерченный наружный слой, или кутикулу. Под ней находится слой гиподермы. Затем следует слой продольных мышц. Мышечные клетки аскариды образуют отростки, свешивающиеся в полость тела. Обратите внимание на неодинаковую толщину мышечного слоя. Он резко истончается по направлению к центру боковой стороны, где находятся боковые валики гиподермы. Рассмотрите форму бокового валика и найдите в центре валика отверстие выделительного канала.

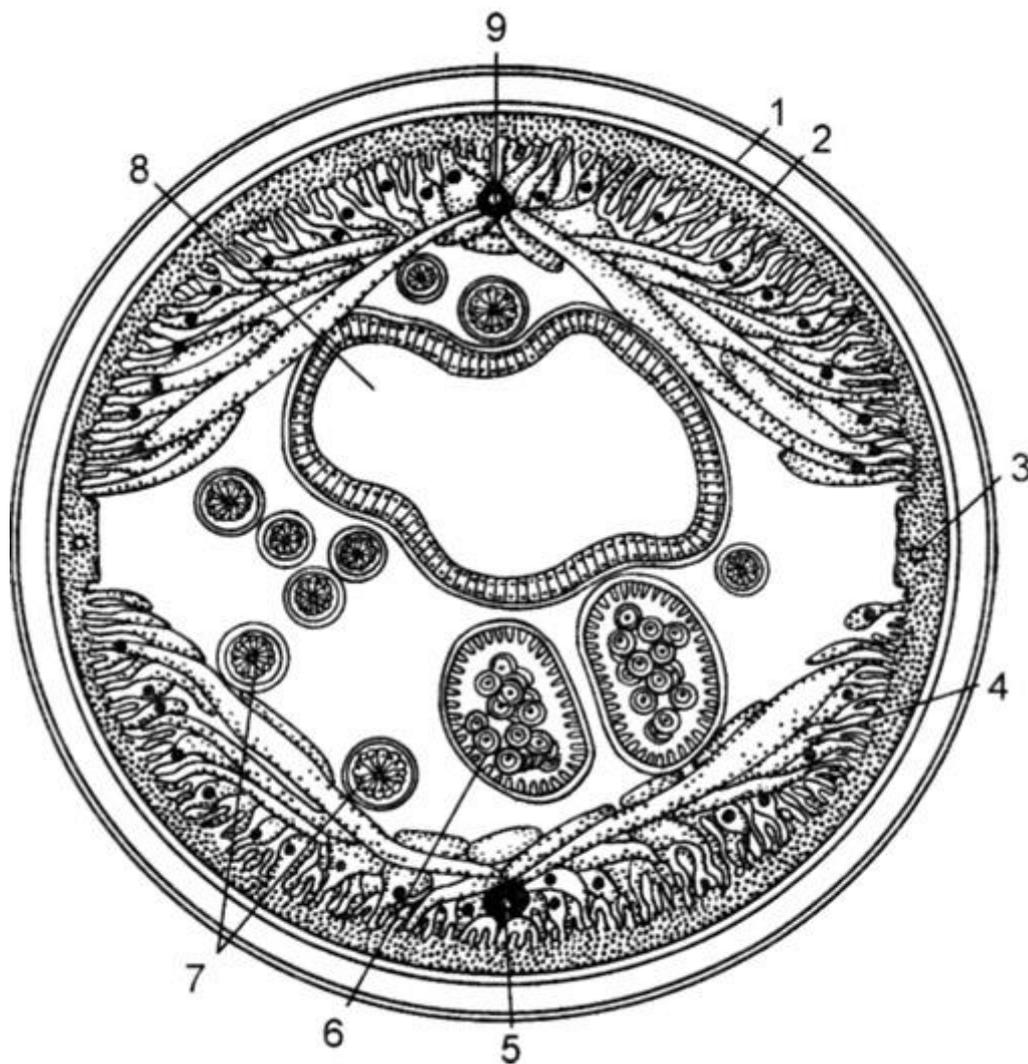


Рис. 4.41. Самка аскариды (поперечный срез): 1 - кутикула; 2 - гиподерма; 3 - канал выделительной системы в боковом валике гиподермы; 4 - мышцы; 5 - брюшной нервный ствол; 6 - матка; 7 - яичники; 8- кишка; 9 - спинной нервный ствол в валике гиподермы

Затем найдите спинной и брюшной валики гиподермы. Для них характерна бокаловидная форма. Широкая часть обращена в полость тела и содержит нервный ствол.

Ориентируясь на валики гиподермы, поместите препарат так, чтобы выделительные каналы соответствовали боковым сторонам поля зрения. После этого рассмотрите органы, расположенные в первичной полости тела аскариды. Рассмотрите части половой системы, имеющие на поперечном срезе вид округлых дисков различного диаметра. Основную массу составляют срезы яичников, имеющие наименьший диаметр. Кроме диаметра отличительным признаком среза яичника является отсутствие просвета.

При большом увеличении хорошо видно, что яичник заполнен яйцевыми клетками, имеющими форму узкого треугольника, вершиной обращенного к центральной оси.

Яйцеводы имеют большой диаметр и тонкую стенку, в середине находится просвет, где можно видеть различное количество половых клеток округлой формы. Обычно на срезе обнаруживается всего 1-2 срезая яйцеводов. Среди других частей половой системы матки они резко выделяются большим поперечным сечением и толщиной стенок. Часто оба срезая матки расположены ближе к брюшной стороне паразита. Просвет матки заполнен большим количеством яйцевых клеток.

Рассмотрев различные отделы половой системы, найдите кишечник. Иногда он сохраняет округлую форму, но чаще сплюснен и приобретает неправильные контуры. Отличительным признаком служит толстая стенка с частой поперечной исчерченностью.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) кутикула; 2) гиподерма; 3) боковой валик; 4) отверстие выделительного канала; 5) мышечный слой; 6) первичная полость тела; 7) кишечник; 8) матка; 9) яйцеводы; 10) яичники; 11) спинной и брюшной валики гиподермы; 12) нервные стволы.

Работа 18.3. Острица (Enterobius vermicularis)

Острица - возбудитель наиболее распространенного нематодоза - энтеробиоза. Изучите строение острицы на тотальном микропрепарате (микроскоп МБР-1). Острица имеет цилиндрическое тело длиной 10-12 мм. Передний конец слегка закруглен. Иногда вокруг него можно видеть вздутие кутикулы (везикула), участвующее в фиксации гельминта к стенке кишечника. У самки в отличие от самца задний конец тела сильно заострен (см. рис. 4.42, а).

В передней части тела хорошо виден начальный отдел пищеварительной трубки. Найдите пищевод и шаровидный бульбус (расширение пищевода), составляющие переднюю кишку (см. рис. 4.42, б). За передней кишкой следует средняя, которая без резкой границы продолжается в заднюю. Найдите анальное отверстие, расположенное в задней части тела.

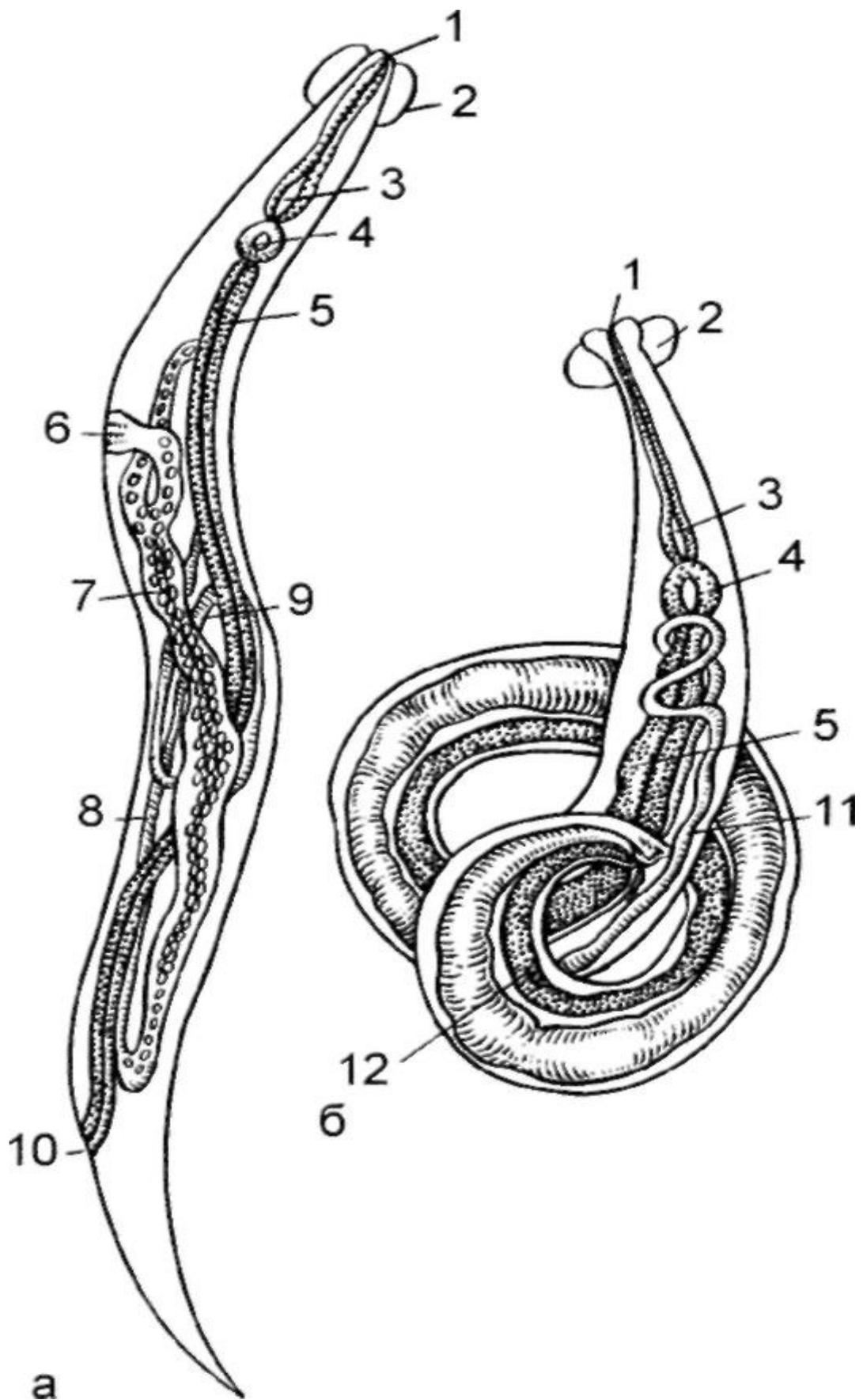


Рис. 4.42. Острица (*Enterobius vermicularis*): а - самка: 1 - рот; 2 - везикула; 3 - пищевод; 4 - бульбус пищевода; 5 - кишечник; б - половое отверстие; 7 - матка; 8 - яйцевод; 9 - яичник; 10 - анальное отверстие; б - самец: 11 - семенник; 12 - семяизвергательный канал

Затем рассмотрите органы половой системы, состоящие у самки из парных яичников и яйцеводов, непарных матки и влагалища. У некоторых экземпляров матка настолько заполнена яйцами и увеличена, что занимает всю центральную часть тела, не позволяя рассмотреть остальные органы. У других особей функционально различные отделы половой системы представляют собой трубчатые органы, диаметр которых неодинаков.

Зарисуйте самца и самку острицы. На рисунке должны быть обозначены: 1) везикула (если видна); 2) пищевод; 3) бульбус пищевода; 4) кишечник; 5) анальное отверстие; 6) части половой системы.

Работа 18.4. Власоглав (Trichocephalus trichiurus)

Власоглав, как и острица, является одним из наиболее распространенных гельминтов человека (рис. 4.43).

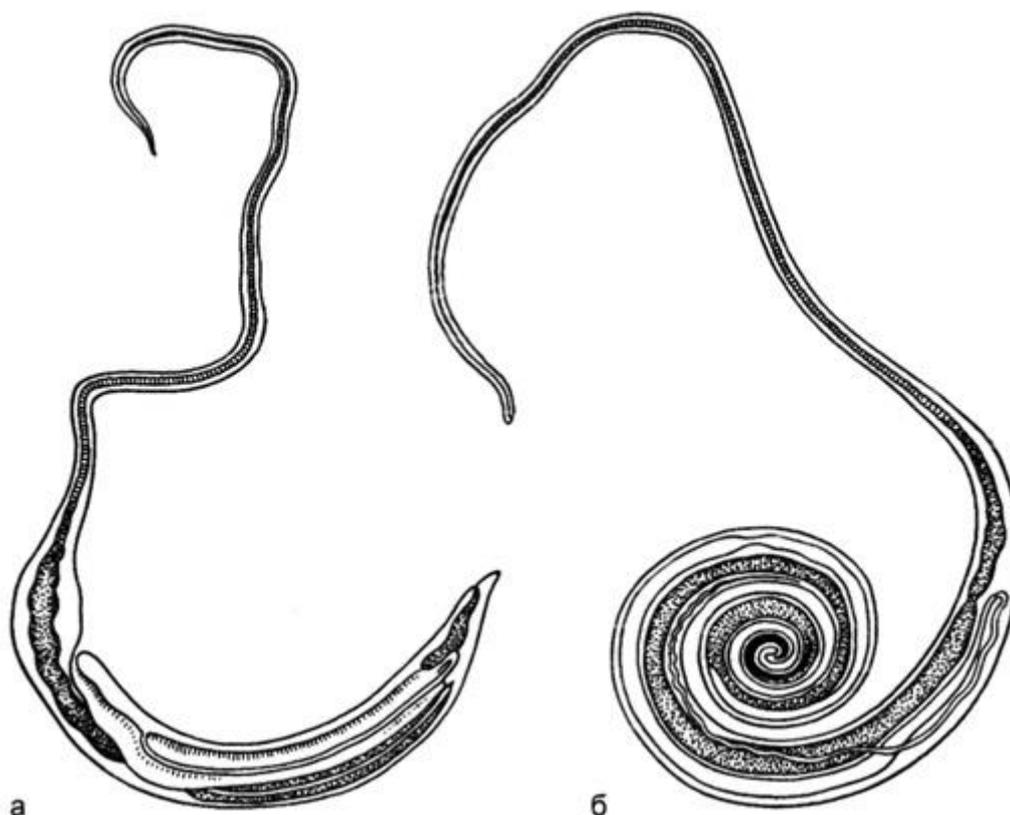


Рис. 4.43. Власоглав (*Trichocephalus trichiurus*): а - самка; б - самец

Рассмотрите строение паразита на тотальном микропрепарате под микроскопом МБС-1. Передний конец тела власоглава резко сужен по сравнению с задним. В суженной части тела проходит только пищевод. Все органы половой системы и основные отделы пищеварительного тракта расположены в заднем, расширенном отделе. Половая система имеет вид спирально изогнутой трубки. Определите пол паразита по заднему концу тела. У самца на заднем конце тела найдите спикулу (копулятивный орган).

Зарисуйте самца и самку паразита. На рисунке должны быть обозначены: 1) передний конец тела; 2) задний конец тела; 3) пищеварительный тракт; 4) половая система; 5) спикула.

Работа 18.5. Трихинелла (Trichinella spiralis)

Используя микроскоп МБР-1, найдите, а затем рассмотрите половозрелую трихинеллу (рис. 4.44).

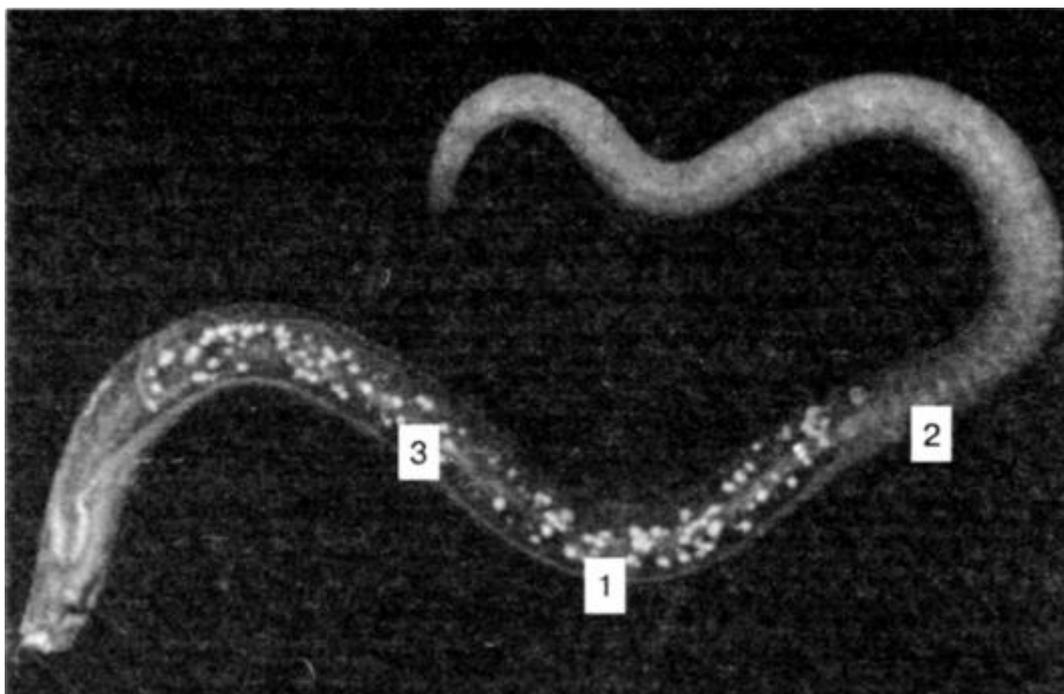


Рис. 4.44. Половозрелая трихинелла (*Trichinella spiralis*): 1 - кожно-мускульный мешок; 2 - просвечивающийся кишечник; 3 - люминесцентная краска

Трихинелла имеет цилиндрическое тело, суженное к переднему концу и несколько утолщенное в задней части. На препарате тело нередко слегка спирально скручено.

Зарисуйте внешний вид паразита.

Работа 18.6. Инкасулированные личинки трихинеллы в мышцах

Рассмотрите под микроскопом МБС-1 кусочек мышцы животного, пораженного трихинеллезом. Видны мышечные волокна (розовокрасного цвета) с характерной поперечной исчерченностью. Среди мышечных волокон располагаются капсулы с личинками трихинеллы (рис. 4.45). Капсулы овальные; некоторые по форме напоминают лимон. В полости капсулы можно видеть спирально свернутую личинку. Иногда в капсуле находится не одна, а две личинки. Обратите внимание на толщину оболочки капсулы.

Зарисуйте сначала общий вид препарата, отразив количество капсул, а затем рядом зарисуйте крупно 2-3 капсулы. Подсчитайте количество капсул в микропрепарате и укажите это в альбоме. На рисунке должны быть обозначены: 1) мышечные волокна; 2) капсулы; 3) личинки трихинеллы.

Изучите с помощью схемы (см. рис. 4.46) жизненный цикл паразита.

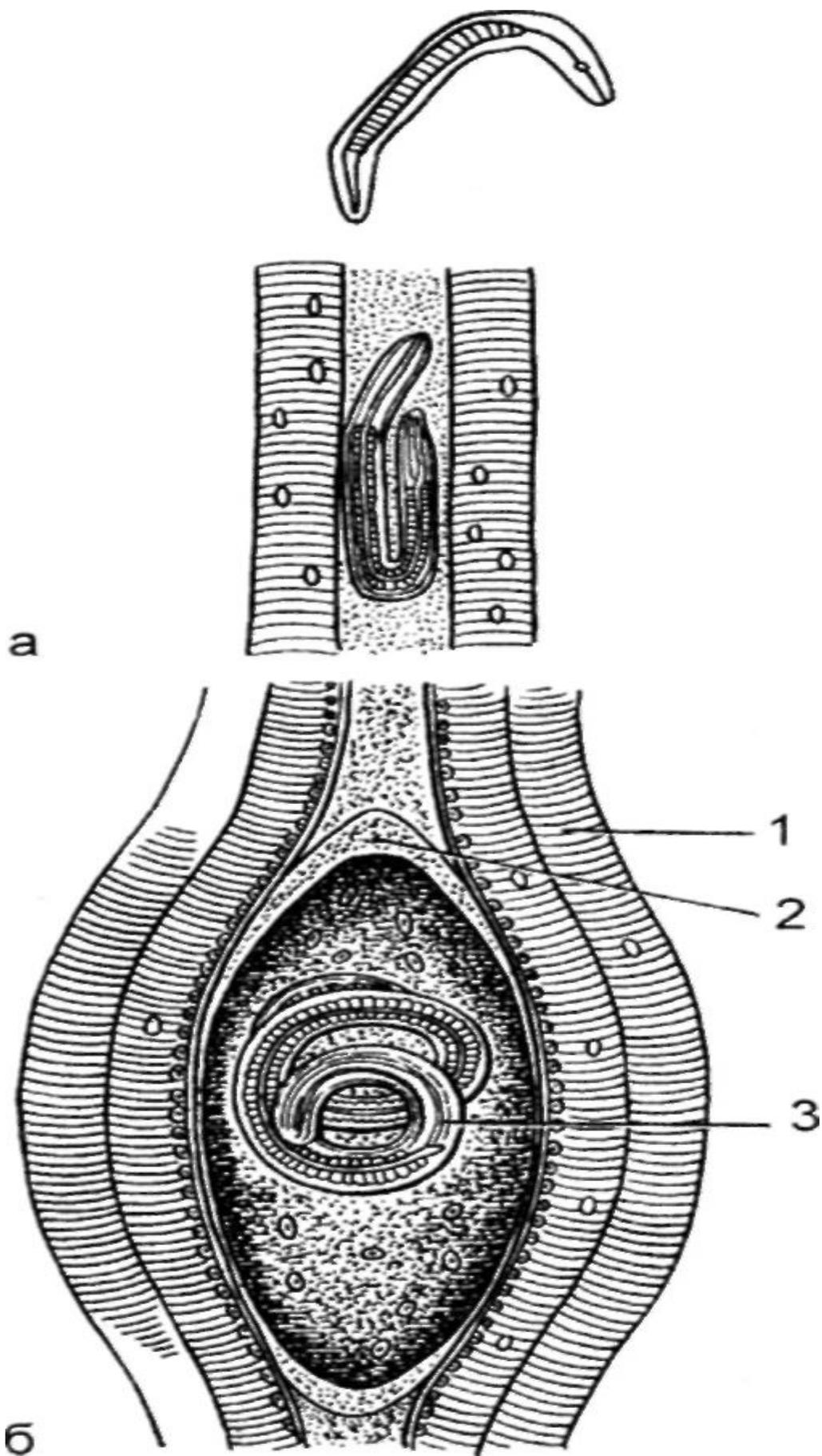


Рис. 4.45. Трихинелла в мышцах: *а* - неинкапсулированная; *б* - инкапсулированная: 1 - мышечные волокна; 2 - капсула; 3 - личинка трихинеллы

Работа 18.7. Анкилостома (*Ancylostoma duodenale*)

Рассмотрите под микроскопом МБР-1 строение половозрелой формы кривоголовки. Обратите внимание на характерный изгиб передней части тела. При большом увеличении (x40) рассмотрите ротовую полость и найдите режущие кутикулярные зубы (рис. 4.47), два вентральных и два дорсальных, с помощью которых паразит прикрепляется к слизистой оболочке кишечника, одновременно повреждая ее.

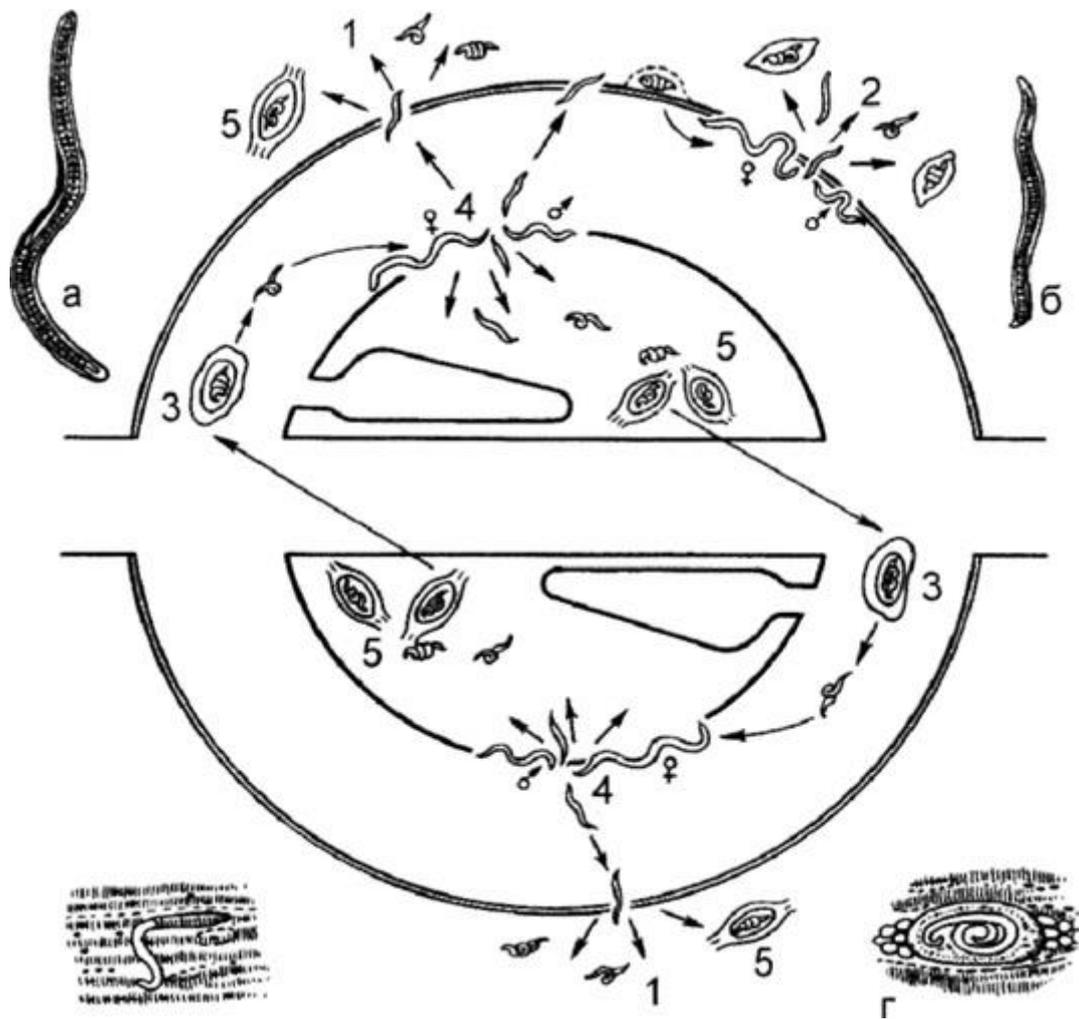


Рис. 4.46. Жизненный цикл *Trichinella spiralis*: а - половозрелая самка; б - половозрелый самец; в - проникновение личинки в мышечное волокно; г - инвазионная инкапсулированная личинка; 1 - первичное заражение тканей личинками; 2 - вторичное заражение тканей личинками, возникающее в результате аутоинвазии; 3 - поступление инвазионного начала в организм животного-хозяина; 4 - половозрелые самцы и самки; 5 - инвазионная инкапсулированная личинка

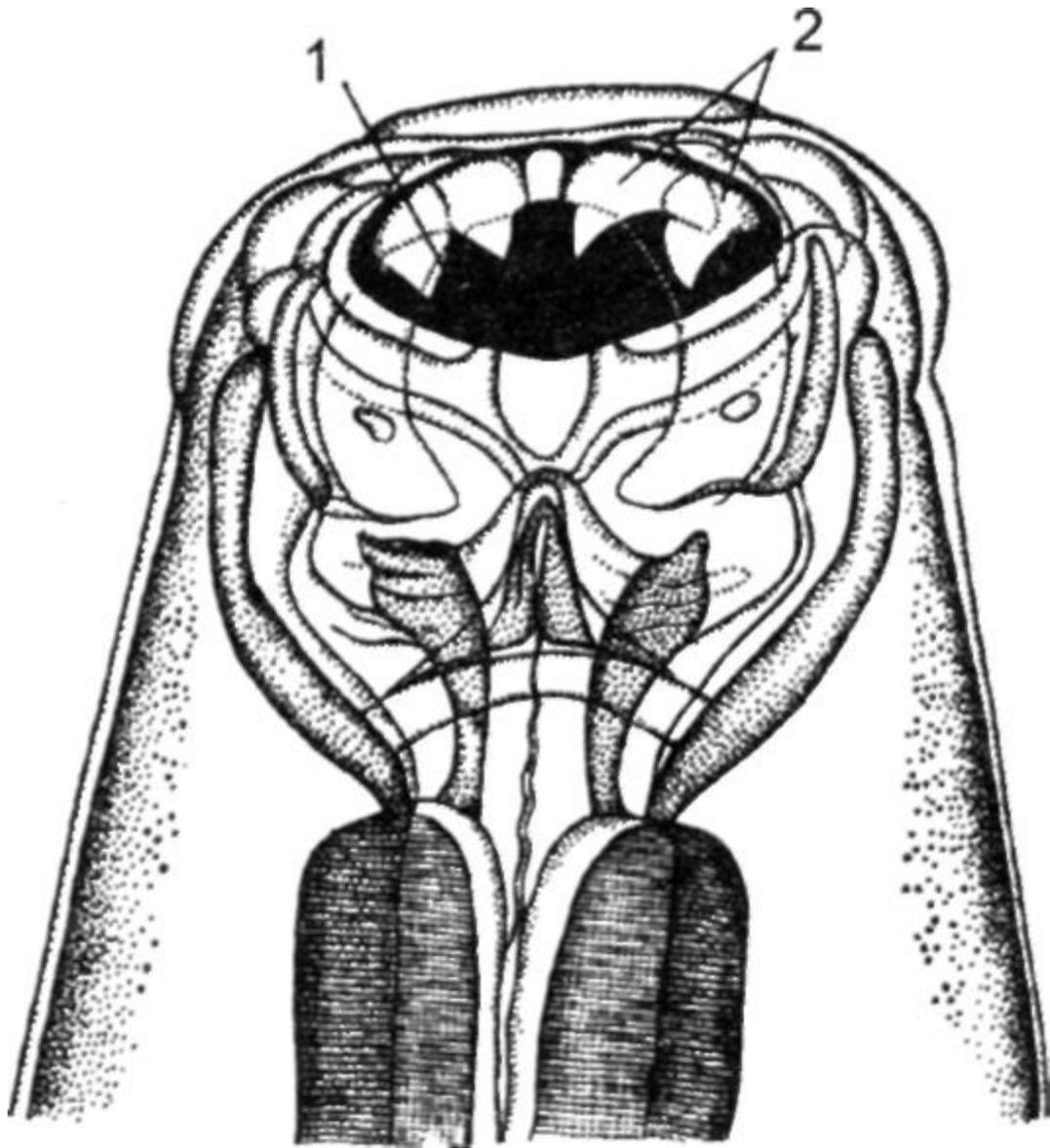


Рис. 4.47. Анкилостома (головной конец): 1 - ротовая капсула; 2 - кутикулярные зубцы

Обратите внимание на сложное строение бursы (половой сумки) самца. По форме половой бursы устанавливают видовую принадлежность паразита, отличая его от родственного гельминта некатора.

Изучите с помощью схемы (рис. 4.48) жизненный цикл паразита.

Зарисуйте гельминта. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая капсула; 2) режущие зубцы (если видно); 3) задний конец тела; 4) половая бурса.

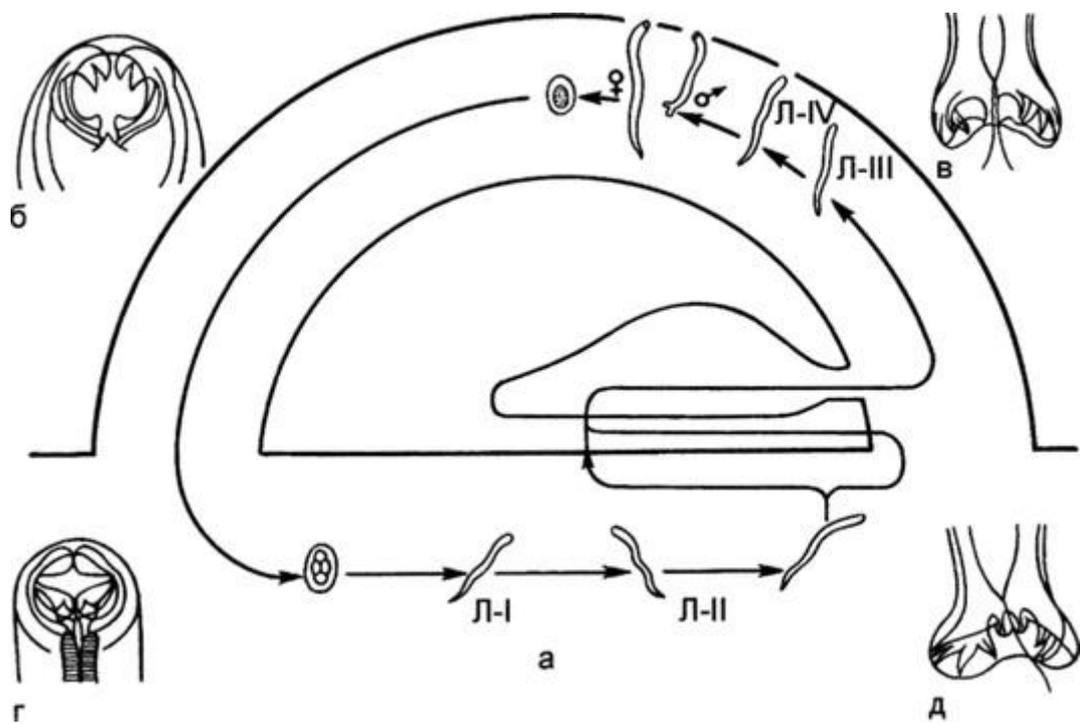


Рис. 4.48. Развитие представителей сем. *Ancylostomidae*: а - жизненный цикл *Necator americanus* (по данным разных авторов); б - головной конец тела *Ancylostoma duodenale*; в - хвостовой конец тела самца *Ancylostoma duodenale*; г - головной конец тела *Necator americanus*; д - хвостовой конец тела самца *Necator americanus*; Л-I - Л-IV - личинки на разных стадиях развития

Работа 18.8. Микрофилярия (*Wuchereria bancrofti*)

Используя микроскоп МБР-1, рассмотрите мазок крови больного вухерериозом при увеличении (x8). Между клетками крови, покрывающими все поле зрения, найдите микрофилярий (нитевидные личинки вухерерий), окрашенных в ярко-синий или фиолетовый цвет. Затем, используя иммерсионный объектив, детально рассмотрите строение одной личинки. Обратите внимание на окружающую ее толстую оболочку (чехлик). Это бывшая оболочка яйца, которую личинка не покидает. На концах тела отчетливо видна ярко-синяя зернистость (ядра клеток).

По наличию или отсутствию чехлика и характеру расположения зернистости (ядер) в теле определяют различные виды филярий.

Зарисуйте несколько личинок и окружающие их клетки крови, правильно отразив соотношение размеров. На рисунке должны быть обозначены: 1) клетки крови; 2) личинки (микрофилярии).

Изучите жизненный цикл филярий по схеме (рис. 4.49).

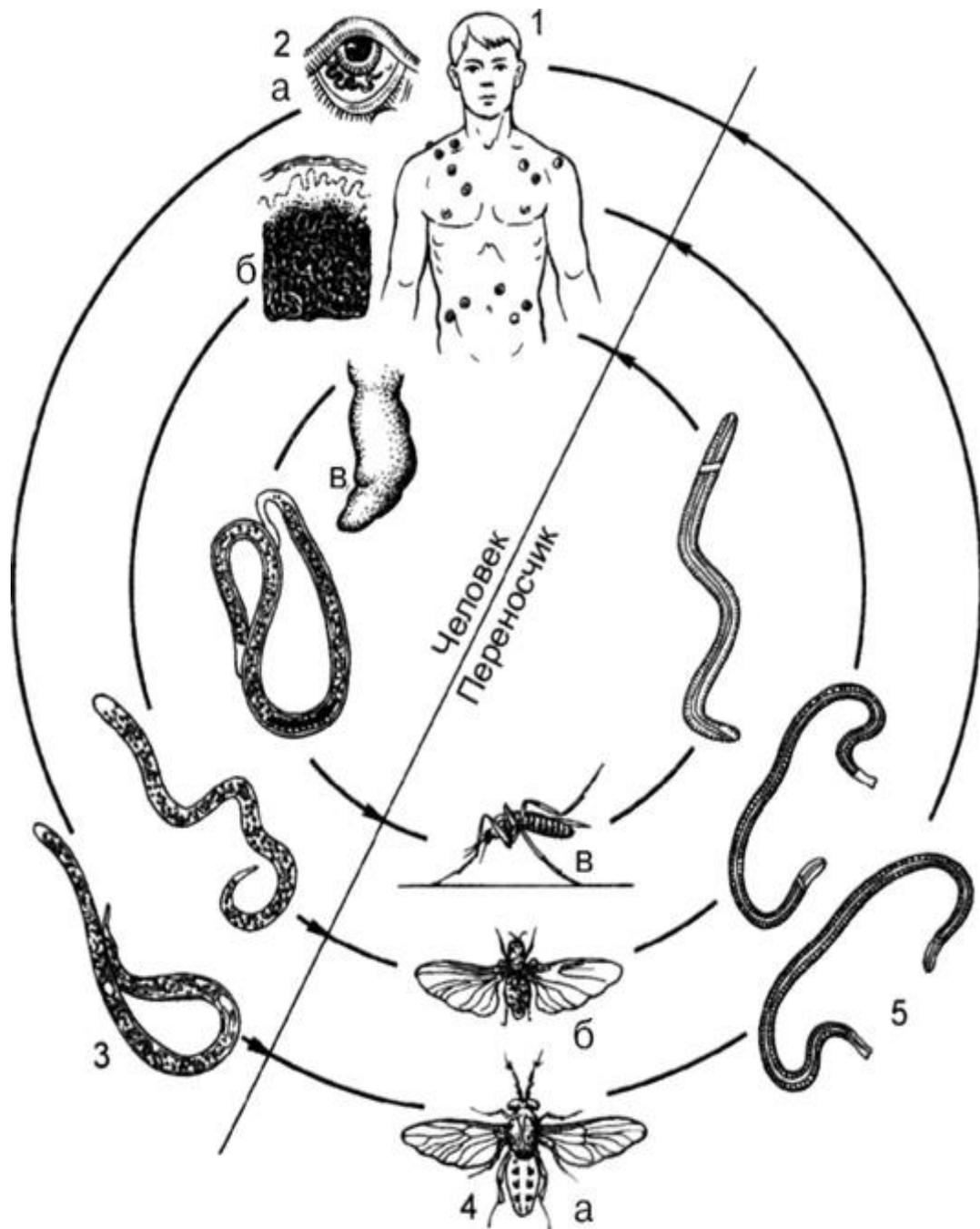


Рис. 4.49. Жизненные циклы филярий (по данным разных авторов): *а* - *Loa loa*; *б* - *Onchocerca volvulus*; *в* - *Wuchereria bancrofti*; 1 - дефинитивный хозяин - человек; 2 - характерные повреждения, вызываемые филяриями (*а* - миграция в конъюнктиве глаза, *б* - подкожный узел, содержащий взрослых нематод, *в* - слоновость нижней конечности); 3 - микрофилярии из кровеносного русла; 4 - переносчики филярий (*а* - слепни *Chrysops*, *б* - мошки *Simulium*, *в* - комары *Aedes*, *Culex* и *Anopheles*); 5 - инвазионные личинки из промежуточных хозяев

Работа 18.9. Изучение яиц гельминтов - паразитов человека на препарате смеси яиц

На микропрепарате смеси яиц различных гельминтов (трематоды, цепни, нематоды) рассмотрите яйца под микроскопом МБР-1, затем зарисуйте их (рис. 4.50, см. цв. вклейку).

Яйцо печеночного сосальщика по сравнению с яйцами других трематод имеет наиболее крупные размеры - (130-150)х(70-90) мкм. Форма яиц овальная, окраска от

бледно-желтой до желтобурой. На верхнем полюсе найдите крышечку, через которую выходит мирацидий. На противоположном полюсе заметно утолщение скорлупы.

На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка; 2) содержимое яйца; 3) крышечка.

Яйца ланцетовидного сосальщика более мелкие. Они имеют удлинненно-овальную форму, поскольку задний полюс яйца несколько расширен. Яйца окрашены в коричневый цвет; крышечка заметна лучше, чем у яйца фасциолы. Скорлупа яйца также более толстая.

Яйца кошачьего сосальщика самые мелкие из яиц группы трематод. Они имеют бледно-желтую окраску и тонкую двухконтурную оболочку, несколько утолщенную на полюсе, противоположном крышке.

Яйцо (онкосфера) свиного цепня (тениид) легко отличить по форме (шаровидная), размеру и бесцветной оболочке, имеющей радиальную исчерченность.

После того как определите яйцо свиного цепня, рассмотрите при увеличении $\times 40$ радиальную исчерченность оболочки. Исчерченность является характерным признаком яйца тениид. Затем, регулируя контрастность с помощью конденсора, попробуйте рассмотреть внутри онкосферы крючья в виде тонких темных полосок.

Как правило, на препарате видны не яйца, а онкосферы, поскольку наружная мягкая оболочка яйца легко разрушается при изготовлении препарата.

Яйца острицы также мелкие, овальной формы, бесцветные. Длина яйца примерно равна диаметру онкосферы тениид. Характерным признаком является асимметрия: одна сторона яйца выпуклая, другая - уплощена.

На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка; 2) выпуклая сторона; 3) уплощенная сторона.

Яйца власоглава на препарате отличить легко благодаря их характерной форме. Яйца мелкие; по размерам равны яйцам острицы. Форма яйца напоминает лимон или бочонок; на обоих полюсах находятся «пробочки» светлого тона. Хорошо видна двухконтурная бесцветная оболочка; внутри яйца видны личинки на различных стадиях развития.

На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка; 2) «пробочка».

Яйцо аскариды отличается округлой формой, крупными размерами, буро-коричневой окраской и сложной системой оболочек.

Рассмотрите наружную оболочку, которая называется бугристой или белочной. Под ней располагаются бесцветная блестящая (средняя) и волокнистая (внутренняя) оболочки.

На рисунке должны быть обозначены оболочки яйца: наружная, или бугристая; средняя, или блестящая; внутренняя, или волокнистая.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Ребенок съел невытую клубнику. Какими видами круглых червей может заразиться ребенок?

Задание 2. Человек съел непрожаренную свинину, через 15 дней почувствовал мышечные боли, появились отек век и высокая температура тела (до 40 °С). Какие исследования необходимо провести?

Задание 3. В мазке фекалий человека обнаружены мелкие бесцветные яйца бочковидной формы, на обоих полюсах находятся «пробочки». Каким видом нематод мог заразиться человек? Как могло произойти заражение?

Контрольные вопросы к темам 15-18 (медицинская гельминтология)

1. Тип Плоские черви. Общая характеристика.
2. Характеристика класса Сосальщикои. Приспособления к паразитическому образу жизни. Паразитическая дегенерация.
3. Печеночный сосальщик. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактика.
4. Кошачий, китайский и ланцетовидный сосальщикои. Строение, морфологические отличия, жизненные циклы, пути заражения, диагностика и профилактика.
5. Легочный сосальщик. Строение, цикл развития, пути заражения, диагностика и профилактика.
6. Кровяные сосальщикои. Строение, цикл развития, пути заражения, диагностика и профилактика.
7. Характеристика класса Ленточные черви (цестоды). Признаки морфологического регресса.
8. Бычий и свиной цепни. Строение, морфологические отличия, циклы развития, их особенности, дифференциальная лабораторная диагностика и профилактика.
9. Цистицеркоз человека. Способы заражения, диагностика и профилактика.
10. Карликовый цепень. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактика. Понятие аутоинвазии.
11. Эхинококк и альвеококк. Строение, морфологические отличия, циклы развития, их особенности, лабораторная диагностика и профилактика.
12. Морфологические отличия лентецов и цепней. Широкий лентец. Строение, цикл развития, пути заражения, диагностика и профилактика.
13. Тип Круглые черви, класс Собственно круглые черви (нематоды). Общая характеристика. Понятие о био- и геогельминтах.
14. Аскарида человеческая. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактика. Миграционный аскаридоз. Токсокароз. Пути заражения, диагностика и профилактика.
15. Острица. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактика энтеробиоза. Аутореинвазия.
16. Власоглав. Строение, жизненный цикл, пути заражения, диагностика и профилактика трихоцефалеза.
17. Анкилостомиды. Анкилостома и некатор. Строение, жизненный цикл, пути заражения, географическое распространение, диагностика и профилактика.
18. Угрица кишечная. Строение, жизненный цикл, пути заражения, географическое распространение, диагностика и профилактика.
19. Трихинелла. Строение, жизненный цикл, пути заражения, географическое распространение, диагностика и профилактика.
20. Ришта. Строение, жизненный цикл, пути заражения, географическое распространение, диагностика и профилактика. Опыт девастации дракункулеза в нашей стране.
21. Филярии: вухерерия, онхоцерк, бругия, лоа-лоа. Строение, жизненный цикл, пути заражения, переносчики заболеваний, географическое распространение, диагностика и профилактика.

22. Основные способы борьбы с гельминтозами. Понятие дегельминтизации. Теория девакации гельминтов К.И. Скрябина. Опыт девакации гельминтозов в медицинской практике.

23. Основные методы овогельминтоскопии. Диагностические различия в строении яиц гельминтов человека.

24. Природно-очаговые гельминтозы. Трансмиссивные гельминтозы. Условия, необходимые для формирования природного очага. Меры общественной и личной профилактики в природных очагах.

Тема 19. Тип Кольчатые черви (*Annelides*)

Цель занятия. Изучить строение и особенности кольчатых червей. Уметь:

- использовать прогрессивные черты строения кольчатых червей (ароморфозы) для характеристики и анализа их развития у различных представителей хордовых;
- выявлять на препаратах нереиды и дождевого червя признаки типа Кольчатые черви и классов Многощетинковые и Малощетинковые черви;
- идентифицировать на препаратах нереиду, дождевого червя и медицинскую пиявку;
- проследить на примере медицинской пиявки приспособления, связанные с полупаразитизмом.

Мотивационная характеристика. Тип Кольчатые черви относится к группе высших червей и важен для понимания процесса эволюции животного мира. У представителей типа появляются ароморфозы, знание которых необходимо для изучения эволюции систем органов у хордовых животных. Кроме того, медицинская пиявка применяется в медицинской практике для терапии сосудистых болезней и при приступах глаукомы.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) систематику типа Кольчатые черви; 2) латинские названия важнейших представителей классов; 3) особенности строения малощетинковых червей на примере дождевого; 4) особенности строения многощетинковых червей на примере нереиды; 5) особенности строения медицинской пиявки; 6) эволюционное значение типа; 7) медицинское значение типа.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Какие ароморфозы характерны для типа Кольчатые черви:

- 1) появление целома;
- 2) появление параподий;
- 3) появление кровеносной и дыхательной систем;
- 4) появление метанефридиев;
- 5) появление заднего отдела кишечника.

2. Назовите представителей кольчатых червей, имеющих медицинское значение:

- 1) дождевой червь;
- 2) нереида;
- 3) пескожил;
- 4) пиявка;

5) палолло.

3. Назовите отличительные признаки целома у кольцецов:

- 1) полостная жидкость не отделена от окружающих тканей и органов;
- 2) полостная жидкость отделена от окружающих тканей и органов;
- 3) имеет метамерное строение;
- 4) есть диссепименты;
- 5) выстлан эпителием.

4. Укажите особенности пищеварительной системы олигохет:

- 1) не дифференцирована на отделы;
- 2) дифференцирована на отделы;
- 3) тифлозолис отсутствует;
- 4) есть тифлозолис;
- 5) кишечник выстлан эпителием.

5. Укажите особенности кровеносной системы олигохет:

- 1) замкнутая;
- 2) незамкнутая;
- 3) развиты кольцевые сосуды;
- 4) развит брюшной сосуд;
- 5) развит спинной сосуд.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: 1) строение nereиды и медицинской пиявки на микропрепаратах; 2) поперечный срез дождевого червя и параподию nereиды на микропрепаратах.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика кольчатых червей; строение nereиды; строение дождевого червя, строение медицинской пиявки. 2. Макропрепараты: nereида, пескожил, медицинская пиявка; пищеварительная система медицинской пиявки. 3. Микропрепараты: поперечный срез дождевого червя; поперечный срез параподии nereиды. 4. Микроскопы: МБС-1 и МБР-1.

Работа 19.1. Класс Многощетинковые. Внешний вид nereиды (Nereis pelagica) (макропрепарат)

Тело nereиды разделено на три отдела: головной, туловищный и анальный. Рассмотрите отделы тела (рис. 4.51).

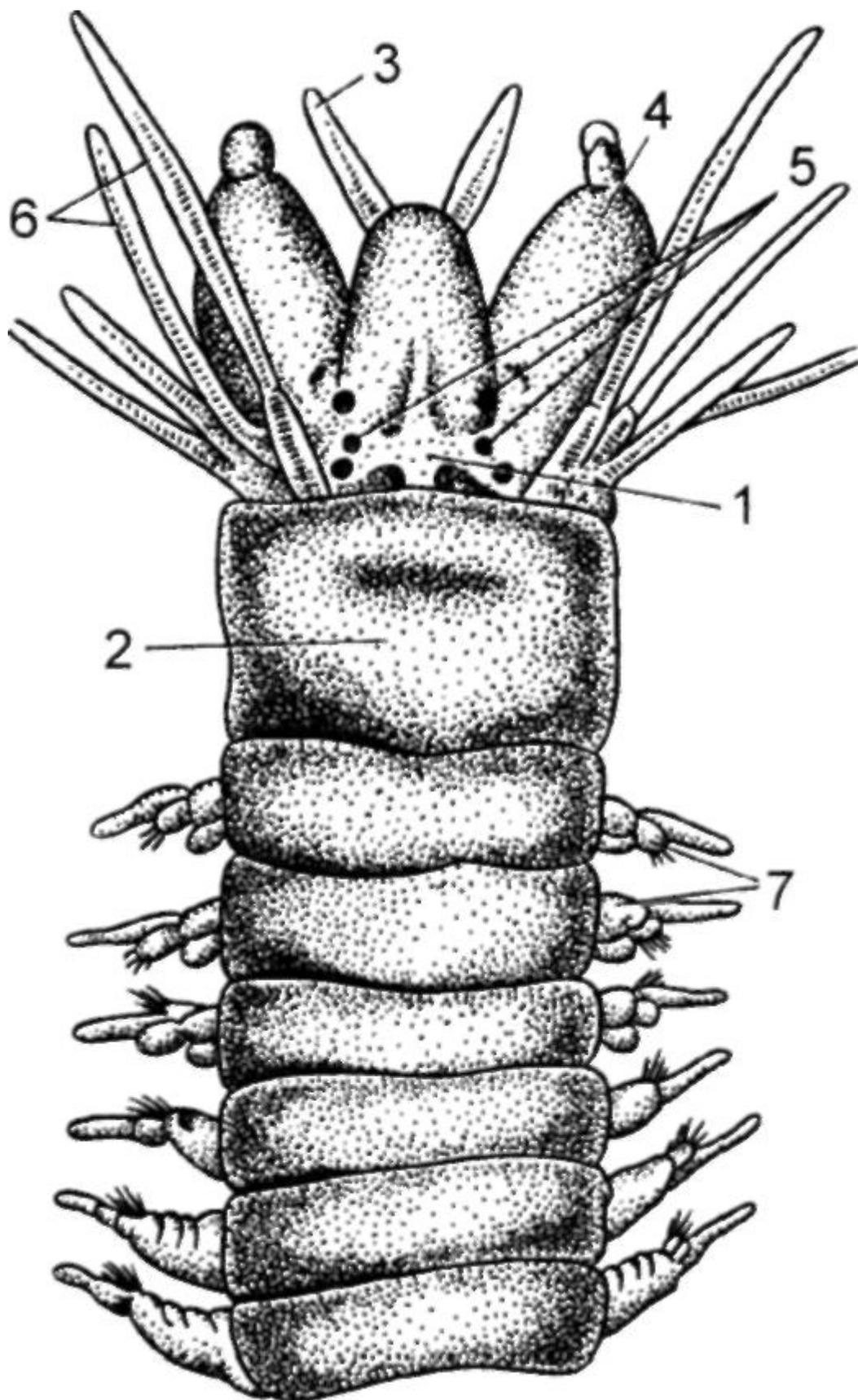


Рис. 4.51. Многощетинковый червь (*Nereis pelagica*) (передний конец тела): 1 - головная лопасть (*prostomium*); 2 - ротовой отдел (*peristomium*); 3 - антенна; 4 - пальпа; 5 - глаза; 6 - усики; 7 - параподии

Головной отдел морского червя представлен двумя сегментами, которые отличаются от туловищных сегментов прежде всего отсутствием параподий. Найдите

передний сегмент (предротовой) и расположенный позади него самый крупный ротовой сегмент. На предротовом сегменте видны разнообразные органы чувств. Найдите отходящие вперед по бокам массивные пальпы (щупальца) с пуговчатыми утолщениями на конце. Между ними увидите пару коротких и тонких щупалец (антенны). В центре на спинной поверхности предротового сегмента хорошо видны две пары темных глаз.

Ротовой сегмент самый массивный; на его брюшной поверхности имеется ротовое отверстие. На спинной стороне по бокам, на границе с предротовым сегментом, расположены пучки усиков, по четыре с каждой стороны.

Затем рассмотрите туловищный отдел. Все его сегменты имеют одинаковое строение (гомомонная метаметрия) и несут на боковых сторонах выросты (параподий), служащие для передвижения.

Хвостовой отдел представлен всего одним, каудальным сегментом, который несет пару усиков.

Зарисуйте nereidu в альбом. На рисунке должны быть обозначены: 1) головной отдел; 2) туловищный отдел; 3) анальный отдел; 4) параподии.

Работа 19.2. Параподия nereиды

Строение параподий nereиды изучите на готовом микропрепарате (микроскоп МБС-1, увеличение $\times 2$). Обратите внимание на двухветвистый характер строения параподий. Параподия имеет непарное основание, от которого отходят две ветви, или лопасти: спинная и брюшная. Каждая лопасть несет пучок щетинок и может состоять из нескольких более мелких выростов. Наружная поверхность каждой лопасти имеет усик. По длине усика можно отличить спинную ветвь от брюшной: спинной усик длиннее брюшного и является жаброй (рис. 4.52).

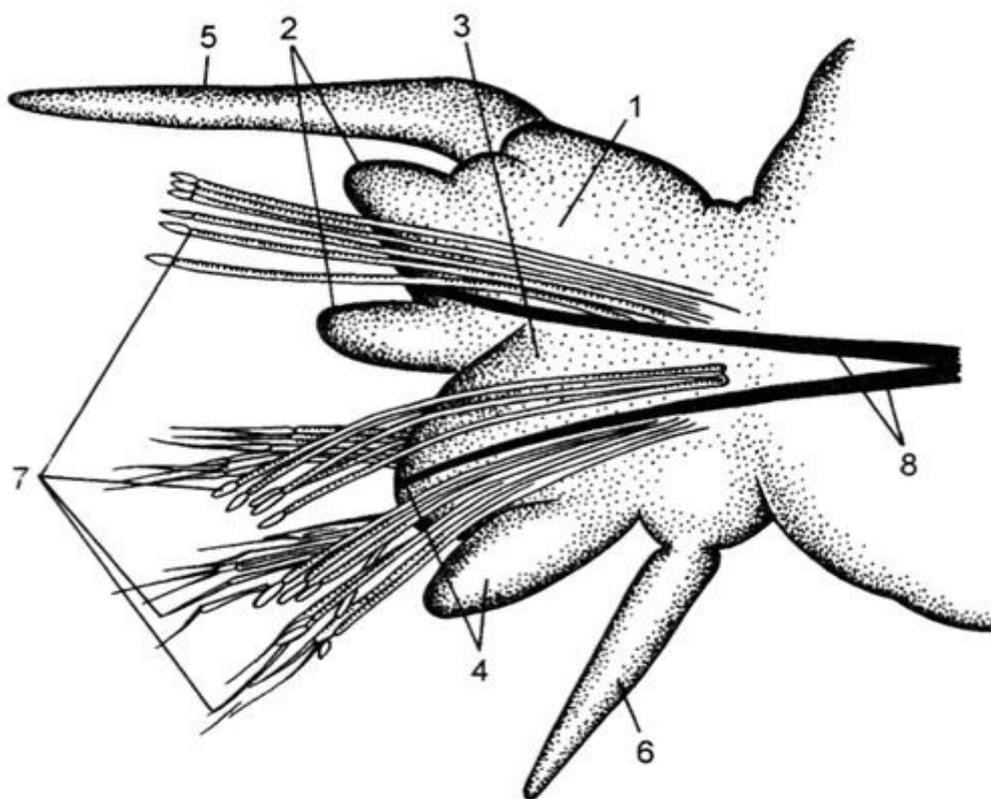


Рис. 4.52. Параподия nereиды: 1 - спинная ветвь; 2 - лопасти спинной ветви; 3 - брюшная ветвь; 4 - лопасти брюшной ветви; 5 - спинной усик; 6 - брюшной усик; 7 - щетинки; 8 - опорные щетинки

Перед зарисовкой правильно ориентируйте препарат, расположив параподию так, чтобы пучки щетинок были направлены в боковую сторону. Затем определите спинную и брюшную ветви (лопасти), после чего зарисуйте препарат в альбом.

На рисунке должны быть обозначены: 1) основание параподии; 2) спинная лопасть; 3) брюшная лопасть; 4) щетинки; 5) усики (спинной - жабра, брюшной).

Работа 19.3. Класс Малощетинковые. Поперечный срез дождевого червя (Lumbricus terrestris)

Найдите более выпуклую спинную сторону и уплощенную брюшную. Дополнительным ориентиром может служить складка в полости кишечника, свисающая со спинной стороны внутрь пищеварительной полости, - тифлозолис.

Изучение поперечного среза начните с кожно-мышечного мешка. Найдите снаружи бесструктурный слой сиреневого цвета - кутикулу, покрывающую эпителий сверху. Далее рассмотрите тонкий слой кольцевой мускулатуры, после чего найдите слой продольных мышц.

Обратите внимание, что оба мышечных слоя подразделяются перетяжками на четыре сегмента (рис. 4.53). На границе боковых отделов со спинным и брюшным иногда можно видеть начало щетинок; их четыре пары. Изнутри к продольному мышечному слою примыкает тонкий слой вытянутых клеток: это целотелий (или эпителиальная выстилка), отделяющий кожно-мышечный мешок от вторичной полости.

Затем рассмотрите органы, расположенные в целоме. Прежде всего найдите кишечник; в стенке кишки можно видеть слой мышечных волокон. Затем найдите складку, свисающую внутрь полости кишечника, - тифлозолис, который увеличивает всасывательную поверхность. Над кишечником найдите спинной кровеносный сосуд. Нередко он вплотную примыкает к кишечной стенке. Иногда сосуд заполнен кровью и имеет красноватую окраску.

Под кишечником увидите крупный нервный узел овальной формы с отходящими в стороны нервами. На спинной стороне узла видны образования трех мелких полостей. Сбоку от нервного ганглия, между ним и кишкой, найдите брюшной кровеносный сосуд, диаметр которого значительно меньше, чем диаметр спинного сосуда и ганглия.

По бокам кишечника во вторичной полости тела найдите метанефридии в виде массы неопределенных очертаний.

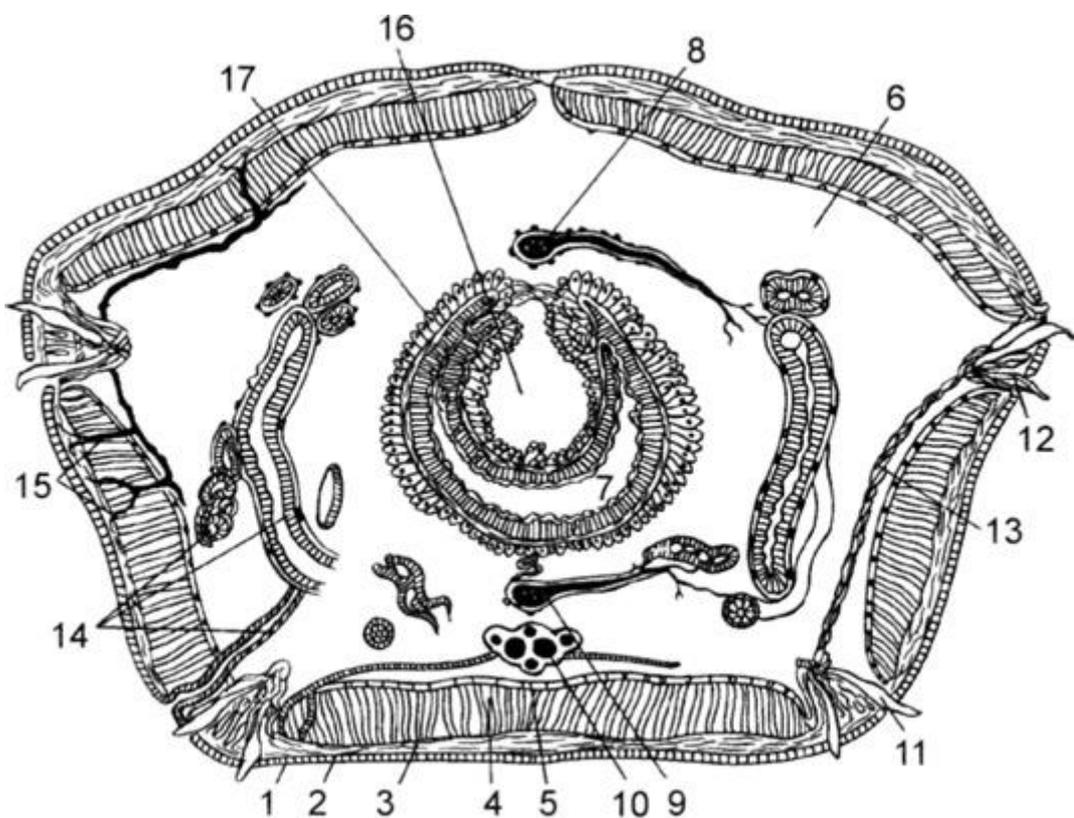


Рис. 4.53. Дождевой червь (поперечный срез): 1 - кутикула; 2 - эпителий; 3 - кольцевые мышцы; 4 - продольные мышцы; 5 - целотелий; 6 - целом; 7 - просвет кишечника; 8 - спинной кровеносный сосуд; 9 - брюшной сосуд; 10 - нервный ганглий и невральные стволы; 11, 12 - щетинки; 13 - боковые мышцы; 14 - метанефридий и его выводной проток; 15 - капилляры; 16 - канал тифлозолиса; 17 - хлорагенные клетки

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) кожно-мускульный мешок: эпидермис, кутикула, кольцевые мышцы, продольные мышцы; 2) целотелий; 3) вторичная полость (целом); 4) кишечник; 5) полость кишечника; 6) спинной сосуд; 7) тифлозолис; 8) брюшной кровеносный сосуд; 9) ганглий брюшной нервной цепочки; 10) метанефридии; 11) щетинки (если видно).

Работа 19.4. Медицинская пиявка (*Hirudo medicinalis*) - живой объект

Положите живую пиявку размером 3-4 см между двумя стеклами, слегка сжав ее, и рассмотрите внешнее строение под микроскопом МБС-1. Найдите спинную (более темную с цветным рисунком), брюшную (более светлую) стороны и две присоски на переднем и заднем концах тела. Задняя присоска, более крупная, хорошо заметна. Затем на переднем конце тела со спинной стороны найдите мелкие глаза (10 штук), расположенные полукругом в виде темных точек.

После этого рассмотрите пищеварительную и нервную системы, поскольку внутренние органы просвечивают через наружные покровы пиявки.

Пищеварительная система предварительно кормленной пиявки заполнена кровью и поэтому хорошо выделяется. Найдите и сосчитайте карманы пищеварительной трубки. Затем найдите заднюю кишку. Она начинается на уровне 10-й пары карманов и затем идет между ними до заднего конца тела, где заканчивается анальным отверстием.

Чтобы рассмотреть нервную систему, переверните пиявку вверх брюшной стороной. Нервная цепочка имеет светлую окраску, на ней отчетливо видны метамерно расположенные утолщения - нервные узлы. Участки нервной цепочки, соединяющие узлы, являются комиссурами.

С обеих сторон нервной цепочки, ближе к краям тела, можно видеть также метамерно расположенные метанефридии в виде округлых образований светлой окраски.

Зарисуйте пиявку. На рисунке должны быть обозначены: 1) глаза; 2) ротовая присоска; 3) задняя присоска; 4) карманы кишечника; 5) задняя кишка; 6) брюшная нервная цепочка (ганглии, комиссуры); 7) метанефридии.

Работа 19.5. Пищеварительная система пиявки (макропрепарат)

При отсутствии живых пиявок рассмотрите пищеварительную систему на макропрепарате. Пищеварительная система наполнена массой красного цвета. Рассмотрите боковые карманы кишечника (10 пар), увеличивающиеся от переднего конца к заднему. Наибольший объем имеет передняя, 10-я пара карманов, которая располагается параллельно задней кишке.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовая полость; 2) задняя присоска; 3) глотка; 4) карманы кишечника; 5) 10-я пара карманов; 6) задняя кишка.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. В больницу попал ребенок с кровотечением из носа. Кровотечение началось после купания в пруду. При купании вода попала в нос. После осмотра врач из носа вынул коричневое животное червеобразной формы с присосками. Что случилось с ребенком? Какой паразит обнаружен?

Задание 2. В Тихом океане (у островов Самоа, Фиджи и др.) в определенные дни в октябре или ноябре на поверхность воды поднимаются огромными массами живые организмы червеобразной формы длиной до 20 см. Местные жители вылавливают их и употребляют в пищу. Назовите эти организмы. К какому типу и классу они относятся? Причины их подъема на поверхность воды?

Задание 3. После купания в пруду у ребенка 14 лет появились резкие боли в левом ухе. При обследовании в среднем ухе больного обнаружено червеобразное животное коричневого цвета с двумя присосками. Поставьте диагноз больному.

ОСНОВЫ МЕДИЦИНСКОЙ АРАХНОЭНТОМОЛОГИИ. ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (*ARTHROPODA*)

Тип Членистоногие очень важен с точки зрения медицины, поскольку многие его представители являются ядовитыми артроподами, природными резервуарами, переносчиками, возбудителями заболеваний, а некоторые - промежуточными хозяевами гельминтов. Среди переносчиков возбудителей заболеваний особое значение имеют клещи, вши, комары и блохи, которые переносят возбудителей эпидемических болезней, т.е. болезней, охватывающих большие массы населения (тифы, чума, энцефалиты). Определение видовой принадлежности переносчиков помогает установить клинический диагноз, пути распространения болезней, определяет специфику противоэпидемических мероприятий в очаге инфекции. Так, от продолжительности жизни вши зависит срок наблюдения в очаге; сроки выноса личинок комнатной мухи (3 дня) определяют применение инсектицидов через каждые 3 дня в местах их скопления и т.д. В последнее время выявлено, что клещи домашней пыли являются широко распространенными аллергенами.

Членистоногие, имеющие медицинское значение, представлены в табл. 4.7.

Тема 20. Подтип Жабернодышащие (*Branchiata*), класс Ракообразные (*Crustacea*). Подтип Хелицеровые(*Chelicerata*), класс Паукообразные (*Arachnida*)

Цель занятия. Изучить классы Ракообразные и Паукообразные, их особенности и различия. Уметь:

- идентифицировать на препаратах представителей классов ракообразных (речного рака и циклопа) и паукообразных (скорпионов, пауков и клещей);

Таблица 4.7. Членистоногие (*Arthropoda*), имеющие медицинское значение

Подтип	Класс	Отряд, семейство	Вид		Медицинское значение
			латинское название	русское название	
Жабернодышащие(<i>Branchiata</i>)	Ракообразные(<i>Crustacea</i>)		<i>Astacus fluviatilis</i>	Речной рак	Промежуточный хозяин легочного сосальщика (<i>Paragonimus westermani</i>)
			<i>Cyclops strenuus</i>	Циклоп	Промежуточный хозяин широкого лентеца(<i>Diphyllobotrium latum</i>) и тришты (<i>Dracunculus medinensis</i>)
Хелицеровые(<i>Chelicerata</i>)	Паукообразные		<i>Scorpiones Araneae</i>	Скорпионы Пауки	Ядовитые членистоногие То же
	(<i>Arachnoidea</i>)		<i>Lathrodecus tredecim guttatus</i>	Каракурт	То же
			<i>Lycosa singoriensis</i>	Тарантул	То же
			<i>Acarina</i>	Клещи	Временные эктопаразиты
		Сем. <i>Acaridae</i> , отр. <i>Acariformes</i>	<i>Sarcoptes scabiei</i>	Чесоточный зудень	Возбудитель чесотки (<i>Scabies</i>)
		Сем. <i>Ixodidae</i> , п/сем. <i>Ixodinae</i>	<i>Ixodes ricinus</i>	Собачий	Специфический переносчик

			<i>Ixodes dammini</i>	клещ	шотландского энцефалита, энцефалита западных районов, ИКБ иксодовых клещевых боррелиозов, туляремии Болезнь Лайма
--	--	--	-----------------------	------	--

Продолжение табл. 4.7

Подтип	Класс	Отряд, семейство	Вид		Медицинское значение
			латинское название	русское название	
Хелицеровые (<i>Chelicerata</i>)	Паукообразные (<i>Arachnoidea</i>)	Сем. <i>Ixodidae</i> , п/сем <i>Ixodinae</i>	<i>Ixodes persulcatus</i>	Таежный клещ	Специфический переносчик и резервуар клещевого (весенне-летнего) энцефалита, иксодовых клещевых боррелиозов, туляремии
		Сем. <i>Ixodidae</i> , п/сем <i>Amblyommae</i>	<i>Dermacentor pictus</i>	Дермацентор	Специфический переносчик и резервуар омской геморрагической лихорадки
			<i>Marginatus</i>	Поселковый клещ	Специфический переносчик туляремии, бруцеллеза и клещевых риккетсиозов
		Сем. <i>Argasidae</i> , п/сем <i>Ornithodorinae</i>	<i>Ornithodoros papillipes</i>	Поселковый клещ	Специфический переносчик и резервуар АКБ аргасового клещевого боррелиоза (клещевого)

					возвратного тифа)
Трахейнодышащие (Tracheata)	Насекомые (Insecta)	Blatoidea	<i>Blatella germanica</i>	Тараканы	Механические переносчики возбудителей заболеваний, которыми заражаются оральным или воздушно-капельным путем (брюшной тиф, дизентерия, гельминтозы, туляремия, дифтерия и т.д.)
			<i>Periplaneta americana</i>	»	То же

Продолжение табл. 4.7

Подтип	Класс	Отряд, семейство	Вид		Медицинское значение
			латинское название	русское название	
Трахейнодышащие (Tracheata)	Насекомые (Insecta)	Отр. Siphunculata (Anoplura), сем. Pediculidae	<i>Anoplura</i>	Вши	Эктопаразиты
			<i>Pediculus humanus humanus</i> или <i>Pediculus humanus vestimentis (corporis)</i>	Платяная вошь	Специфический переносчик возбудителей сыпного и возвратного тифа, траншейной лихорадки
			<i>Pediculus humanus capitis</i>	Головная вошь	Изредка может быть специфическим

					переносчик ком возбудителей сыпного тифа, траншейной лихорадки
			<i>Phthirus pubis</i>	Лобковая я вошь	Эктопаразит
		Отр. <i>Siphonaptera</i> (<i>Aphaniptera</i>) сем. <i>Pulicidae</i> , <i>Ceratophylidae</i> , <i>Ctenophthalmidae</i>	<i>Aphaniptera</i>	Блохи	Временные эктопаразиты
			<i>Xenopsylla cheopis</i>	Крысиная блоха	Специфический переносчик
			<i>Oropsylla silantiewi</i>	Блоха сурка	возбудителей чумы и
			<i>Pulex irritans</i>	Человеческая блоха	туляремии, эндемического (крысиного) сыпного тифа
			<i>Tunga penetrans</i>	Песчаная блоха	Эндопаразит, возбудитель туфеллеза
		Отр. <i>Diptera</i> сем. <i>Culicidae</i>	<i>Culicidae</i>	Комары	Временные эктопаразиты
		П/сем. <i>Anophelinae</i>	<i>Anopheles maculipennis</i>	Малярийный комар	Специфический переносчик малярийного плазмодия - возбудителя

					я малярии
--	--	--	--	--	-----------

Продолжение таблицы 4.7

Подтип	Класс	Отряд,	Вид		Медицинско е значение
			латинское название	русское название	
		семейство			
Трахеино- дышащие(<i>Tracheata</i>)	Насекомые(<i>Insecta</i>)	П/сем. <i>Culicinae</i>	<i>Culex pipiens</i> <i>Aedes</i>	Обыкновен- ный комар	Специфический переносчик возбудителей японского энцефалита, туляремии, желтой лихорадки, сибирской язвы и лихорадки денге
		Сем. <i>Phlebotomidae</i> , п/сем.	<i>Phlebotomus papatasi</i>	Москиты	Специфический переносчик возбудителей кожного и
		<i>Phlebotominae</i>	<i>Lutzomyia verrucarum</i>		висцерального лейшманиоза, лихорадки паппатачи Болезнь Карриона (бартоонеллез)
		П/отр. <i>Cyclorrhapha</i> ,	<i>Muscidae</i>	Мухи	Механические переносчики возбудителей заболеваний,
		сем. <i>Muscidae</i>	<i>Musca domestica</i>	Комнатная муха	которыми заражаются
		Сем. <i>Calliphoridae</i>	<i>Musca sorbens</i>	Базарная муха	через рот или воздушно-

					капельным путем (холеры, дизентерии, брюшного тифа, дифтерии, туберкулеза), яиц, гельминтов, цист простей-
			<i>Calliphora vicina</i>	Синяя мясная муха	ших, глазных и кишечных инфекций

Окончание таблицы 4.7

Подтип	Класс	Отряд, семейство	Вид		Медицинское значение
			латинское название	русское название	
Трахейно-дышащие	Насекомые (<i>Insecta</i>)	Сем. <i>Sarcophagidae</i>	<i>Wohlfahrtia magnifica</i>	Вольфартова муха	Возбудитель миаза
(<i>Tracheata</i>)		Сем. <i>Trypanosomatidae</i>	<i>Glossina palpalis</i>	Муха цеце	Специфический переносчик африканского трипаносомоза (сонная болезнь)
		Сем. <i>Simyillidae</i>		Мошки	Крососущие эктопаразиты, специфические переносчики онхоцеркозов
		Сем. <i>Tabanidae</i>		Слепни	Специфические переносчики лоаоза

- обосновывать медицинское значение представителей классов ракообразных и паукообразных;
- дифференцировать иксодовых, аргасовых и акариформных клещей;
- выявлять адаптивные признаки у клещей-инокуляторов (кровососущих клещей);
- дифференцировать стадии развития таежного клеща.

Мотивационная характеристика. Представители класса Ракообразные являются промежуточными хозяевами гельминтов. Некоторые представители класса

Паукообразные - ядовитые членистоногие (скорпионы, пауки). Многие из паукообразных являются возбудителями и переносчиками возбудителей инфекционных заболеваний.

Особенно вредоносными являются переносчики и резервуары возбудителей заболеваний человека - клещи. Хлебные, или амбарные, клещи при заглатывании с пищей могут вызывать острые желудочно-кишечные заболевания, а при вдыхании - катаральные и астматические явления. Пылевые клещи являются одной из причин развития аллергических ринитов и астмы.

Иксодовые клещи играют существенную роль в распространении бешенства, энцефалита, бруцеллеза, туляремии, спирохетоза, боррелиоза, Ку-лихорадки и др. Акариформные клещи - возбудители чесотки и демодекоза. Знание морфологии, биологии и экологии ракообразных и паукообразных необходимо студентам для оценки возможности возникновения природных и эпидемических очагов заболеваний, а также профилактических мероприятий при изучении инфекционных болезней, гельминтологии, хирургии, эпидемиологии, терапии, детских болезней.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) морфологическую характеристику и медицинское значение представителей классов ракообразных и паукообразных (речной рак, циклоп, чесоточный зудень, иксодовый и аргасовый клещи); 2) особенности биологии и экологии паукообразных; 3) способы передачи возбудителей заболеваний (инокуляция, контаминация, трансовариальная и трансфазовая передача).

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы. 1. Каково значение хитина: 1) наружный скелет;

2) защита от механических повреждений;

3) защита от высыхания;

4) фиксация мышц;

5) защита от химических воздействий.

2. Особенности поперечнополосатой мускулатуры:

1) сокращается медленнее, чем гладкая;

2) сокращается быстрее, чем гладкая;

3) сила сокращений больше;

4) сила сокращений меньше;

5) тонус больше.

3. Сколько ног у хелицеровых:

1) 6;

2) 2;

3) 3;

4) 4;

5) 5.

4. Какое медицинское значение имеют клещи:

1) природный резервуар;

2) переносчики возбудителей заболеваний;

- 3) возбудители заболеваний;
 - 4) промежуточные хозяева;
 - 5) окончательные хозяева.
5. Заболевания называются облигатно-трансмиссивными, если они:
- 1) передаются только через переносчика;
 - 2) передаются как с помощью переносчика, так и другими путями;
 - 3) переносчик не принимает участия;
 - 4) передаются через грязные руки;
 - 5) передаются воздушно-капельным путем.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить строение: 1) скорпиона и паука (внешнее); 2) циклопа; 3) личинки клеща; 4) нимфы клеща; 5) имагинальной стадии клеща; 6) чесоточного клеща. Провести определение различных представителей иксодовых и аргасовых клещей.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика класса паукообразных; строение скорпиона; строение тарантула; строение и развитие клещей; схема циркуляции трансмиссивных природно-очаговых болезней в природе. 2. Микропрепараты: циклоп; личинка, нимфа, имаго иксодовых клещей; имаго аргасовых клещей; чесоточный зудень. 3. Макропрепараты: скорпион, тарантул. 4. Раздаточный материал: скорпионы, паук-крестовик, самка клещей до и после кровососания. 5. Макеты ротового аппарата клещей из картона. 6. Микроскоп.

Работа 20.1. Циклон (Cyclops strenuus)

Циклопы - планктонные пресноводные животные, относящиеся к низшим ракам. Их вылавливают в крупных и мелких водоемах весной и летом. Они могут долго жить зимой в аквариумах с элодеей при условии аэрирования воды. Циклопы являются промежуточными хозяевами широкого лентеца (*Diphyllbothrium latum*) и ришты (*Dracunculus medinensis*). Тело циклопов (рис. 4.54) разделяется на яйцевидную головогрудь, которая состоит из нескольких сросшихся и 3-4 свободных члеников, и удлиненное брюшко, состоящее из 4-5 члеников и заканчивающееся двухветвистым придатком - вилочкой (*furca*).

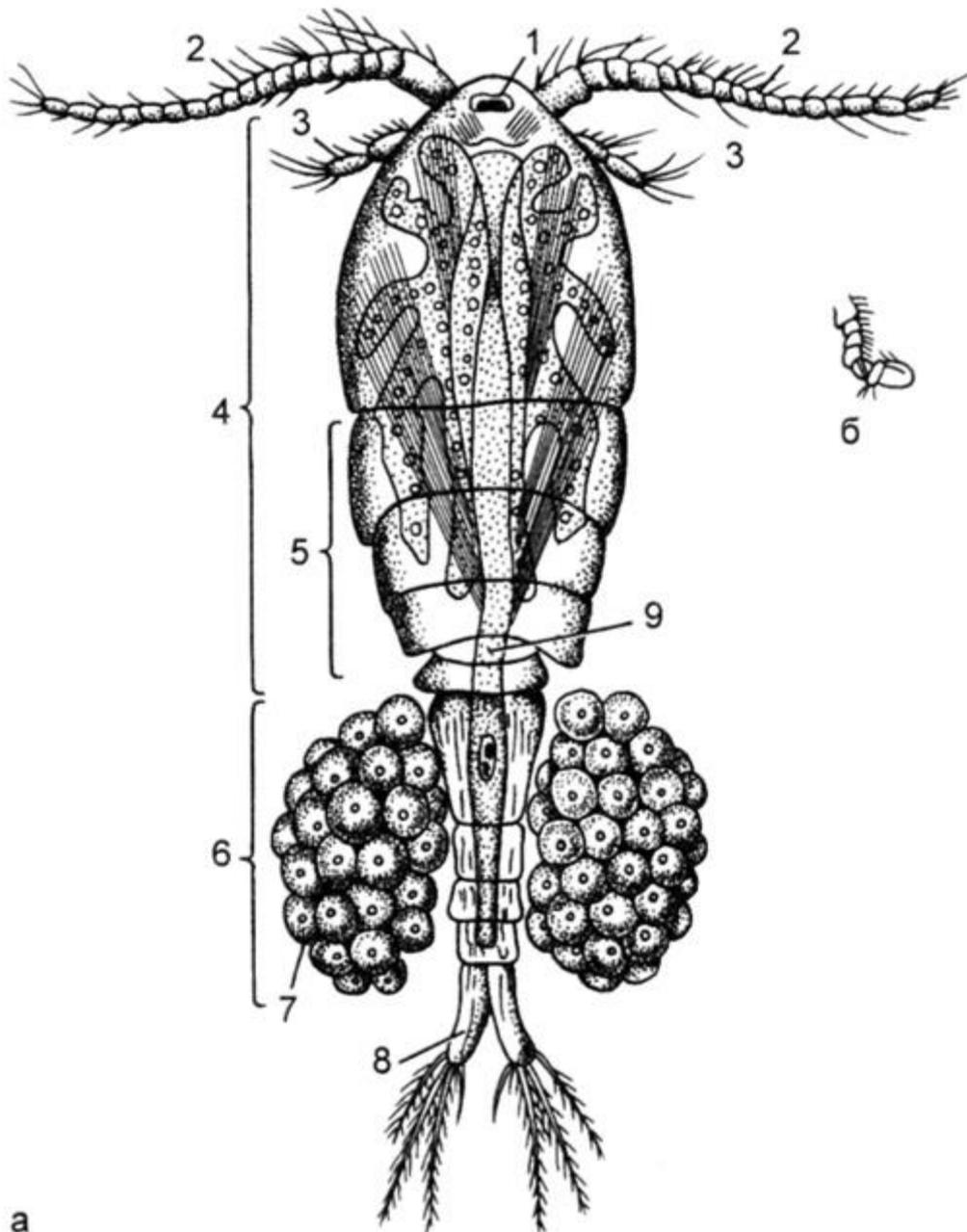


Рис. 4.54. Циклоп (*Cyclops strenuus*): а - самка: 1 - глаз; 2 - антеннулы; 3 - антенны; 4 - головогрудь; 5 - свободные сегменты головогруды; б - брюшко; 7 - яйцевой мешок; 8 - вилочка; 9 - кишечник; б - усик самца

В передней части головы расположен непарный глаз. Имеются антеннулы и значительно более короткие антенны. Все членики головогруды несут двухветвистые плавательные ножки. Половая железа располагается в головогруды, половое отверстие - на первом членике брюшка. По бокам брюшка у самки прикреплены яйцевые мешки. Брюшко не несет конечностей (последнее характерно для низших раков).

Зарисуйте циклопа. На рисунке должны быть обозначены: 1) головогрудь; 2) вилочка; 3) антенны; 4) антеннулы; 5) глаз; 6) яйцевой мешок (если есть).

Работа 20.2. Желтый скорпион (*Vithus eureus*)

Рассмотрите внешнее строение скорпиона (фиксированный материал), помещенного в чашку Петри. Особое внимание обратите на расчлененность тела,

поскольку именно по этому признаку можно различать отряды скорпионов, пауков и клещей.

Тело скорпиона делится на головогрудь и сложно расчлененный брюшной отдел. Особенно четко эти отделы видны с брюшной стороны.

Переверните скорпиона брюшной стороной вверх и найдите головогрудь, имеющую трапециевидную форму. Кпереди от нее отходят две пары конечностей, составляющих ротовой аппарат. Хелицеры имеют небольшие размеры и расположены медиально. Латерально от них расположены педипальпы; они значительно крупнее и превращены в клешни. По бокам от головогрудки отходят ходильные конечности. Сосчитайте, сколько их пар у скорпиона.

За головогрудью следует широкое переднебрюшье (по ширине не отличается от головогрудки), разделенное на сегменты.

Заднебрюшье резко сужено и состоит из семи четко отграниченных члеников. Найдите на последнем членике ампулообразное расширение, в котором расположена ядовитая железа, и игловидное окончание, пронизанное протоком железы.

Зарисуйте только контуры тела скорпиона, четко покажите основные отделы: головогрудь, переднебрюшье и заднебрюшье, начальные членики ходильных конечностей (целиком конечности рисовать не нужно).

Обозначьте отделы тела и укажите количество пар конечностей.

*Работа 20.3. Тарантул (*Lycosa singoriensis*)*

Рассмотрите внешний вид паука (тарантула или крестовика) на микропрепарате или используя раздаточный материал. Обратите внимание на характерное расчленение тела: резко обособленные головогрудь и брюшко, не разделенные на сегменты. Головогрудь несет (как у всех паукообразных) четыре пары ходильных конечностей.

На брюшке придатки представлены только паутинными бородавками (железами).

Зарисуйте контуры тела паука. На рисунке должны быть обозначены: 1) головогрудь; 2) брюшко.

*Работа 20.4. Личинка таежного клеща (*Ixodes persulcatus*)*

Строение личинки клеща рассмотрите на микропрепарате под микроскопом МБС-1.

В отличие от паукообразных овальное тело клещей не разделяется на отделы. Рассмотрите клеща сначала со спинной стороны. На переднем конце тела увидите выступающий вперед ротовой аппарат, образованный хелицерами и педипальпами. Передняя часть спинной поверхности личинки покрыта уплотненным хитином, образующим щиток. Граница щитка хорошо видна (рис. 4.55).

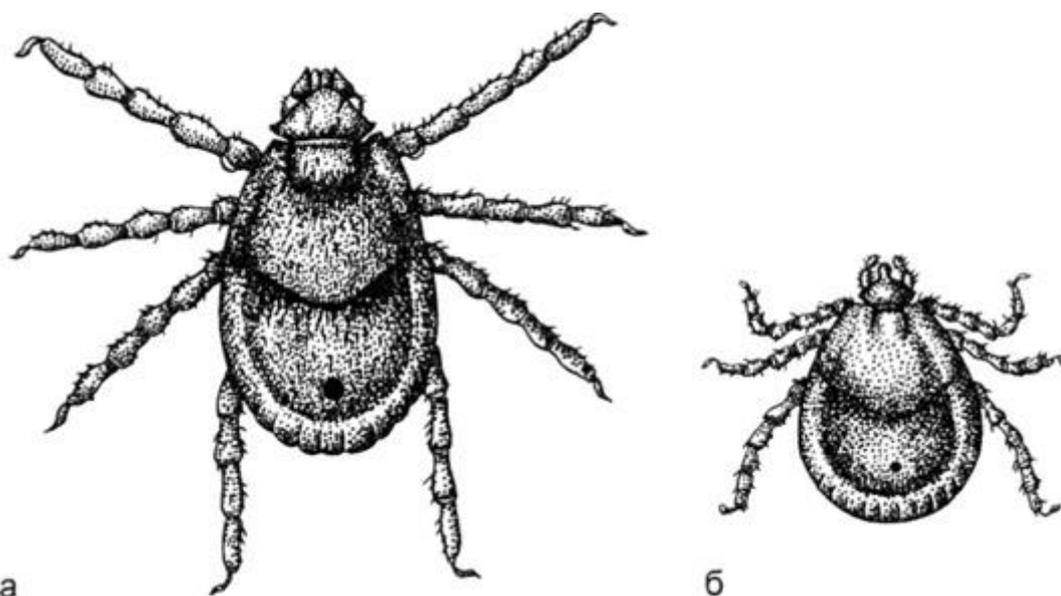


Рис. 4.55. Нимфа (а) и личинка клеща (б)

Затем рассмотрите объект с брюшной стороны. Сосчитайте число ходильных ног. По этому признаку личинку можно отличать от нимфы и взрослой формы. На брюшной стороне задней части тела по средней линии найдите анальное отверстие. Дыхательные отверстия у личинок отсутствуют: кислород поступает диффузно через тонкий хитин.

Зарисуйте личинку с брюшной стороны. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовой аппарат; 2) щиток; 3) ходильные конечности (в скобках укажите число пар); 4) анальное отверстие.

Работа 20.5. Нимфа таежного клеща

Нимфу клеща рассмотрите с брюшной стороны под микроскопом МБС-1 (см. рис. 4.55). По форме тела нимфа очень сходна с личинкой, но имеет более крупные размеры. Основным отличительным признаком нимфы является число ходильных ног. Сосчитайте их и укажите на рисунке (в целях экономии времени ноги зарисуйте только с одной стороны).

Обратите внимание на форму основного членика (кокса) ходильных ног: они имеют вид уплощенных дисков округлой формы. Размеры кокс увеличиваются в направлении от первой пары ног к последней.

Позади основного членика последней пары ходильных ног найдите дыхательные отверстия (или стигмы), через которые воздух поступает в трахейную систему. Диффузное поступление воздуха через хитин у нимфы невозможно из-за большой толщины хитинового покрова.

Еще дальше по средней линии тела увидите анальное отверстие. Полового отверстия нимфа не имеет.

Так же как и у личинки, передняя часть тела нимфы со спинной стороны прикрыта щитком.

Зарисуйте нимфу со спинной и брюшной сторон. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовой аппарат; 2) тело; 3) спинной щиток; 4) ходильные конечности (указать число пар); 5) стигмы; 6) анальное отверстие.

Работа 20.6. Имагинальная стадия таежного клеща

Препарат рассмотрите с помощью микроскопа МБС-1. На примере взрослой особи клеща еще раз обратите внимание на отсутствие расчлененности тела у представителей этого отряда.

Тело имеет овально-округлую форму: спереди выступает ротовой аппарат; по бокам расположены ходильные конечности (сосчитайте их число и определите, отличается ли в этом отношении имаго от нимфы).

Позади и сбоку от основного членика последней пары ног найдите дыхательные отверстия (стигмы). Они окружены небольшим щитком уплотненного хитина (перитрема).

Между основными члениками второй пары ног расположено половое отверстие, прикрытое хитиновым щитком.

Определите пол клеща: у самки спинной щиток прикрывает лишь переднюю часть тела (рис. 4.56), а у самца - всю дорсальную поверхность.

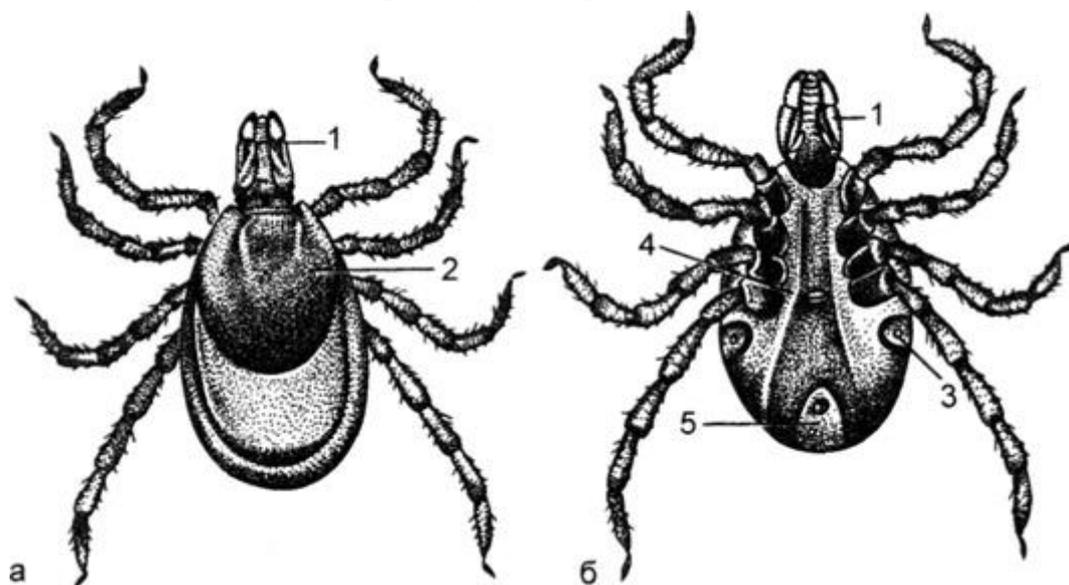


Рис. 4.56. Таежный клещ (самка): *а* - вид со спинной стороны; *б* - вид с брюшной стороны; 1 - ротовой аппарат; 2 - спинной щиток; 3 - дыхальца; 4 - женское половое отверстие; 5 - анальное отверстие

Зарисуйте имагинальную стадию. Конечности (в целях экономии времени) зарисуйте только с одной стороны. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовой аппарат; 2) тело; 3) ходильные конечности (указать число пар); 4) спинной щиток (у самки); 5) стигмы; 6) анальное отверстие; 7) половое отверстие.

Работа 20.7. Ротовой аппарат таежного клеща

Для изучения ротового аппарата клеща используйте тот же препарат, что и в предыдущей работе.

Ротовой аппарат клеща, как у всех представителей подтипа хелицеровых, состоит из двух пар конечностей: хелицер и педипальп (рис. 4.57).

Непосредственно к телу прилегает нерасчлененное основание педипальп. От его средней части отходит вперед хоботок, по бокам от него располагаются массивные членистые выросты, или пальпы.

Хоботок состоит из передней пластинки (эпистом), образующей футляр для хелицер, и задней (гипостом). На наружной поверхности гипостома увидите несколько рядов острых зубцов, обращенных острием назад. Вследствие такого расположения зубцов извлечь ротовой аппарат клеща из тела животного-прокормителя очень трудно.

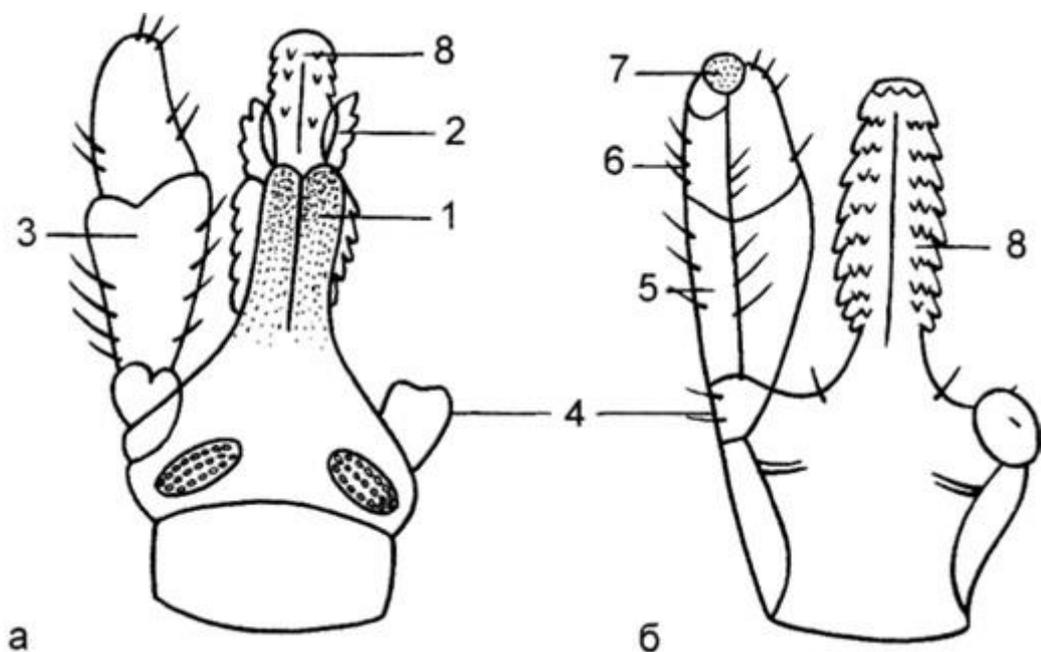


Рис. 4.57. Ротовой аппарат клеща: *а* - вид со спинной стороны; *б* - вид с брюшной стороны; 1 - футляр хелицер; 2 - крючья хелицер; 3 - пальпа; 4-7 - членики пальпы; 8 - хоботок

В хоботке, как уже указывалось, располагается первая пара конечностей, или хелицеры. Каждая хелицера состоит из двух члеников: основного и конечного. Конечный членик несет крупные, острые зубцы и подвижно соединен с основным члеником. Зубцы обычно выступают за края хоботка и на препарате хорошо видны. После прокалывания кожи животного клещ разводит верхние членики хелицер в стороны и за счет этого (а также зубцов гипостома) прочно удерживается на теле хозяина. Насосавшись, клещ сближает верхние членики хелицер и освобождает ротовой аппарат. Для изучения можно использовать также макет ротового аппарата клеща.

Зарисуйте (крупно!) ротовой аппарат клеща. На рисунке должны быть обозначены: 1) основание педипальп; 2) пальпы; 3) хоботок; 4) зубцы гипостома; 5) хелицеры: конечный членик с зубцами.

Работа 20.8. Собачий клещ (*Ixodes ricinus*)

Рассмотрите клеща со спинной стороны на микропрепарате под микроскопом МБС-1.

Тело клеща овальное, слегка суженное впереди, не расчлененное на отделы. Вся спинная поверхность у самца покрыта щитком - уплотненным хитином, что является характерным признаком иксодовых. По краям щитка увидите небольшой рант из мягкого хитина. У самки щиток покрывает только переднюю часть тела.

На переднем конце тела найдите обращенный вперед ротовой аппарат. Основание ротового аппарата расположено в углублении, по бокам которого хитин образует с каждой стороны по выступу (плечи).

Затем рассмотрите клеща с брюшной стороны. На передней половине тела найдите четыре пары ходильных ног, состоящих из шести члеников. Тазики (коксы), или основные членики, имеют уплощенную квадратно-овальную форму и неподвижно сращены с вентральной поверхностью тела. С коксой подвижно сочленяется последующий членик - вертлуг, с ним - следующий и т.д.

Позади кокс четвертой пары ног с каждой стороны найдите уплотненный щиток хитина овальной формы (перитрему), окружающий дыхательное отверстие (стигму).

На уровне третьей пары ног видно половое отверстие в виде поперечной щели.

На заднем конце тела по средней линии найдите анальное отверстие, прикрытое клапаном из двух створок. Обратите внимание на дугообразную анальную бороздку, которая огибает анальное отверстие спереди и своими концами доходит до заднего края тела. Расположение анальной бороздки - важный систематический признак клещей.

Затем на этом препарате, но при большем увеличении, рассмотрите ротовой аппарат клеща. Основание ротового аппарата широкое, от середины основания вперед отходит хоботок.

Рассмотрите на его вентральной поверхности массивные зубы, обращенные острием назад. Хелицеры видны не всегда, поскольку могут быть втянуты в свои футляры.

По бокам от хоботка видны четырехчленистые пальпы. Рассмотрите их строение внимательно - это систематический признак. Первый членик пальп небольшой, второй и третий - крупнее, четвертый - маленький; он лежит в выемке предпоследнего членика с вентральной стороны и виден обычно только с брюшной стороны.

Зарисуйте внешний вид клеща с брюшной стороны. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовой аппарат; 2) тело; 3) коксы ног; 4) перитремы; 5) стигмы; 6) половое отверстие (если видно); 7) анальное отверстие; 8) анальная бороздка; 9) пальпы; 10) хоботок; 11) щиток.

Работа 20.9. Дермацентор (самец) (Dermacentor pictus)

Рассмотрите тотальный микропрепарат клеща под микроскопом МБС-1.

Изучение начните со спинной стороны. Тело клеща овальной формы, сужено кпереди сильнее, чем у таежного клеща. По заднему краю тела хорошо заметны фестоны. Обратите внимание на окраску спинного щитка дермацентора. На щитке увидите светлый эмалевый пигмент, образующий сложный узор, и на его фоне симметрично расположенные бурые пятна.

Затем рассмотрите ротовой аппарат клеща. Он расположен терминально на переднем конце тела. Хоботок короткий, основание хоботка имеет квадратную форму. Внимательно рассмотрите строение пальп. Пальпы мощные, по ширине каждая из них почти равна основанию хоботка. Первый членик (основание) узкий и короткий; второй членик очень крупный, несет шип, обращенный острием назад; четвертый членик маленький и со спинной стороны не виден.

Затем переходите к изучению клеща с брюшной стороны. Боковые части тела заняты четырьмя парами основных члеников (коксы) ходильных ног, имеющих уплощенную форму и неподвижно сращенных с телом клеща. От кокс берут начало подвижные членики ног. У самцов наиболее развита четвертая пара кокс.

Позади и сбоку от последней пары кокс найдите перитремы овальной формы и отверстия стигм.

Затем найдите половое отверстие в виде узкой щели на уровне второй пары кокс. Анальная бороздка расположена позади от анального отверстия.

Зарисуйте внешний вид клеща со спинной и брюшной сторон. На рисунке должны быть обозначены: 1) хоботок (основание пальпы); 2) спинной щиток; 3) фестоны заднего края тела; 4) рисунок щитка; 5) коксы; 6) перитремы и стигмы; 7) половое отверстие; 8) анальное отверстие; 9) анальная бороздка.

Работа 20.10. Поселковый клещ (Ornithodoros papillipes)

Тело широкое и относительно короткое. Передний конец тела заостренный в виде клюва. При рассматривании со спины видно, что края тела в средней части параллельны друг другу. Щитка на спинной стороне нет. Вместо него видны многочисленные

хитиновые бугорки и бляшки. За счет них тело клеща сильно растяжимо. Задний край тела образует округлый контур (иногда в виде правильного полукруга). По краю тела со всех сторон проходит широкий кант. Дорзальная поверхность хитиновой кутикулы шагренового вида. На ее фоне видны округлые «диски» - вдавления кутикулы, к которым изнутри прикрепляются дорзовентральные мышцы. Осмотр с брюшной стороны. Кзади от клюва лежат ротовые органы, состоящие, как и у других представителей семейства *Ornithodoros*, из пары хелицер и гипостома (рис. 4. 58).

Передняя половина тела занята четырьмя парами кокс-основных члеников ног, неподвижно сросшихся с телом. Коксы 1-й пары ног крупнее остальных. Несколько отступя кзади от них расположены тесно прилежащие друг к другу коксы еще трех пар ног.

На спинке клеща располагается пять параллельных друг другу коксальных складок. У сильно напившихся крови экземпляров складки заметно сглаживаются. Позади 4-й пары кокс коксальные складки теряются.

На уровне изгиба коксальных складок лежит анальное отверстие. От анального отверстия к заднему концу тела идет продольное вдавление - анальная борозда.

На уровне заднего края 1-й пары кокс находится половое отверстие. У самки оно ограничено двумя полукруглыми створками.

Самцы меньше, чем самки. Половые створки имеют вид полукруга гладкого хитина, выпуклостью направленного вперед.

На рисунке должны быть обозначены: а) вид со спинной стороны: 1 - хитиновые бугорки, 2 - клюв; б - вид с брюшной стороны: 1 - ротовой аппарат, 2 - коксы конечностей, 3 - коксальные складки, 4 - анальное отверстие.

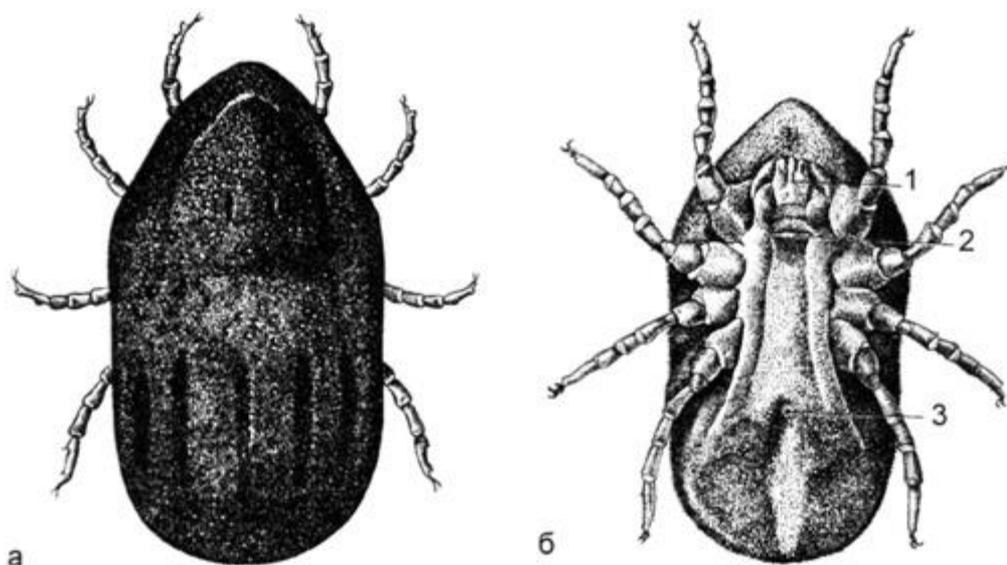


Рис. 4.58. Поселковый клещ (самка): а - вид со спинной стороны; б - вид с брюшной стороны: 1 - ротовой аппарат; 2 - половое отверстие; 3 - анальное отверстие

Работа 20.11. Определение иксодовых и аргасовых клещей

Среди «слепых» микропрепаратов взрослых клещей, пользуясь таблицей (табл. 4.8), найдите представителей семейства Иксодовые и Аргасовые. Определите пол клещей.

После этого зарисуйте представителей каждого семейства с брюшной стороны. На рисунке должны быть обозначены: 1) ротовой аппарат; 2) четвертый членник пальпы; 3) перитрема; 4) анальная бороздка; 5) половое отверстие.

Таблица 4.8. Дифференциальные признаки семейства Иксовые и Аргасовые клещи

Признак	Иксовые клещи	Аргасовые клещи
Форма тела	Овальная, суженная впереди	Широкая, края в средней части параллельны друг другу
Положение хоботка	Терминальное, на переднем конце тела	Смещен на вентральную сторону
Четвертый членик пальп	Малого размера, причленен к вентральной поверхности третьего членика	Хорошо развит, причленен к вершине третьего членика
Щиток	У самцов покрывает всю спинную поверхность, у самок - ее переднюю часть. Брюшные щитки только у самцов	Отсутствует у самок и самцов
Перитремы	Крупные, округло-овальные. Позади 4-й пары кокс	Мелкие
Аральная бороздка (на брюшке выше арального отверстия)	Дугообразная, проходит выше арального отверстия, концы достигают заднего края тела	Продольная бороздка проходит от арального отверстия к заднему краю тела
Половое отверстие	На уровне 3-й пары кокс	Позади 1-й пары кокс
Окраска и структура покровов	Желто-коричневая, щитки с выемками (фестонами) по краю	Серовато-коричневая бугристая поверхность

Работа 20.12. Чесоточный зудень (Sarcoptes scabiei)

Строение чесоточного зудня изучите на тотальном микропрепарате с помощью микроскопа МБР-1 при малом увеличении.

Клещ имеет очень мелкие размеры, поэтому найти его на препарате не так просто. Обратите внимание на характерную форму тела - широкоовальную; на поверхности тела заметны многочисленные чешуйки, тупые шипы и длинные, направленные назад щетинки. Последние препятствуют движению клеща в обратном направлении. На переднем конце тела найдите ротовой аппарат, образованный сросшимися педипальпами.

Рассмотрите ходильные конечности зудня. Обратите внимание на их длину и расположение. Первые две пары расположены по бокам ротового аппарата. Они состоят из шести коротких члеников и снабжены длинными щетинками.

Задние две пары конечностей видны только с брюшной стороны; все конечности короткие, шестичленистые и несут еще более длинные щетинки по сравнению с передними конечностями.

Зарисуйте внешний вид чесоточного зудня. На рисунке должны быть обозначены: 1) тело; 2) ротовой аппарат; 3) ходильные конечности; 4) щетинки и шипики.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Экспериментальными данными доказано, что вирусы - возбудители таежного энцефалита - в организме основного переносчика - таежного клеща - интенсивно размножаются и пожизненно сохраняются жизнеспособными. Вирусы также совершают трансцеломическую миграцию, чем обеспечивается трансвариальная и трансфазовая передача возбудителя. Какую роль наряду с трансмиссией выполняет популяция клещей в очаге таежного энцефалита?

Задание 2. Известно, что у большинства кровососущих животных, особенно пиявок и клещей, кровь при кровососании без особых усилий паразита поступает в кишечник. Более того, кровь находится в желудке, не портясь и не свертываясь, довольно длительное время (у пиявок год-полтора). Какие адаптивные признаки обеспечивают данный процесс?

Задание 3. В поликлинику РАН обратилась группа ученых, отправляющаяся в экспедицию в район Восточной Сибири. Предположите возможную тактику врача.

Задание 4. К врачу обратился больной, который в домашних условиях удалил из кожи проникшего клеща размером около 10 мм, серовато-коричневой окраски, без щитков на теле, овальной формы и с бугристой структурой покровов. Ротовые органы клеща располагались на брюшной стороне тела и не были видны со спинной части. Небольшие глаза клеща располагались по бокам тела. Через 7 дней у больного резко поднялась температура, а также появились признаки поражения печени и селезенки с развитием желтухи и кровоточивости. Приступы с повышением температуры повторялись через каждые 7-8 дней. Каков предположительный диагноз?

Задание 5. При посещении хвойно-лиственного леса житель средней полосы России подвергся нападению кровососущих клещей. Рассмотрение клещей после их извлечения из кожных покровов показало, что они имели размеры от 6 до 15 мм в насосавшемся состоянии и желто-коричневую окраску. Спинная сторона клещей несла щиток из плотного хитина. Форма клещей была каплевидная с заостренным передним концом, на котором заметно выступал ротовой аппарат. Глаза у клещей отсутствовали. Внезапно у больного через 10 дней появились жар, слабость, мышечные боли, тошнота. Через некоторое время появились и признаки поражения нервной системы - многочисленные невриты и парезы. Предположите возможный диагноз.

Тема 21. Подтип Трахейнодышащие (*Tracheata*), класс Насекомые (*Insecta*). Представители класса Насекомые (*Insecta*) - переносчики эпидемических болезней человека

Цель занятия. Изучить основных представителей класса Насекомые, их особенности и вызываемые ими заболевания. Уметь:

- дифференцировать факультативный и облигатный, временный и постоянный, экто- и эндопаразитизм, яйцевой, эмбриональный и личиночный паразитизм;
- идентифицировать на препаратах мух, вшей, блох и тараканов ;
- обосновывать связь морфофизиологических особенностей насекомых с их медицинским значением;
- обосновывать методы профилактики и борьбы с насекомыми, имеющими медицинское значение.

Мотивационная характеристика. Класс Насекомые представляет особый интерес с точки зрения медицины, так как многие его представители являются экто- и эндопаразитами, переносчиками и промежуточными хозяевами возбудителей болезней человека.

Особенно важное значение имеют переносчики эпидемических болезней (комнатные мухи, вши, блохи). Заболевания, которые они переносят, могут быть массовыми и характеризоваться высокой смертностью, например легочная форма чумы, сыпной и возвратный тифы. Знание морфологии и жизненного цикла насекомых необходимо для идентификации и обоснования профилактических мероприятий и способов борьбы. Так, зная, что личинка мухи развивается из яйца через 3 дня, врач-эпидемиолог может обосновать применение инсектицидов в местах выплода мух каждые 3 дня. Обнаружение вшей на больном облегчает установление клинического диагноза. Сроки противоэпидемических мероприятий в очаге сыпного тифа определяются продолжительностью жизни вшей.

Знания по этой теме используются в микробиологии, эпидемиологии и при изучении инфекционных болезней.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные морфологические особенности представителей класса Насекомые (вши, блохи, мухи, тараканы, мошки, москиты); 2) медицинское значение вшей, блох, мух, тараканов, мошек, москитов; 3) особенности формирования природно-очаговых трансмиссивных заболеваний, переносимых насекомыми; 4) меры борьбы с насекомыми, имеющими медицинское значение; 5) противоэпидемические мероприятия.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Какое строение тела имеют насекомые:

- 1) головогрудь и брюшко;
- 2) голову, грудь, брюшко;
- 3) головогрудь; переднебрюшье, заднебрюшье;
- 4) нерасчлененное;
- 5) овальное.

2. Сколько ног у насекомых:

- 1) 2 пары;
- 2) 3 пары;
- 3) 4 пары;
- 4) 5 пар;
- 5) 6 пар.

3. Назовите органы выделения насекомых:

- 1) протонефридии;
- 2) метанефридии;
- 3) мальпигиевы сосуды;
- 4) жировое тело;
- 5) почки.

4. Какие болезни переносит таракан:

- 1) малярию;
- 2) лейшманиоз;

- 3) амебиаз;
 - 4) холеру;
 - 5) энцефалит.
5. Какие болезни переносят комнатные мухи:
- 1) сыпной тиф;
 - 2) брюшной тиф;
 - 3) холеру;
 - 4) аскаридоз;
 - 5) возвратный тиф.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить строение: 1) ротового аппарата таракана; 2) трахеи таракана; 3) конечности таракана; 4) ротового аппарата комнатной мухи; 5) ходильной конечности комнатной мухи; 6) человеческой и платяной вши; 7) человеческой, собачьей и крысиной блохи.

Оборудование. 1. Таблицы: систематика класса; строение таракана; строение вшей, мух, блох. 2. Макропрепараты: внутреннее строение таракана. 3. Микропрепарат: ротовой аппарат, трахеи, конечность таракана; ротовой аппарат, ходильная конечность комнатной мухи; вошь; блоха.

Работа 21.1. Ротовой аппарат черного таракана (Blatta orientalis)

Ротовой аппарат таракана - грызуще-жующего типа (рис. 4.59). Для изучения (микроскоп МБС-1) поместите препарат так, чтобы парные элементы (верхние и нижние челюсти) соответствовали боковым сторонам поля зрения. Затем рассмотрите общее расположение частей. Найдите верхнюю губу (непарная), верхние челюсти (парные), нижние челюсти (также парные) и нижнюю губу (непарную) - самый массивный элемент.

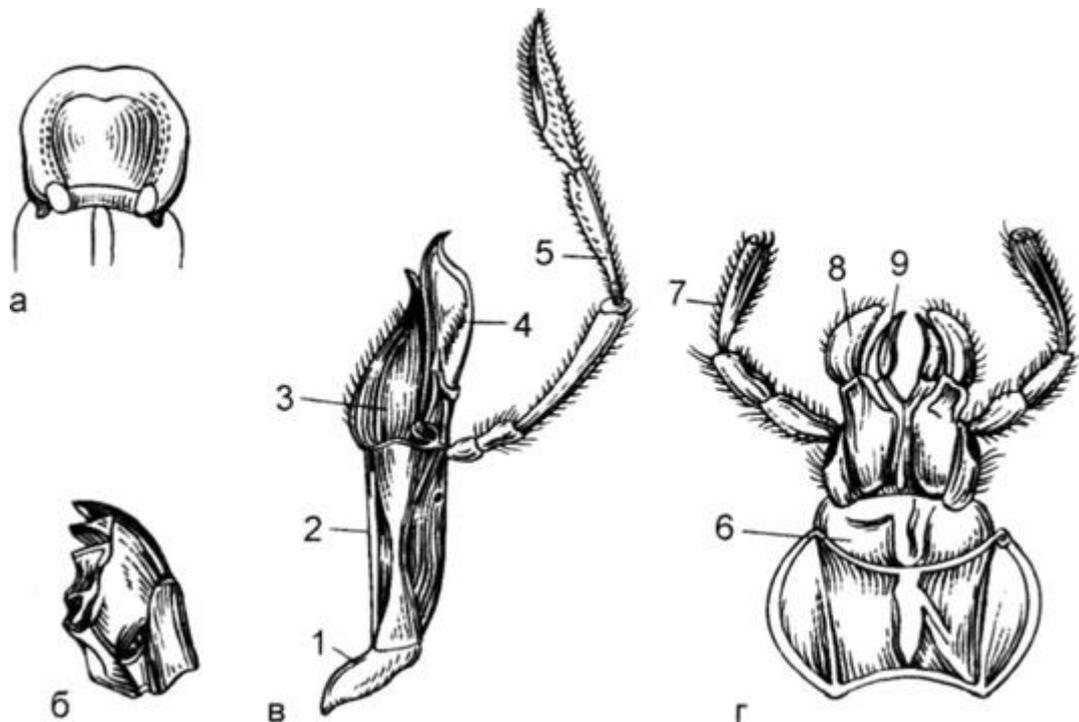


Рис. 4.59. Ротовые органы черного таракана: а - верхняя губа; б - верхняя челюсть; в - нижняя челюсть; г - нижняя губа; 1 - основной членик; 2 - стволик; 3 -

внутренняя лопасть; 4 - наружная лопасть; 5 - нижнечелюстной щупик; 6 - основание; 7 - нижнегубной щупик; 8 - наружная лопасть; 9 - внутренняя лопасть

На примере ротового аппарата хорошо прослеживается связь органа (массивные, в виде пластин части ротового аппарата) с его функцией (грызуще-жующий тип).

Верхняя губа имеет вид нерасчлененной пластинки с закругленным краем. Верхние челюсти также представлены массивными пластинками с грубыми зубринами по внутреннему краю. Нижние челюсти состоят из нескольких отделов (видоизмененные конечности), с наружной стороны от них отходят пятичленистые щупики (органы осязания). Нижняя губа - наиболее массивный элемент ротового аппарата; она состоит из двух сросшихся между собой нижних челюстей 2-й пары и имеет сложное строение.

Зарисуйте ротовой аппарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) верхняя губа; 2) верхние челюсти; 3) нижние челюсти; 4) нижняя губа; 5) нижнечелюстной щупик.

Работа 21.2. Трахея черного таракана

Изучите микропрепарат с помощью микроскопа МБР-1 (x8). Препарат содержит участок трахейной системы таракана в виде разветвленных трубочек разного диаметра.

Найдите более крупный ствол с отходящими от него боковыми ответвлениями (рис. 4.60). Затем с помощью микроскопа МБР-1 (x40) рассмотрите узкие хитиновые кольца, образующие стенки трахеи. Благодаря кольцам просветы трахей не спадаются.

Зарисуйте трахею черного таракана. На рисунке должны быть обозначены: 1) основной ствол; 2) боковые ветви; 3) хитиновые кольца трахеи (хорошо видны только при большом увеличении).

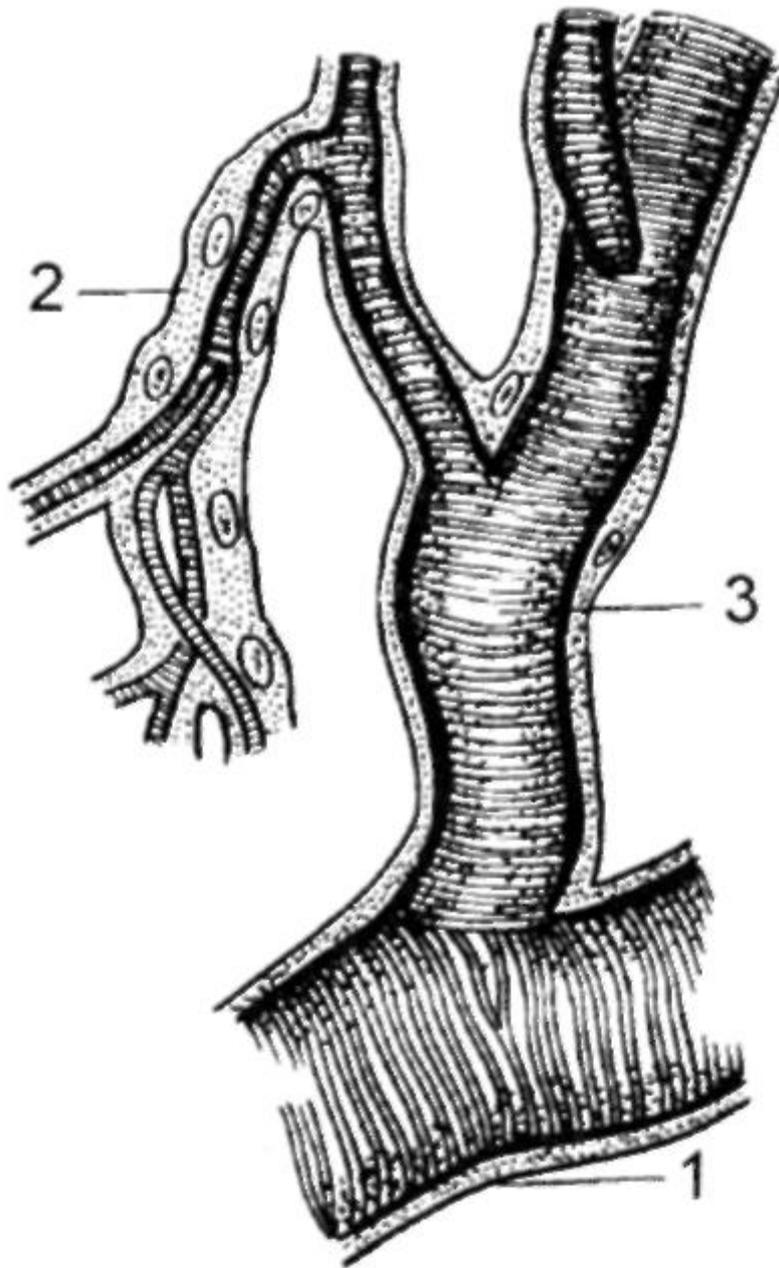


Рис. 4.60. Трахея насекомого: 1 - основной ствол; 2 - разветвления; 3 - хитиновые кольца трахеи

Работа 21.3. Ходильная конечность черного таракана

Ходильная конечность черного таракана состоит из пяти отделов. Первым, наиболее массивным отделом является тазик, следующий отдел - бедро. На месте сочленения этих двух отделов находится вертлуг, по форме напоминающий коленную чашечку человека. За бедром следуют голень и последний отдел - лапка, состоящая, в свою очередь, из пяти члеников.

Зарисуйте ходильные конечности черного таракана. На рисунке должны быть обозначены: 1) тазик; 2) вертлуг; 3) бедро; 4) голень; 5) лапка.

Работа 21.4. Ротовой аппарат комнатной мухи (Musca domestica)

Микропрепарат, на котором помещена голова мухи с ротовым аппаратом, рассмотрите с помощью микроскопа МБС-1.

Рассматривая голову, увидите, что ее боковые части занимают крупные фасеточные глаза.

От головы отходит массивный ротовой аппарат, по бокам которого располагаются усики, состоящие из трех члеников. Ротовой аппарат комнатной мухи сосуще-лижущего типа. Основную его часть составляет нижняя губа (или хоботок), имеющая вид массивного желоба. На дистальном конце губы найдите две крупные сосательные лопасти. На их поверхности можно видеть многочисленные мелкие бороздки, по которым жидкая пища попадает в ротовое отверстие, а затем в желоб нижней губы (рис. 4.61).

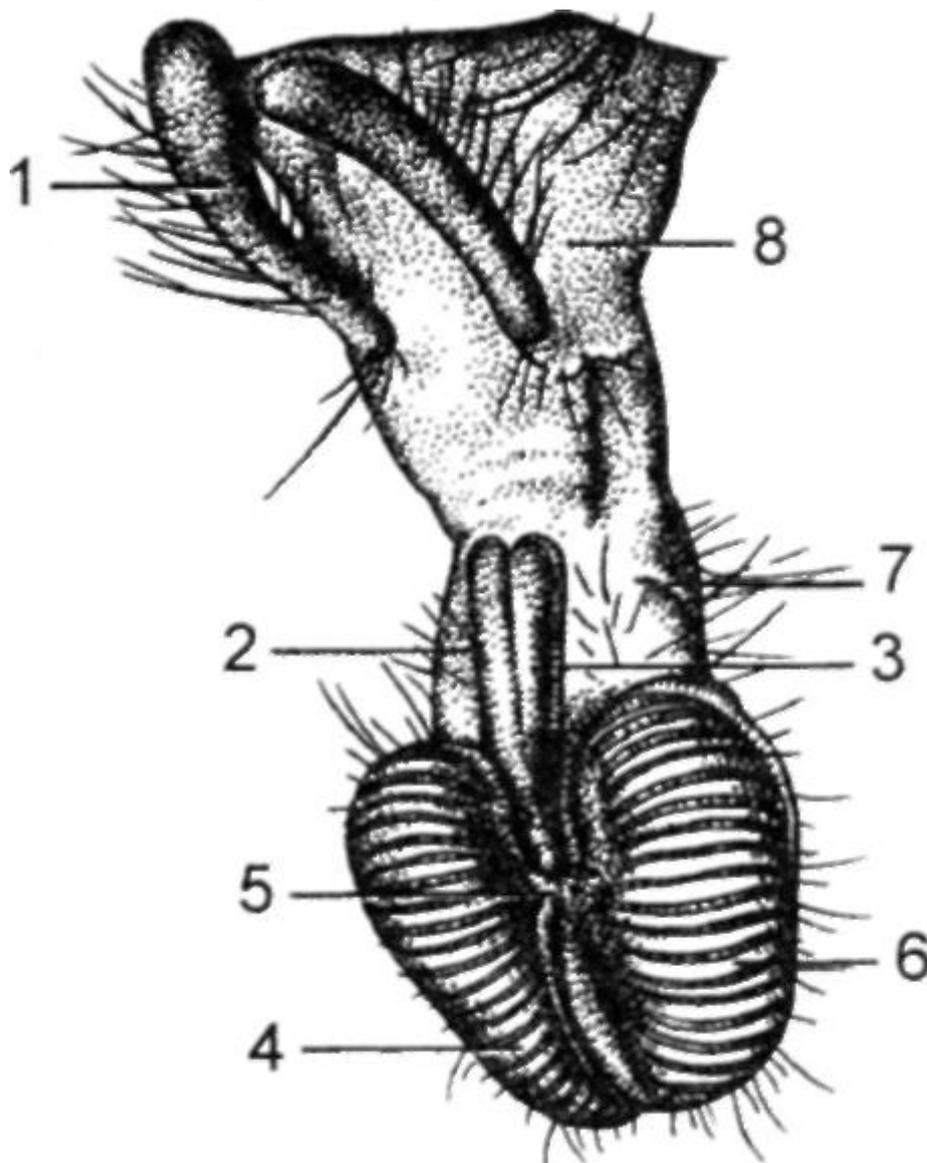


Рис. 4.61. Ротовой аппарат комнатной мухи: 1 - нижнечелюстной щупик; 2 - верхняя губа; 3 - язык; 4 - каналы фильтрующего аппарата; 5 - ротовое отверстие; 6 - лопасти нижней губы; 7 - нижняя губа; 8 - основание хоботка

Примерно на середине нижней губы увидите пару коротких нижнечелюстных щупиков. Между ними берет начало верхняя губа, имеющая вид узкой пластинки, заканчивающейся на уровне сосательных долек.

Между желобом нижней губы и пластинкой верхней губы находится тонкая пластинка - язык.

Зарисуйте ротовой аппарат комнатной мухи. На рисунке должны быть обозначены: 1) голова; 2) глаза; 3) нижняя губа; 4) верхняя губа; 5) сосательные лопасти; 6) язык; 7) нижнечелюстные щупики; 8) усики.

Работа 21.5. Ходильная конечность комнатной мухи

Рассмотрите микропрепарат ходильной конечности комнатной мухи. Ходильная конечность состоит из следующих отделов: тазика, вертлуга, бедра, голени, лапки (рис. 4.62).

Особое внимание обратите на лапку, поскольку ее строение во многом определяет значение мухи как переносчика желудочнокишечных заболеваний. Рассмотрите ее более детально под микроскопом МБР-1. Лапка состоит из нескольких члеников. Последний членик несет два узких серповидных коготка и две шаровидные клейкие подушечки. На их поверхности задерживаются микроорганизмы и затем переносятся мухой на пищевые продукты.

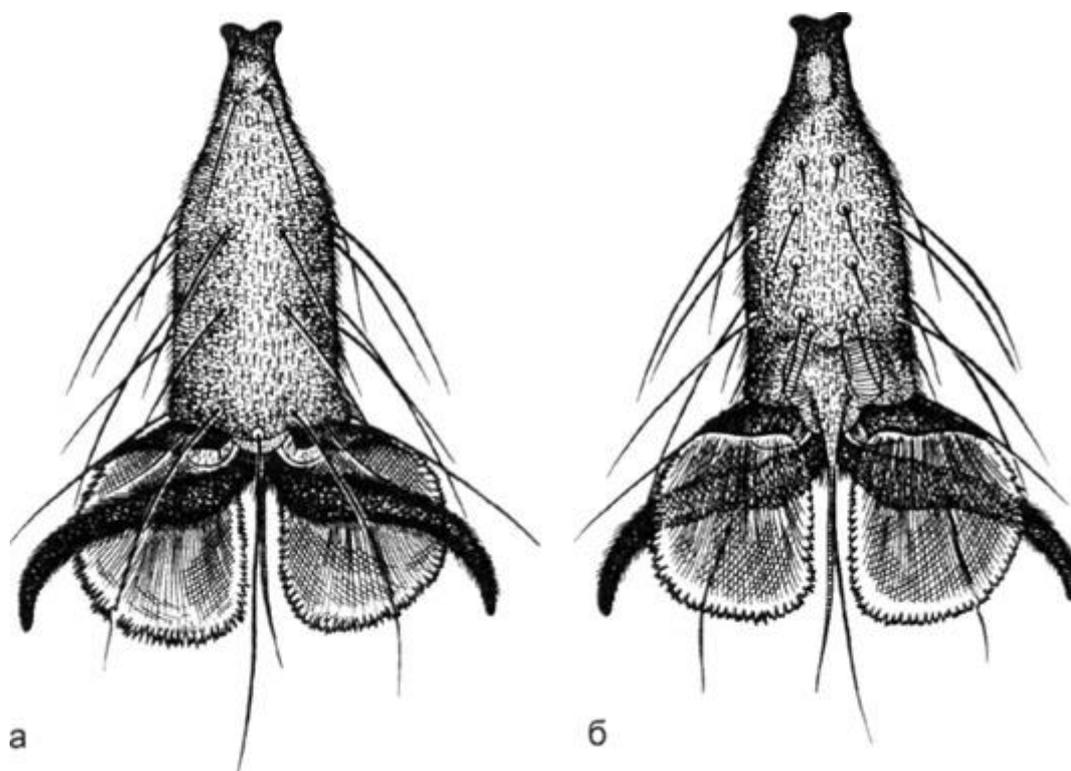


Рис. 4.62. Лапка комнатной мухи: *а* - вид сверху; *б* - вид снизу

Зарисуйте лапку мухи. На рисунке должны быть обозначены: 1) ходильная конечность; 2) лапка; 3) коготки; 4) клейкие подушечки.

Работа 21.6. Развитие комнатной мухи

На микропрепарате изучите стадии развития комнатной мухи - переносчика желудочно-кишечных заболеваний человека.

Рассматривая три последовательные стадии развития личинки, обратите внимание на признаки, свидетельствующие о филогенетическом родстве членистоногих с кольчатыми червями (форма и отделы тела, его сегментированность) (рис. 4.63).

Личинка I стадии, только что вылупившаяся из яйца, имеет вид белого, почти прозрачного червяка. Передний конец тела личинки заострен, задний - расширен. Тело сегментировано, но на препарате сегментация не видна.

Личинка II стадии значительно крупнее, белого цвета; форма тела сходна с формой тела личинки I стадии.

Личинка III стадии имеет крупные размеры, достигая в длину 1,5-2 см. Окраска тела слегка желтоватая.

Куколка имеет укороченную форму, из червеобразной становится бочкообразной. Кутикула личинки отслаивается (но не сбрасывается), затем затвердевает и приобретает коричневую окраску, превращаясь в ложнококон. На поверхности его еще сохраняются следы сегментации. Рядом с ложнококонами увидите куколок, извлеченных из него.

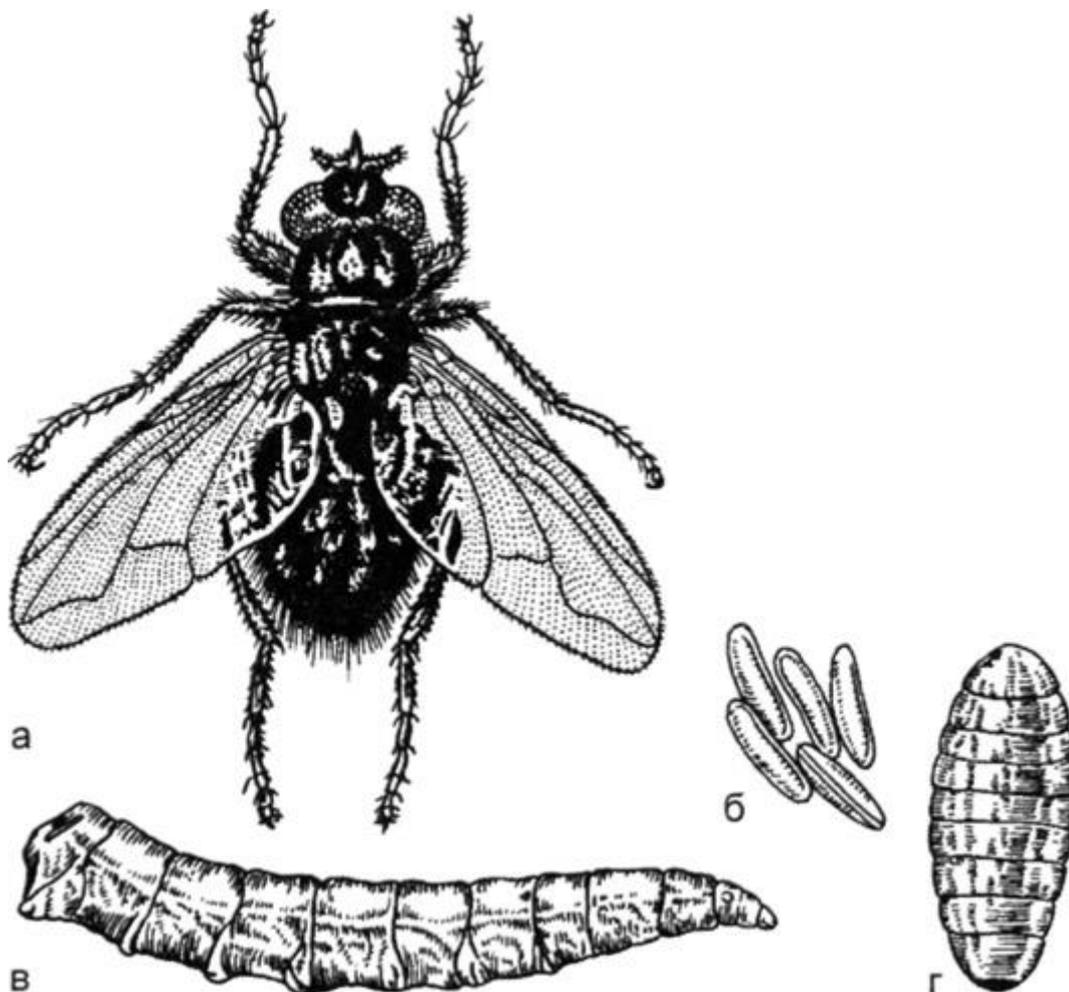


Рис. 4.63. Комнатная муха: *а* - общий вид; *б* - яйца; *в* - личинка; *г* - куколка
Последняя стадия развития - имаго.

Изучите с помощью рис. 4.64 другие виды мух и их медицинское значение по табл. 4.9.



Рис. 4.64. Мухи: *а* - комнатная муха (*Musca domestica*); *б* - жигалка (*Stomoxys calcitrans*); *в* - вольфартова муха (*Wohlfahrtia magnifica*)

Зарисуйте стадии развития комнатной мухи. На рисунке должны быть обозначены: 1) личинка I стадии; 2) личинка II стадии; 3) личинка III стадии; 4) ложнококон; 5) имаго.

Таблица 4.9. Медицинское значение мух

Семейство и вид	Медицинское значение	Географическое распространение
Muscidae Комнатная муха (<i>Musca domestica</i>)	Механический переносчик кишечных инфекций и инвазий, туберкулеза, глазных инфекций. Личинка - случайный возбудитель кишечного и уринарного миазов	Повсеместно
Базарная муха (<i>Musca sorbens</i>)	Механический переносчик возбудителей глазных инфекций, лепры	Африка, ЮгоВосточная Азия, Иран, Ирак, Средняя Азия, Казахстан
Осенняя жигалка (<i>Stomoxys calcitrans</i>)	Эктопаразит, механический переносчик возбудителей сибирской язвы, туляремии и др.	Повсеместно, особенно в местностях с жарким климатом
Домовая муха (<i>Muscina stabulans</i>)	Механический переносчик возбудителей кишечных инфекций. Личинка - возбудитель случайного кишечного миаса	Повсеместно
Trypanosomatidae Муха цеце (<i>Glossina palpalis</i> , <i>G. morsitans</i>)	Эктопаразит, специфический переносчик <i>Trypanosoma brucei subsp. gambiense</i> и <i>Trypanosoma brucei subsp. rhodesiense</i>	Африка
Calliphoridae Зеленая мясная муха (<i>Lucilla sericata</i>)	Механический переносчик кишечных инфекций. Личинка - возбудитель случайного кишечного миаса	Повсеместно
Jarcophagidae Вольфартова муха (<i>Wohlfahrtia magnifica</i>)	Личинки - облигатные паразиты, возбудители злокачественного миаса	Южная Европа, Средний Восток, Средняя Азия, Казахстан
Gastrophilidae Желудочные оводы (<i>Gastrophilus intestinalis</i>)	Личинки - облигатные паразиты животных и человека, возбудитель доброкачественного миаса	Повсеместно
Hypodermatidae Подкожные оводы (<i>Hypoderma ovis</i>)	Личинки - облигатные паразиты животных, человека, возбудитель доброкачественного миаса	Повсеместно

Окончание табл. 4.9

Семейство и вид	Медицинское значение	Географическое распространение
-----------------	----------------------	--------------------------------

Oestridae	Эктопаразиты	
Полостные <i>ovis</i>)	оводы (<i>Oestrus</i>) Личинки-облигатные паразиты	Повсеместно

Работа 21.7. Вошь головная (Pediculus humanus capitis)

Рассмотрите тотальный препарат головной вши под микроскопом МБР-1. Найдите три отдела тела: голову, грудь и брюшко.

Голова, имеющая яйцевидную форму, хорошо отграничена от грудного отдела. По бокам головы найдите короткие членистые усики, а позади них - простые глаза. Ротовой аппарат вши втянут внутрь и на препарате не виден (рис. 4.65).

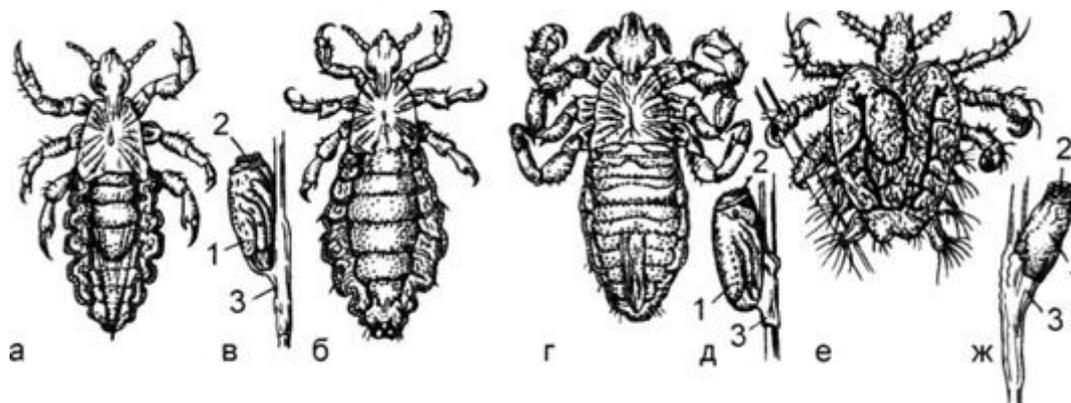


Рис. 4.65. Вши человека: *a* - головная вошь (самец); *б* - головная вошь (самка); *в* - гнида головной вши; *г* - платяная вошь (самец); *д* - гнида платяной вши; *е* - лобковая вошь; *ж* - гнида лобковой вши; 1 - яйцо; 2 - крышечка; 3 - приклеивающее вещество

Грудной отдел не расчленен на сегменты и не отделен резко от брюшка. По бокам груди найдите конечности (сосчитайте их и сравните с числом ног у представителей класса паукообразных). Обратите внимание на последний членик ходильной конечности. Он отличается крупными размерами и несет коготок. Предпоследний членик, в свою очередь, имеет выступ, расположенный напротив коготка. Вместе с коготком он образует подобие клешни, с помощью которой вошь прочно удерживается на волосах.

Брюшко расчленено на десять сегментов, но два из них сильно редуцированы. Наружные края сегментов имеют форму фестонов и пигментированы. На темном фоне часто хорошо видны стигмы (дыхательные отверстия) и отходящие от них трахейные трубочки, впадающие в основные трахейные стволы. Обратите внимание на отличительные особенности строения головной вши от платяной, у которой вырезки между члениками брюшка менее глубокие, сяжки тоньше и длиннее и отсутствуют пигментные пятна по бокам тела.

Определите пол вши. У самки на заднем конце брюшка находятся два серповидных придатка (гоноподы). У самца сквозь задние сегменты просвечивает копулятивный аппарат, по форме напоминающий треугольник.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) головка; 2) усики; 3) глаза; 4) грудь; 5) ходильные конечности (указать число); 6) брюшко; 7) стигмы (если видно); 8) гоноподы (у самки); 9) копулятивный аппарат (у самца).

Работа 21.8. Блоха (Pulex irritans)

Тотальный препарат блохи рассмотрите сначала невооруженным глазом. Обратите внимание, что тело блохи сплющено не в дорсовентральном направлении, а с боков, крылья отсутствуют. Так же как и вши, блохи являются вторично бескрылыми, что связано с паразитическим образом жизни.

С помощью микроскопа МБР-1 рассмотрите строение блохи более детально. Голова блохи спереди закруглена и соединена широким основанием с грудью. На голове найдите короткие усики, ротовой аппарат и крупные глаза.

Грудь насекомого разделена на три сегмента, каждый из которых несет по паре конечностей. Обратите внимание на размеры конечностей последней пары: они значительно длиннее и служат для прыганья. Брюшко имеет отчетливую сегментацию. У самца конец брюшка загнут вверх и через хитин просвечивает сложный копулятивный аппарат.

На поверхности головы, грудных сегментов и других частей тела расположены придатки в виде волосков, щетинок, зубчиков и зубцов. Зубцы обычно окрашены в желто-коричневый цвет и расположены рядами, образуя гребни. Эти образования используются для систематики блох.

Используя рис. 4.66, определите, к какому виду относится блоха, и укажите это в альбоме. Особое внимание обратите на характерное расположение ротового аппарата и хитиновых придатков. На рисунке должны быть обозначены: 1) голова; 2) грудь; 3) брюшко; 4) 3-я пара ног; 5) усики и ротовой аппарат; 6) глаза; 7) зубцы; 8) хитиновые придатки (если есть).

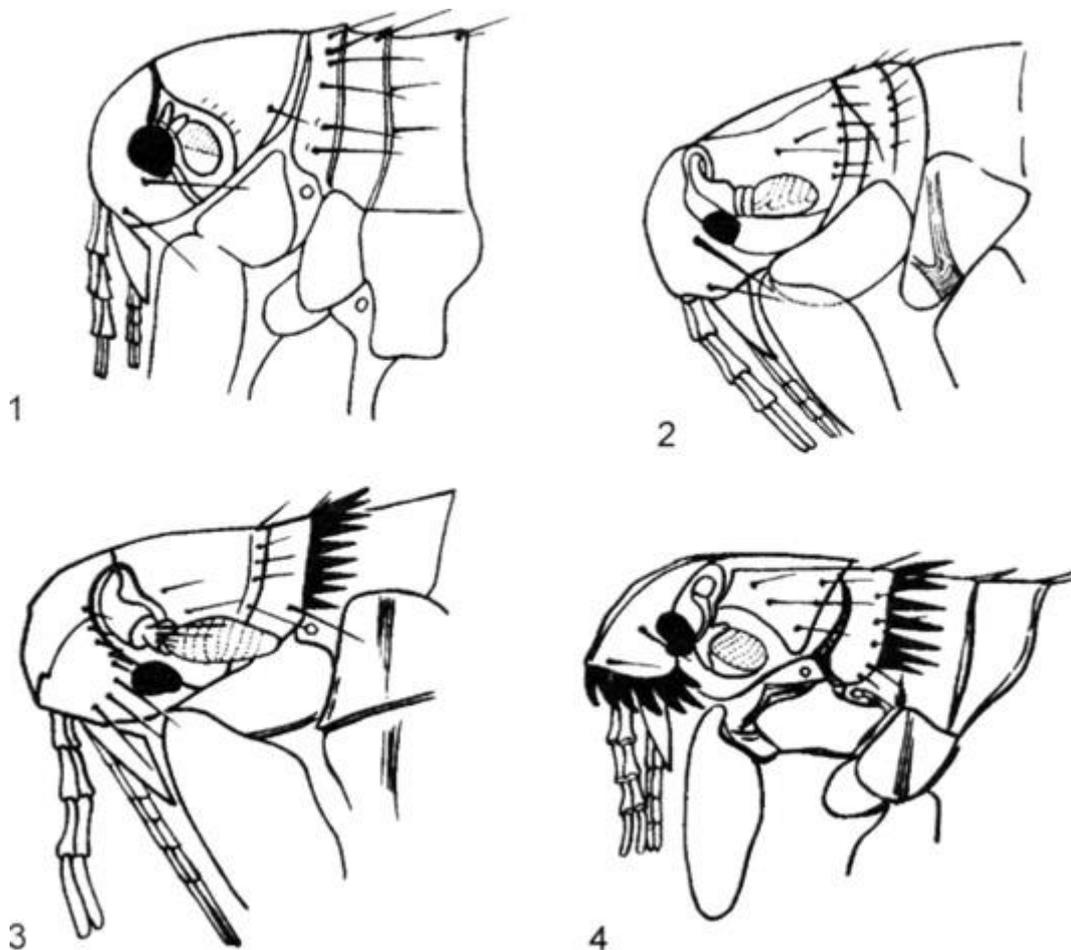


Рис. 4.66. Головы различных видов блох: 1 - блоха человеческая; 2 - блоха крысиная; 3 - блоха суслика; 4 - блоха собачья

Работа 21.9. Определение видовой принадлежности блохи

Используя рис. 4.66, определите вид блохи на микропрепарате. Затем зарисуйте голову блохи, отметив детали, важные для систематики. Напишите латинское название вида.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Какие основные адаптивные морфофизиологические особенности мух способствуют механическому переносу многих заболеваний? В какие периоды года наиболее вероятны подъемы и снижения заболеваемости и какие мероприятия возможны для успешной борьбы с мухами?

Задание 2. Платяная вошь (редко головная) служит специфическим переносчиком возбудителя эпидемического сыпного тифа - риккетсий Провачека. Трансцеломическая миграция риккетсий у вши не доказана. Какими путями возможно заражение человека риккетсиями Провачека? Чем можно объяснить, что именно платяная вошь является специфическим переносчиком возбудителей как эпидемического сыпного, так и эпидемического возвратного тифа?

Задание 3. Как можно объяснить отсутствие в фекалиях блохи возбудителей чумы, если известно, что она заражается при сосании крови больного? Как заражаются от блохи человек и грызуны?

Задание 4. У больного наблюдаются характерные поражения кожи в области волосяного покрова головы, сопровождаемые зудом, огрублением кожи, появлением пигментации, расчесами и образованием инфицированных корок. На волосах обнаруживаются склеенные участки с прикрепленными беловатыми овальными яйцами. Чем заражен больной?

Задание 5. У больного, который долгое время ходил босиком по песчаной почве, наблюдаются поражения мягких тканей межпальцевых складок и эпидермиса под ногтями ног. На воспаленных участках кожи на поверхность выступили шаровидные образования диаметром до 5 мм, заполненные кровью. Каков предположительный диагноз?

Тема 22. Отряд Двукрылые. Семейство Комариные. Комары - переносчики возбудителей малярии и других болезней человека. Москиты, их медицинское значение

Цель занятия. Изучить основные роды комаров, их особенности и вызываемые ими заболевания. Уметь:

- идентифицировать на препаратах малярийных и немалярийных комаров на стадиях кладки яиц, личинок, куколок и имаго;
- дифференцировать комаров и москитов;
- обосновывать методы борьбы с комарами и москитами.

Мотивационная характеристика. На территории России наиболее часто встречаются три рода комаров - *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*.

Комары рода *Anopheles* - переносчики возбудителей малярии, филяриатозов, бругиоза, японского энцефалита.

Комары рода *Culex* - переносчики возбудителей японского энцефалита, туляремии, филяриатозов.

Комары рода *Aedes* способны также передавать возбудителей желтой лихорадки, лихорадки денге, сибирской язвы, японского энцефалита, туляремии.

Знание материала этой темы используется студентами при изучении микробиологии, инфекционных болезней человека и эпидемиологии; в практической деятельности санитарного врача, эпидемиолога и инфекциониста для обоснования профилактических мероприятий, проведения в необходимые сроки

противоэпидемических мероприятий, а также для разработки новых методов борьбы с комарами.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) классификацию отряда Двукрылые; 2) морфологию, биологию и экологию комаров и москитов; 3) стадии и циклы развития комаров и москитов; 4) медицинское значение представителей семейства Комариные; 5) меры борьбы с комарами.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Каково медицинское значение комаров:

- 1) эктопаразиты;
- 2) переносчики малярии;
- 3) переносчики лейшманиозов;
- 4) переносчики туляремии;
- 5) переносчики сибирской язвы.

2. Назовите специфических переносчиков лейшманиозов:

- 1) комары *Culex*;
- 2) мухи цеце;
- 3) мошки;
- 4) москиты;
- 5) блохи.

3. Назовите особенности строения личинок и куколок комаров рода *Culex*:

- 1) наличие у личинок дыхательного сифона;
- 2) отсутствие у личинок дыхательного сифона;
- 3) наличие у личинок дыхалец;
- 4) наличие у куколок воронковидных сифонов;
- 5) наличие у куколок цилиндрических сифонов.

4. Перечислите стадии развития комаров:

- 1) яйцо;
- 2) личинка;
- 3) нимфа;
- 4) куколка;
- 5) имаго.

5. Перечислите меры борьбы с москитами:

- 1) осушение местности, мелиоративные работы;
- 2) распыление ядохимикатов над водоемами;
- 3) уничтожение сухих мусорных куч;
- 4) уничтожение грызунов в норах;
- 5) обработка жилых помещений инсектицидами.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить: строение личинки: 1) *Culex*; 2) *Anopheles*; строение куколки: 3) *Culex*; 4) *Anopheles*; строение головки самки: 5) *Culex*; 6) *Anopheles*; строение головки самца: 7) *Culex*; 8) *Anopheles*; строение москита: 9) тотальный препарат.

Оборудование. 1. Таблицы: строение комаров родов *Anopheles* и *Culex*; морфология и жизненный цикл москита. 2. Микропрепараты: личинка *Culex*; личинка *Anopheles*; куколка *Culex*; куколка *Anopheles*; головка самки *Culex*; головка самки *Anopheles*; головка самца *Anopheles*; головка самца *Culex*; москит. 3. Микроскопы МБС-1.

Работа 22.1. Яйца комара рода Anopheles

Яйца комаров рода *Anopheles* плавают на поверхности воды поодиночке или сцепившись по несколько штук.

Рассмотрите под микроскопом МБР-1 препарат яиц *Anopheles*.

Обратите внимание, что верхняя поверхность яйца уплощена, нижняя - выпукла. По бокам средней части яйца имеются две воздушные камеры (поплавки) (рис. 4.67).

Самка *Culex* откладывает яйца большими кучками (по 300-400 штук). Склеиваясь вместе, яйца образуют плавающую на поверхности воды «лодочку».

Зарисуйте несколько яиц *Anopheles*, обозначьте «поплавков».

Работа 22.2. Личинка комара рода Culex

Рассмотрите тотальный микропрепарат личинки с помощью микроскопа МБС-1. Найдите голову, грудь и брюшко, состоящее из сегментов.

Голова четко отграничена от последующего отдела, несет пару усиков, пару глаз, расположенных по бокам, и два ротовых придатка (веерообразные опахала), помогающих захватывать пищу (рис. 4.68).

Грудь - наиболее широкий отдел, состоит из трех сегментов, за ней следует брюшко. Посередине брюшка нередко виден кишечник, темный от заполняющей его пищи. Вдоль боковых сторон брюшка видны стволы трахей.

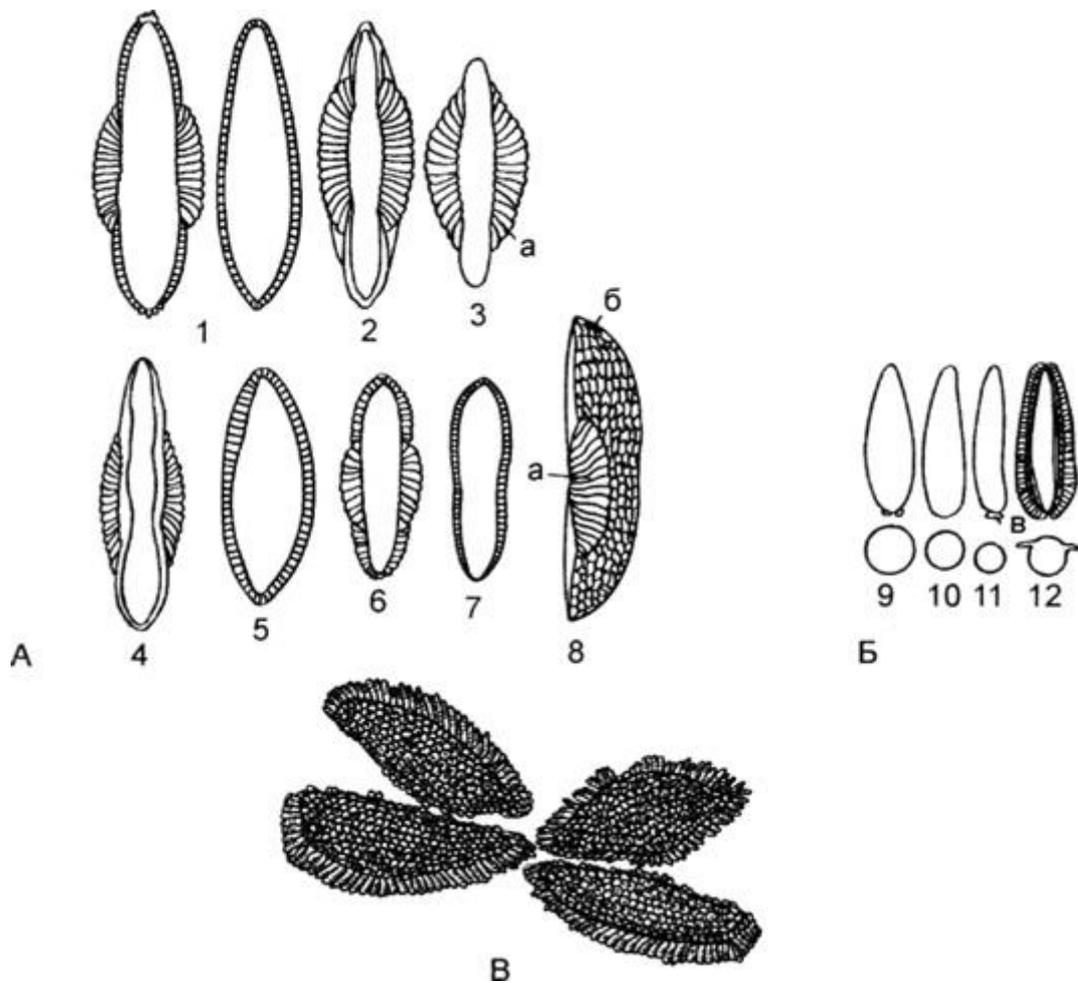


Рис. 4.67. Яйца комаров: *A* - яйца Anophelinae (1-7 - вид сверху, 8 - вид сбоку): 1 - *An. maculipennis*; 2 - *An. chaviger*; 3 - *An. algeriensis*; 4 - *An. hyrcanus*; 5 - *An. plumbeus*; 6 - *An. pulcherimus*; 7 - *An. superpictus*; 8 - *An. maculipennis*; *B* - яйца Culicinae (вид сверху и на поперечном срезе); *B* - кладка *Culex pipiens*; 9 - *Aedes*; 10 - *Culiseta* и *Mansonia*; 11 - *Culex*; 12 - *Orthopodomyia*: *a* - поплавок; *b* - микропиле; *в* - венчик

На предпоследнем членике оба ствола соединяются в один общий, который заканчивается расположенным под углом к телу дыхательным сифоном, имеющим вид конусовидной трубки. На свободном конце сифона находится дыхательное отверстие (стигма), через которое воздух поступает в систему трахей. На последнем членике расположены листовидные анальные жабры и пучки щетинок, кроме того, их можно видеть на каждом сегменте брюшка и груди.

Зарисуйте личинку. На рисунке должны быть обозначены: 1) голова; 2) грудь; 3) брюшко; 4) трахеи; 5) опахала; 6) дыхательный сифон; 7) стигма; 8) усики; 9) кишечник; 10) анальные жабры.

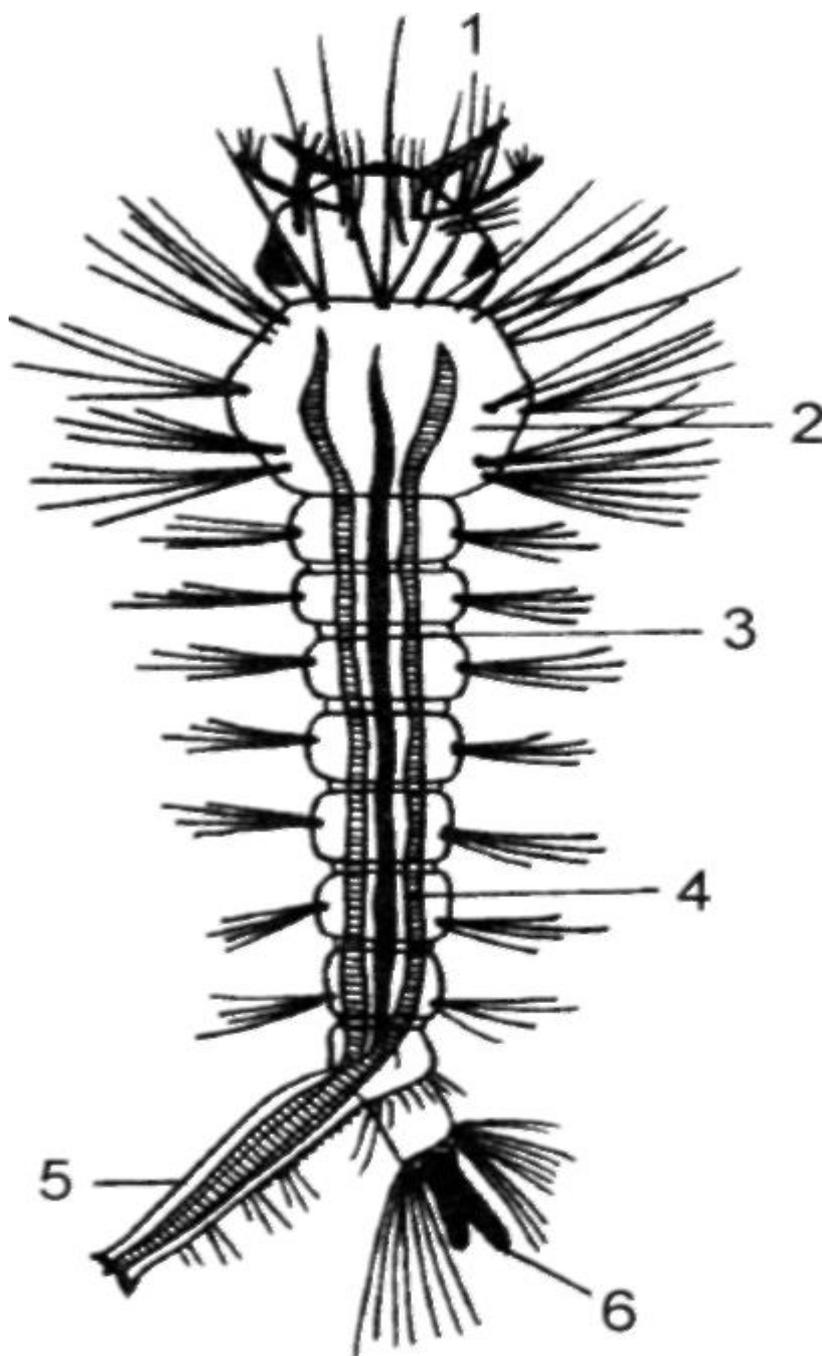


Рис. 4.68. Личинка комара *Culex*: 1 - голова; 2 - грудь; 3 - брюшко; 4 - трахеи; 5 - сифон; 6 - анальные жабры

Работа 22.3. Личинка комара рода Anopheles

Отличительным признаком личинки малярийного комара служит отсутствие дыхательного сифона. Вместо него на предпоследнем членике брюшка (с дорсальной стороны) находится пара дыхалец, или стигм, через которые воздух поступает в дыхательную систему. Стигмы окружены щитком уплотненного хитина (рис. 4.69).

Зарисуйте только задний конец личинки. На рисунке должны быть обозначены: 1) предпоследний членик брюшка; 2) стигмы.

Работа 22.4. Куколка комара рода Culex

Рассмотрите препарат с помощью микроскопа МБС-1 (рис. 4.70).

По форме тела куколка комара напоминает запятуу. Утолщенная передняя часть соответствует голове и груди будущего комара; под нее подвернуто более узкое,

отчетливо сегментированное брюшко куколки. Найдите на верхней стороне передней части тела два дыхательных сифона в виде трубочек цилиндрической формы. На нижней стороне переднего отдела тела хорошо видны глаза.

Зарисуйте куколку. На рисунке должны быть обозначены: 1) головогрудь; 2) брюшко; 3) дыхательные трубки (сифоны).

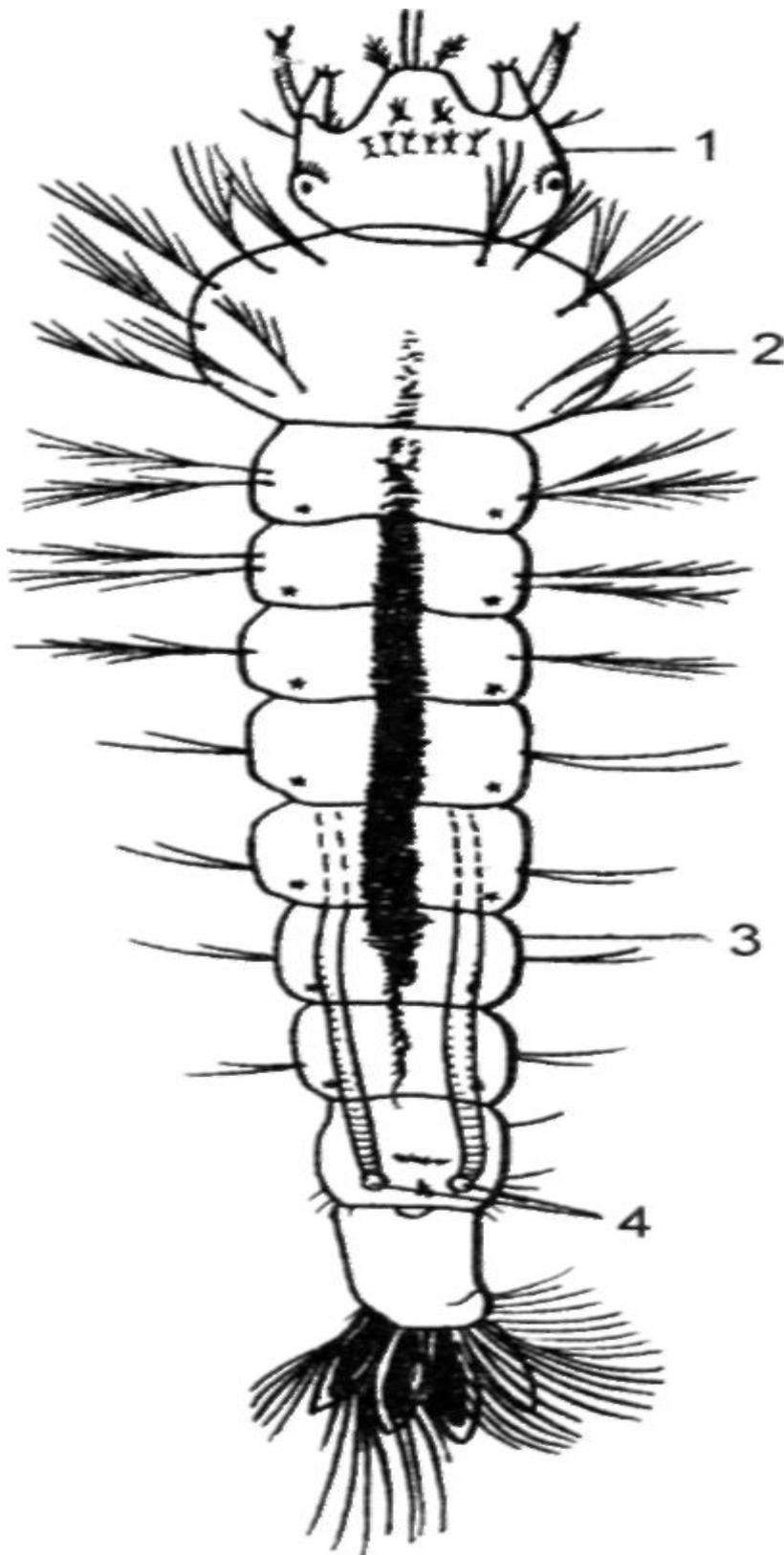


Рис. 4.69. Личинка комара *Anopheles*: 1 - голова; 2 - грудь; 3 - брюшко; 4 - дыхательные отверстия (стигмы)

Работа 22.5. Куколка малярийного комара

Основным отличительным признаком куколки малярийного комара служит форма дыхательного сифона; трубка имеет воронкообразную форму.

Зарисуйте только форму дыхательного сифона (см. рис. 4.70, а).

Работа 22.6. Головка самки комара Culex

Рассматривая препарат (микроскоп МБС-1), обратите внимание на крупные фасеточные глаза, занимающие большую часть поверхности головки комара. Фасетки глаз хорошо видны. Затем рассмотрите придатки головы - ротовой аппарат и усики (рис. 4.71, в). При изучении ротового аппарата сначала найдите хоботок (видоизмененная нижняя губа). Он представляет собой наиболее массивный элемент ротового аппарата и заканчивается на свободном конце двумя небольшими листовидными дольками. Рядом с хоботком (справа или слева от него) найдите верхнюю губу, имеющую вид длинной и узкой пластинки желтоватого оттенка.

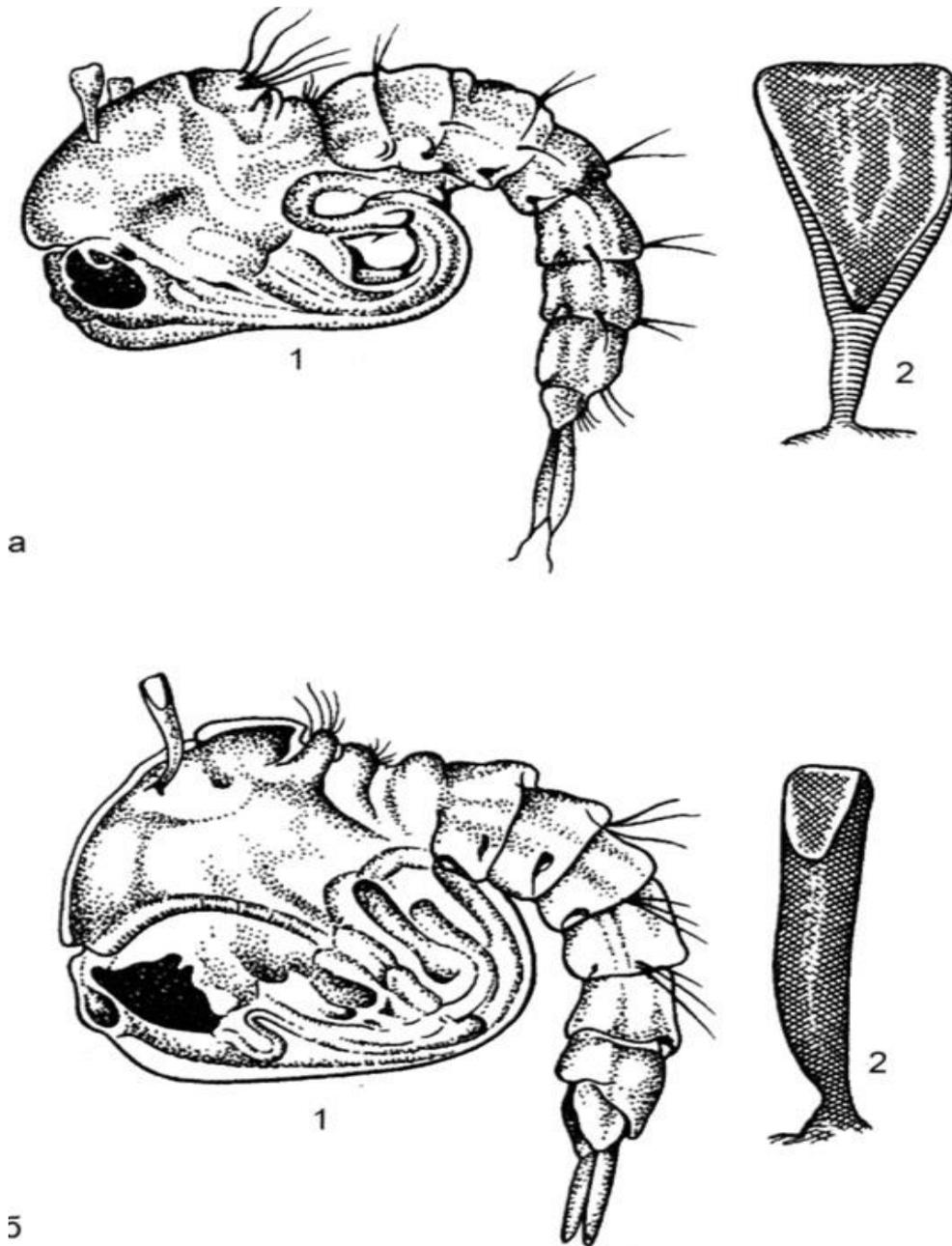


Рис. 4.70. Куколки комаров: а - Anophelinae; б - Culicinae; 1 - общий вид сбоку; 2 - дыхательные трубочки

Верхние и нижние челюсти представлены в виде тонких щетинок: верхние - игловидные, нижние - на свободном конце пилообразно зазубрены. Гипофаринкс (язык) также игловидно заострен; его верхний конец часто расположен между дольками хоботка. Иногда на препарате видны не все колющие элементы ротового аппарата. Часть их остается внутри хоботка, который выполняет роль футляра для колющих элементов.

По обе стороны от хоботка расположены нижнечелюстные щупики, которые у самок комаров рода *Culex* значительно короче хоботка и составляют примерно 1/3-1/4 его длины (см. рис. 4.71, в).

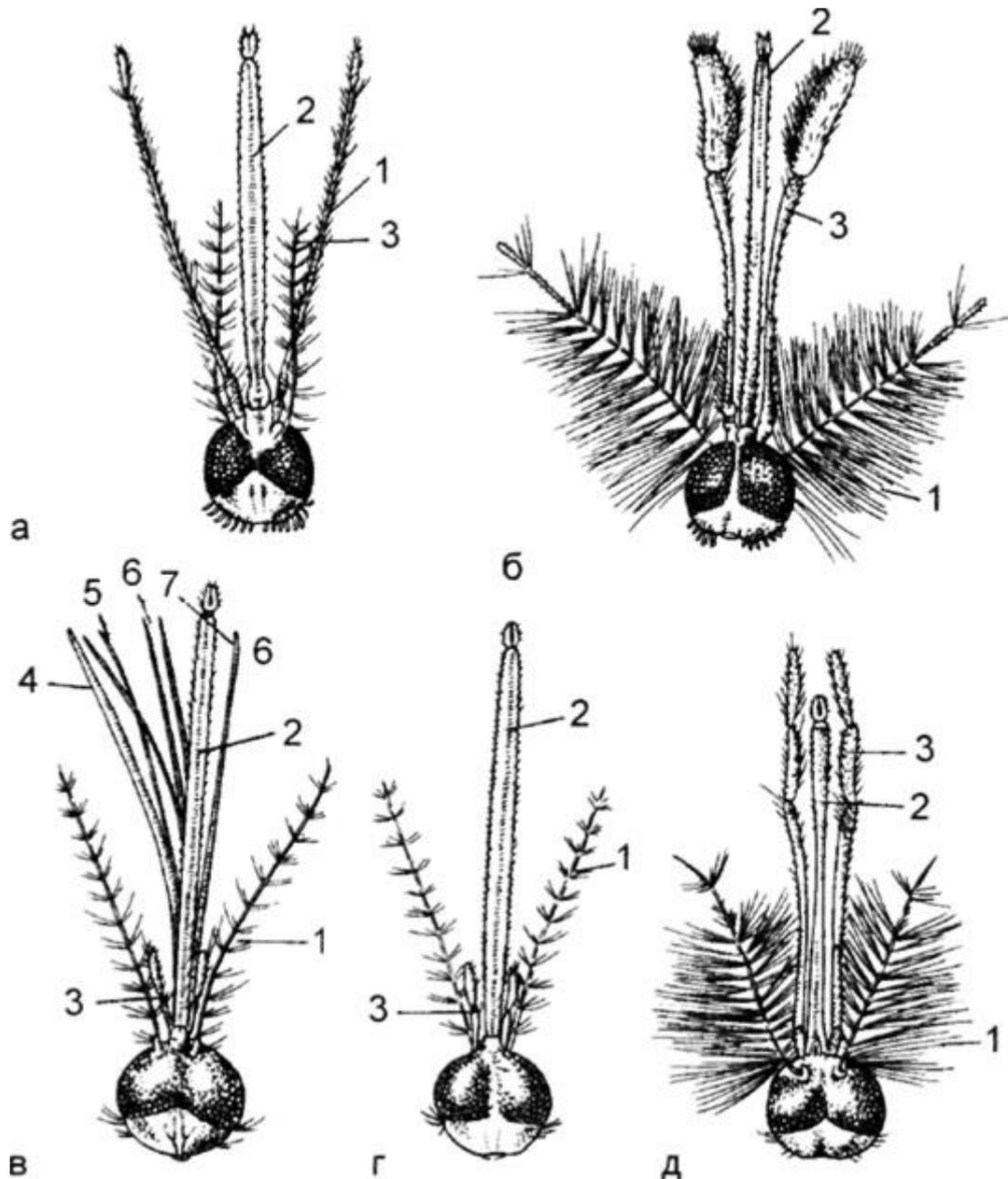


Рис. 4.71. Головки комаров: а - самка *Anopheles*; б - самец *Anopheles*; в - самки *Culex* с расщепленным ротовым аппаратом; г - самка *Culex*; д - самец *Culex*; 1 - сяжки; 2 - хоботок; 3 - щупики; 4 - верхняя губа; 5 - верхние челюсти; 6 - нижние челюсти; 7 - язык

Снаружи от щупиков найдите многочленистые усики, или сяжки, и сосчитайте число члеников в них. Каждый членик отделен от последующего розеткой коротких волосков.

Зарисуйте головку самки комара. На рисунке должны быть обозначены: 1) фасеточные глаза; 2) хоботок (нижняя губа); 3) верхняя губа; 4) верхние челюсти; 5)

нижние челюсти; 6) гипофаринкс (если видно); 7) нижнечелюстные щупики; 8) усики (сяжки).

Работа 22.7. Головка самца комара Culex

Ротовой аппарат самца *Culex* отличается от такового самки отсутствием колющих стилетов, сильно опушенными усиками (сяжками) и длинными тонкими на конце нижнечелюстными щупиками (см. рис. 4.71, д).

Зарисуйте головку самца в альбом и сделайте обозначения: 1) глаза; 2) усики (сяжки); 3) нижнечелюстные щупики; 4) хоботок (нижняя губа).

Работа 22.8. Головка самки малярийного комара

Сравните строение элементов ротового аппарата самки малярийного комара и самки комара *Culex*. Найдите отличия. Зарисуйте головку в альбом и сделайте соответствующие обозначения (см. рис. 4.71, а).

Работа 22.9. Головка самца малярийного комара

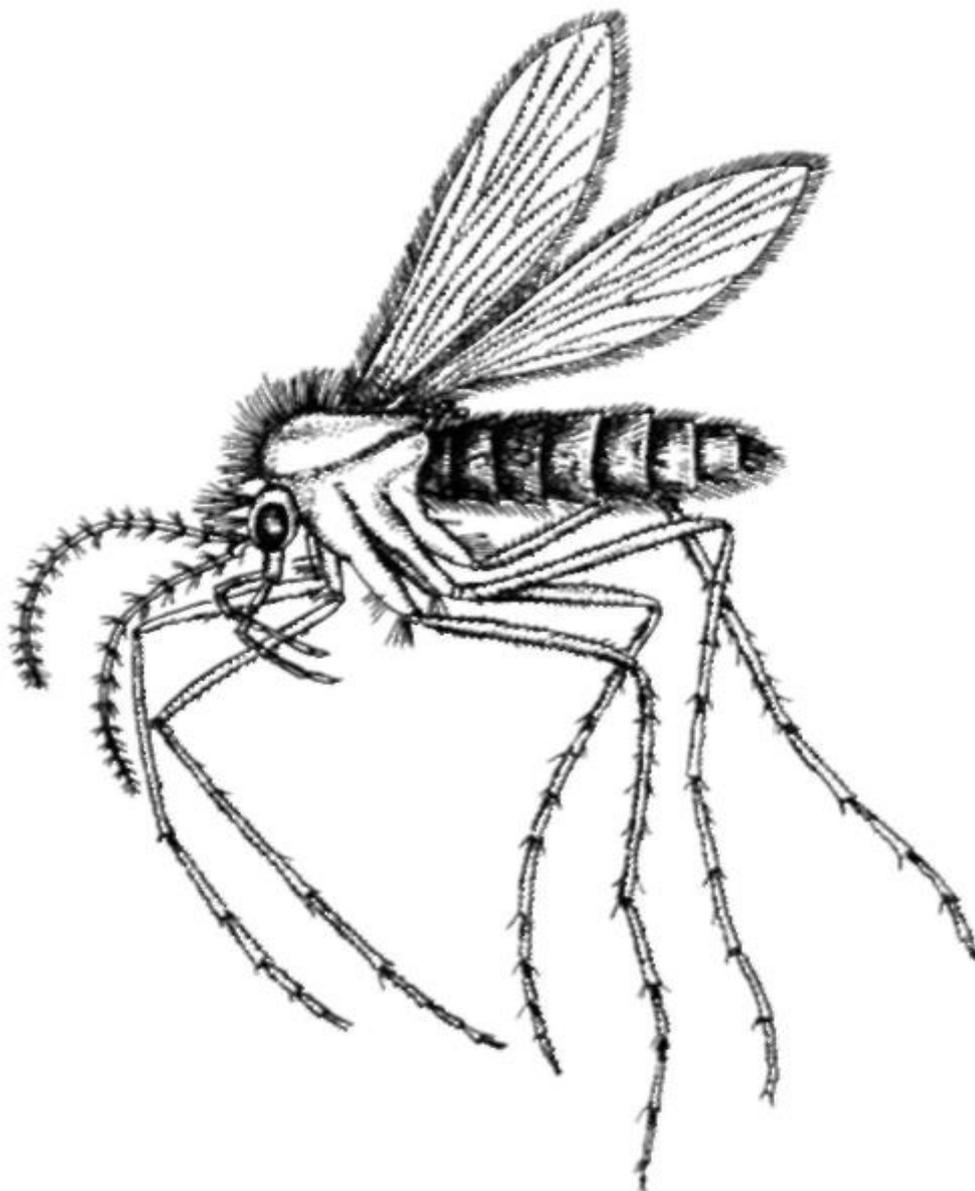


Рис. 4.72. Москит (самка)

Характерными отличиями ротового аппарата самца малярийного комара по сравнению с ротовым аппаратом самки являются: отсутствие колющих элементов, строение усиков (розетки между члениками сяжков из более длинных волосков), булавовидные утолщения на конце нижнечелюстных щупиков (рис. 4.71, б).

Зарисуйте головку самца малярийного комара. На рисунке должны быть обозначены: 1) глаза; 2) нижняя губа (хоботок); 3) верхняя губа; 4) нижнечелюстные щупики; 5) усики.

Работа 22.10. Москит (Phlebotomus papatasi)

Тотальный препарат москита рассмотрите с помощью микроскопа МБР-1 при увеличении (x8).

Москит - мелкое насекомое. Тело густо покрыто длинными волосками, что является отличительным признаком.

Головка маленькая, вытянутая, несет крупные глаза, длинные многочисленные усики и короткий ротовой аппарат колюще-сосущего типа.

Грудной отдел резко утолщен по сравнению с головой и брюшком. На спинной стороне груди видны широкие крылья с острыми концами, также сильно опушенными по краям (рис. 4.72).

Затем рассмотрите ходильные конечности. Обратите внимание на их длину и правильно отразите на рисунке соотношение размеров тела и ног. На рисунке должны быть обозначены: 1) головка; 2) грудь; 3) брюшко; 4) усики; 5) ротовой аппарат; 6) крылья; 7) ноги (укажите соотношение длины ног и тела).

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. При проверке водоема обнаружены личинки комара, на последнем членике которых имеется дыхательный сифон. К какому роду комаров относится данный объект и может ли он служить источником распространения малярии?

Задание 2. Санитарно-эпидемиологическая станция, проверив стоячий водоем, выявила большое скопление яиц комаров. Скопления яиц насчитывают 300-400 штук и образуют форму «лодочки». Существует ли опасность выведения в водоеме малярийного комара?

Задание 3. Переносчиками вируса японского энцефалита являются несколько видов комаров. На основании отличительных особенностей биологии, экологии и способов питания комаров (в отличие от клещей) установите особенности природных очагов японского энцефалита и наиболее вероятный период года для заражения этой инфекцией людей.

Задание 4. После укуса комара с характерной посадкой тела (под углом к поверхности) и четырьмя бурыми пятнами на крыльях у больного через 10 дней начались лихорадочные приступы, повторяющиеся с определенной периодичностью и сопровождаемые ознобом, жаром и выделением пота. Каждому приступу предшествовали недомогание, головные и мышечные боли. Через некоторое время у больного появились симптомы анемии, а также увеличение селезенки и печени. Анализ толстой капли крови и соответствующее окрашивание выявили поражение эритроцитов небольшими голубоватыми тельцами различной формы. Поставьте больному предположительный диагноз.

Задание 5. Больной долгое время находился в районах Средней Азии и неоднократно подвергался укусам мелких кровососущих насекомых. Через 2 нед на коже больного стали появляться многочисленные мокнущие язвочки с рыхлыми некротизирующимися неровными краями. Вокруг папул образовывались бугорки. После

соответствующего лечения рубцевание наступило только через 3 мес. Какой диагноз можно поставить больному?

Контрольные вопросы к темам 19-22 (тип Кольчатые черви, тип Членистоногие)

1. Кольчатые черви. Систематика, общая характеристика, прогрессивные черты строения по сравнению с круглыми червями. Эволюционное значение.

2. Строение дождевого червя. Строение медицинской пиявки, применение в медицине.

3. Членистоногие. Общая характеристика типа. Прогрессивные черты строения, классификация. Происхождение членистоногих. Медицинское значение.

4. Подтип Жабернодышащие. Общая характеристика класса Ракообразные. Медицинское значение.

5. Подтип Хелицерные. Общая характеристика класса Паукообразные. Основные отряды. Медицинское значение. Ядовитые паукообразные.

6. Клещи. Систематика и морфофизиологическая характеристика семейств.

7. Клещи - возбудители болезней. Строение и жизненный цикл чесоточного зудня, железницы угревой (демодекса).

8. Клещи - переносчики трансмиссивных болезней человека и животных. Примеры. Трансовариальная передача возбудителей болезней через клещей.

9. Насекомые, общая характеристика класса. Развитие насекомых. Полный и неполный метаморфоз. Примеры.

10. Вши. Представители, их морфофизиологическая характеристика и значение в распространении трансмиссивных болезней. Меры борьбы с ними.

11. Блохи. Представители, их морфофизиологическая характеристика и значение в распространении трансмиссивных болезней. Меры борьбы с ними.

12. Мухи. Представители, их морфофизиологическая характеристика и медицинское значение. (Механические и специфические переносчики, эндопаразиты). Меры борьбы с ними.

13. Комары. Представители, их морфофизиологическая характеристика и значение в распространении трансмиссивных болезней. Различия в строении малярийного и обыкновенного комаров на разных стадиях развития. Значение для медицины и меры борьбы с ними.

14. Москиты. Морфофизиологическая характеристика и медицинское значение. Меры борьбы с ними.

15. Учение Е.Н. Павловского о природно-очаговых болезнях. Облигатно- и факультативно-трансмиссивные заболевания. Примеры. Антропонозы и антропозонозы.

16. Тропические виды насекомых (мухи цеце, триатомовые клопы, мошки). Значение для медицины. Меры борьбы.

Глава 5. Вопросы эволюции и экологии. Тип хордовые (Chordata). Филогенез систем органов позвоночных животных и человека

Систематика подтипа Позвоночные представлена в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Систематика позвоночных

Подтип	Раздел	Надкласс	Класс
Позвоночные (Vertebrata) или Черепные (Craniota)	Челюстноротые (Gnathostomata) Первичноводные (Anamnia)	Рыбы (Pisces)	Панцирные рыбы (Placodermi) Челюстножаберные (Aphetohyoidi) Хрящевые рыбы (Chondrichthyes) Костные рыбы (Osteichthyes)
	Первично-наземные (Amniota)	Четвероногие (Tetrapoda)	Земноводные (Amphibia) Пресмыкающиеся (Reptilia) Птицы (Aves) Млекопитающие (Mammalia) (Theria)

Тема 23. Филогенез нервной системы позвоночных

Цель занятия. Научиться дифференцировать отделы головного мозга на макропрепаратах различных классов позвоночных и проследить их гомологию, позволяющую понимать механизмы возникновения онтофилогенетических аномалий развития головного мозга человека.

Мотивационная характеристика. Головной мозг человека формируется онтофилогенетически в результате постепенного преобразования и усложнения строения переднего отдела нервной трубки предковых форм.

Знание основных этапов и направлений этих преобразований используется студентами для изучения эмбриогенеза головного мозга человека. Особенно важно понять онтофилогенетически обусловленные аномалии и пороки развития головного мозга (рис. 5.1; табл. 5.2).

Знание этапов эволюции головного мозга дает представление о происхождении субстрата мышления и служит основой для доказательства животного происхождения человека.

Знание филогенеза нервной системы позвоночных необходимо для изучения соответствующего раздела в курсах нормальной анатомии, патологической анатомии, гистологии и физиологии.

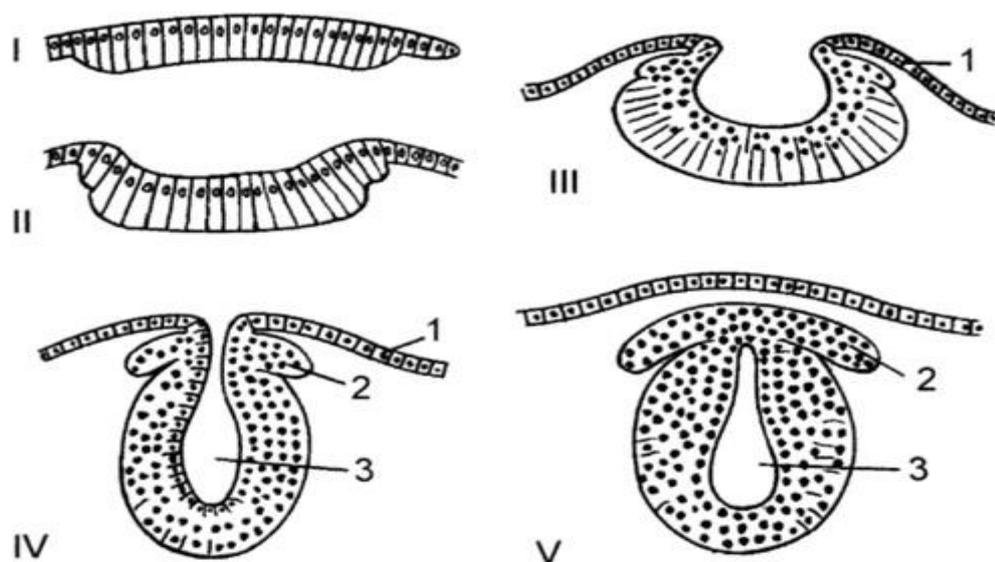


Рис. 5.1. Последовательные стадии развития нервной системы позвоночных (поперечные разрезы): I - клетки эктодермы; II - нервная пластинка; III и IV - нервный желоб; V - нервная трубка; 1 - эпидермис; 2 - клетки нервного гребня; 3 - невроцель

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные этапы и главные направления развития нервной системы беспозвоночных и позвоночных, в частности человека; 2) этапы развития нервной системы в эмбриогенезе позвоночных (см. рис. 5.1; 5.2); 3) отделы мозга, развивающиеся из мозговых пузырей, русские и латинские названия; 4) характеристику особенностей строения и функции головного мозга надкласса Рыбы, классов: Амфибии, Рептилии, Птицы и Млекопитающие; 5) ихтиопсидный, зауропсидный и маммальный типы мозга; их характеристику и локализацию интегративных центров в отделах головного мозга у рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих; 6) этапы формирования в процессе эволюции субстрата, ответственного за мышление; 7) явление функциональной асимметрии головного мозга у человека; 8) основные аномалии головного мозга (см. табл. 5.2). Заполнить в альбоме табл. 5.3 и 5.4.

Таблица 5.2. Некоторые аномалии развития головного мозга человека

Патология	Характеристика патологии	Популяционная частота
Анэнцефалия	Отсутствие большого мозга, костей свода черепа и мягких тканей. На месте мозгового вещества обычно располагается соединительная ткань с кистозными полостями. Часто повреждается и задний мозг	1:10 000
Микроцефалия	Уменьшение размеров большого мозга и мозгового черепа. Наблюдается аномальное строение больших полушарий, например нарушение расположения извилин	Неизвестна
Прозэнцефалия	Неразделение переднего мозгового пузыря на полушария	1:10 000
Краниосхизис	Аномалия, при которой передняя часть нервной трубки не закрывается с дорсальной стороны. Головной мозг и череп остаются открытыми. Аномалия ведет к недоразвитию мозга и ранней гибели плода	Неизвестна

Таблица 5.3. Сравнительная характеристика нервной системы

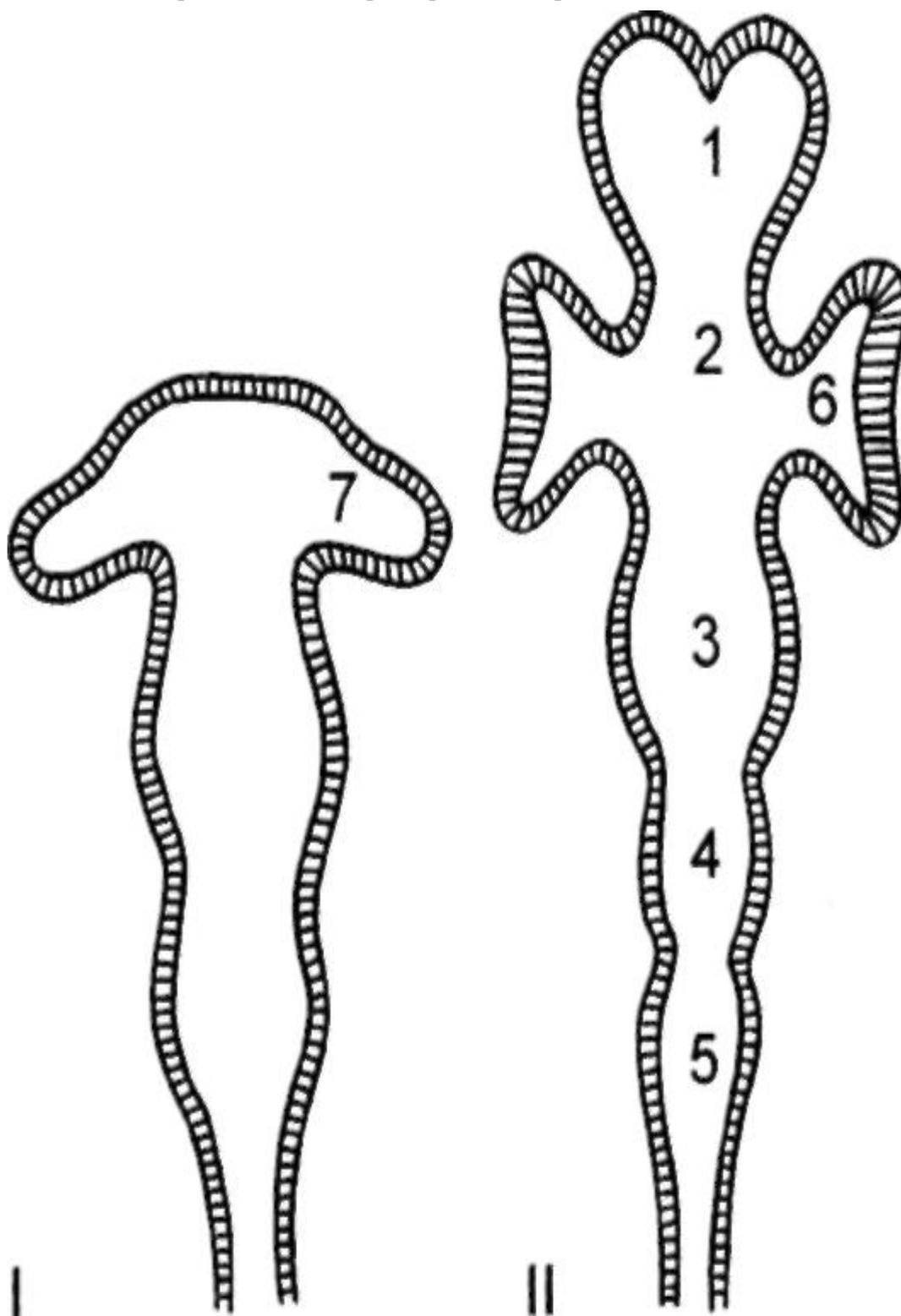


Рис. 5.2. Развитие отделов головного мозга позвоночных животных: *I* - стадия трех пузырей (с глазными пузырями); *II* - стадии пяти отделов (с глазными бокалами); 1 - передний мозг; 2 - промежуточный мозг; 3 - средний мозг; 4 - мозжечок; 5 - продолговатый мозг; 6 - глазной бокал; 7 - глазной пузырь

Тип	Тип нервной системы	Основные элементы нервной системы	Направление потока информации из окружающей среды	Наличие скоплений тел нейронов в виде ганглиев	Место расположения ганглиев	Путь нервного импульса по телу животного
Кишечнополостные Плоские черви Круглые черви Кольчатые черви Членистоногие Моллюски						

Таблица 5.4. Сравнительная характеристика нервной системы

Класс	Количество отделов головного мозга	Тип мозга	Ведущий отдел головного мозга	Расположение серого вещества в переднем отделе	Наличие в коре	Строение коры	Функции коры	Число черепных нервов
Хрящевые рыбы Костные рыбы Амфибии Рептилии Птицы Млекопитающие								

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Что такое функциональная асимметрия мозга:
 - 1) неравнозначность функций правого и левого полушарий;
 - 2) равнозначность функций правого и левого полушарий;
 - 3) результат эволюции коры больших полушарий у рептилий;
 - 4) различия в функциональном назначении: правое полушарие отвечает за абстрактное мышление, левое - за образное;
 - 5) различия в функциональном назначении: правое полушарие отвечает за образное мышление, левое - за абстрактное.
2. Какой тип мозга характерен для птиц:
 - 1) маммальный;
 - 2) ортогон;
 - 3) ихтиопсидный;
 - 4) диффузный;
 - 5) зауропсидный.
3. Где находится центр высшей нервной деятельности у рыб:

- 1) в переднем отделе;
 - 2) промежуточном отделе;
 - 3) среднем отделе;
 - 4) мозжечке;
 - 5) продолговатом мозге.
4. Какие особенности строения характеризуют млекопитающий тип мозга:
- 1) наличие древней коры;
 - 2) центр высшей нервной деятельности - дно переднего мозга;
 - 3) центр высшей нервной деятельности - крыша переднего мозга;
 - 4) наличие новой коры;
 - 5) центр высшей нервной деятельности - средний отдел.
5. Подберите соответствующие пары гомологичных структур: а) гипоталамус;
- б) эпифиз;
 - в) зрительные бугры;
 - г) промежуточный мозг;
 - д) гиппокамп.
- 1) передний мозговой пузырь;
 - 2) средний мозговой пузырь;
 - 3) задний мозговой пузырь;
 - 4) медиальный островок древней коры;
 - 5) латеральный островок древней коры.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить на макропрепаратах, муляжах и по таблицам особенности строения мозга: 1) рыбы; 2) лягушки; 3) ящерицы; 4) птицы; 5) крысы или кошки.

Оборудование. 1. Таблицы: строение головного мозга позвоночных; филогенез нервной системы беспозвоночных; эмбриогенез нервной системы позвоночных. 2. Макропрепараты: головной мозг рыбы, лягушки, ящерицы, птицы, млекопитающего. 3. Муляжи: головной мозг рыбы, лягушки, рептилий, птицы, млекопитающего.

Работа 23.1. Головной мозг рыбы

Рассмотрите на макропрепарате головной мозг со спинной стороны (рис. 5.3).

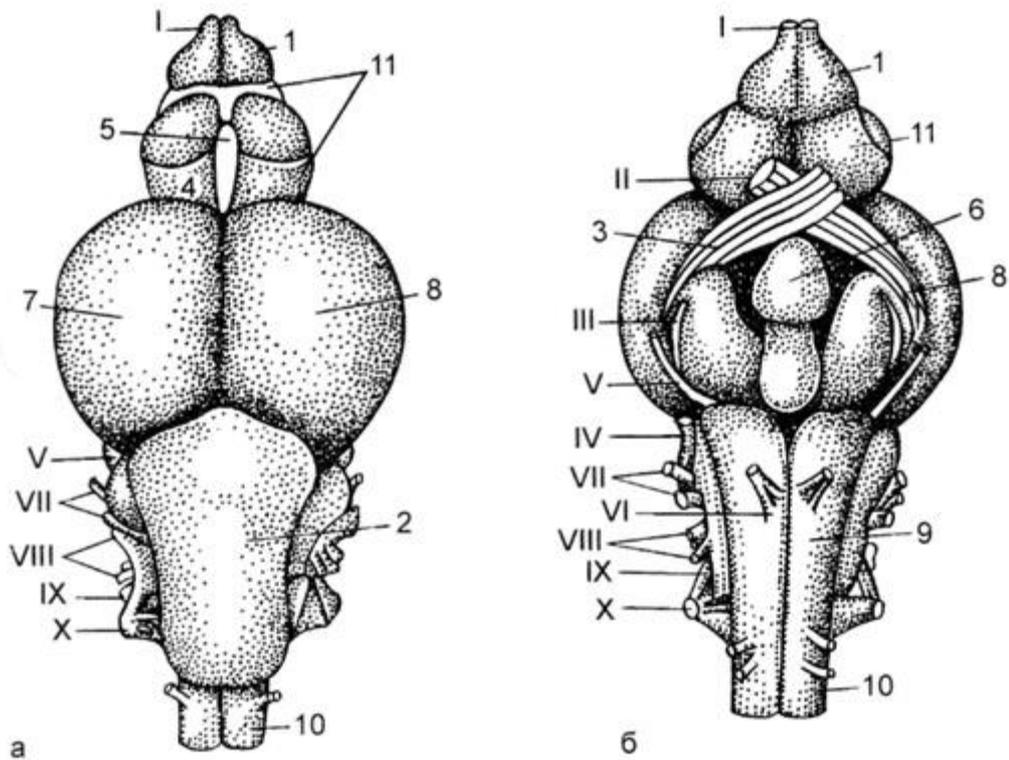


Рис. 5.3. Головной мозг форели: *а* - вид сверху; *б* - вид снизу; 1 - обонятельная луковица; 2 - мозжечок; 3- перекрест зрительных нервов; 4 - промежуточный мозг; 5 - эпифиз; 6 - гипофиз; 7 - зрительные доли среднего мозга; 8 - средний мозг; 9 - продолговатый мозг; 10 - спинной мозг; 11 - передний мозг; II - черепные нервы

Изучение мозга начните с переднего отдела. Найдите передний мозг. Он представлен непарным образованием округлой формы с продольной поверхностной бороздой, но не разделен на полушария. Спереди от него отходят две обонятельные доли в виде небольших конусовидных структур, которые переходят в обонятельные нервы, идущие по направлению к ноздрям.

Позади переднего мозга лежит средний мозг (промежуточный мозг не виден), состоящий из двух округлых зрительных долей. Обратите внимание, что средний мозг крупнее переднего и по объему является основным отделом мозга. Поверхность среднего мозга имеет сероватую окраску, так как наружный слой образован корой.

Позади среднего мозга найдите мозжечок, также имеющий округлую форму; по объему он примерно равен долям среднего мозга. Мозжечок прикрывает собой продолговатый мозг с хорошо выраженным углублением - ромбовидной ямкой.

Зарисуйте головной мозг рыбы. На рисунке должны быть обозначены: 1) обонятельные доли; 2) передний мозг; 3) средний мозг (зрительные доли); 4) мозжечок; 5) продолговатый мозг; 6) спинной мозг. После того как зарисуете соотношение отделов мозга, изучите по таблице в аудитории фронтальный разрез переднего мозга.

Работа 23.2. Головной мозг лягушки

Рассмотрите макропрепарат головного мозга лягушки. Характерная особенность его заключается в том, что видны все пять отделов мозга.

Мозг лягушки отличается значительно большим, чем у рыбы объемом переднего отдела и разделением его на два полушария. Последние имеют вытянутую форму и впереди постепенно переходят в обонятельные доли (рис. 5.4).

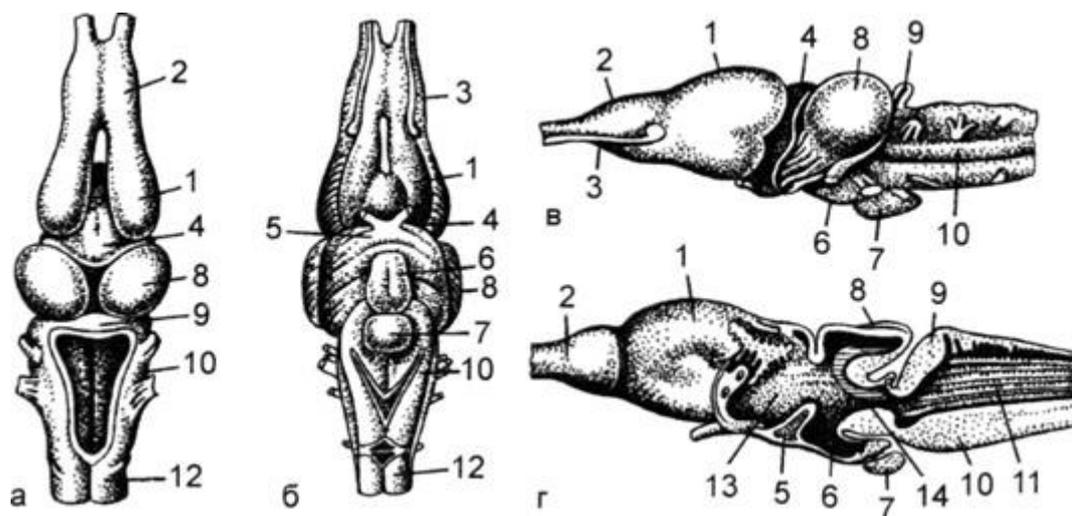


Рис. 5.4. Головной мозг лягушки: *а* - вид сверху; *б* - вид снизу; *в* - вид сбоку; *г* - продольный разрез; 1 - полушария переднего мозга; 2 - обонятельная доля; 3 - обонятельный нерв; 4 - промежуточный мозг; 5- зрительная хиазма; 6 - воронка; 7 - гипофиз; 8 - средний мозг; 9 - мозжечок; 10 - продолговатый мозг; 11 - IV желудочек; 12 - спинной мозг; 13 - III желудочек; 14 - водопровод мозга (сильвиев)

Позади и несколько глубже переднего мозга найдите промежуточный мозг. За ним располагаются две доли среднего мозга овальной формы. У амфибий при сравнении с рыбами объем среднего мозга по отношению к общему объему мозга несколько уменьшен.

Позади среднего мозга, на переднем крае продолговатого мозга, виден мозжечок в виде тонкой вертикальной складки. Продолговатый мозг, суживаясь, переходит в спинной мозг.

Зарисуйте головной мозг лягушки. На рисунке должны быть обозначены: 1) передний мозг; 2) обонятельные доли; 3) промежуточный мозг; 4) средний мозг (зрительные доли); 5) мозжечок; 6) продолговатый мозг. После того как зарисуете соотношение отделов мозга, изучите по таблице в аудитории фронтальный разрез переднего мозга.

Работа 23.3. Головной мозг ящерицы

Головной мозг ящерицы изучите на макропрепарате. Основное его отличие - резкое увеличение переднего мозга, который является самым крупным по объему. Полушария переднего мозга полностью прикрывают промежуточный мозг (рис. 5.5) и несколько смещают средний мозг кзади и вниз.

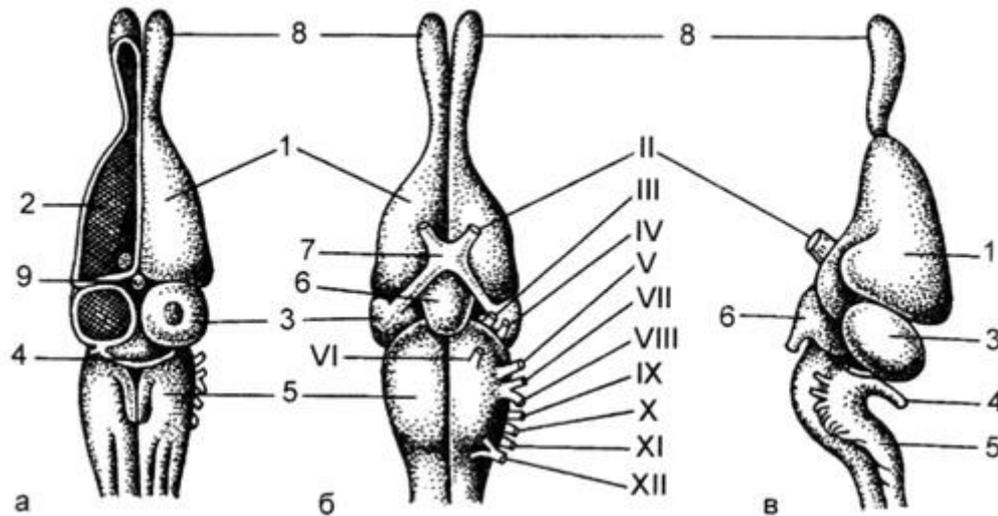


Рис. 5.5. Головной мозг ящерицы: *а* - вид сверху; *б* - вид снизу; *в* - вид сбоку; 1 - передний мозг; 2 - полосатое тело; 3 - средний мозг; 4 - мозжечок; 5 - продолговатый мозг; 6 - воронка; 7 - хиазма; 8 - обонятельная доля; 9 - эпифиз; II-XII - черепные нервы

Объем среднего мозга уменьшается. Зрительные доли приобретают уплощенную форму. Сзади они частично покрываются мозжечком, имеющим вид полукруглой пластинки. Размеры мозжечка ящерицы по сравнению с амфибиями увеличены.

За мозжечком следует продолговатый мозг.

Зарисуйте головной мозг ящерицы. На рисунке должны быть обозначены: 1) передний мозг; 2) средний мозг; 3) мозжечок; 4) продолговатый мозг. После того как зарисуете соотношение отделов мозга, изучите по таблице в аудитории фронтальный разрез переднего мозга.

Работа 23.4. Головной мозг птицы

У птиц передний мозг достигает исключительного развития; он прикрывает, по существу, все отделы, кроме мозжечка. Благодаря этому средний мозг у птиц сверху не виден, хотя и хорошо развит. Передний мозг оттесняет его в стороны и вниз. Сзади и сбоку от переднего мозга можно увидеть крупные зрительные доли.

Мозжечок также развит хорошо. Его объем резко увеличивается, строение усложняется. Спереди он соприкасается с задними краями полушарий головного мозга, а сзади прикрывает значительную часть продолговатого мозга. Найдите крупную срединную часть мозжечка с характерной поперечной исчерченностью («червячок») и боковые доли, имеющие меньший объем (рис. 5.6).

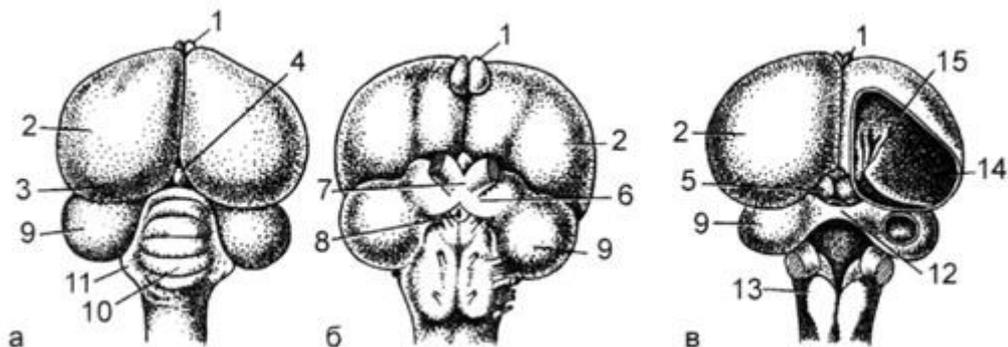


Рис. 5.6. Головной мозг голубя: *а* - вид со спинной стороны; *б* - вид с брюшной стороны; *в* - вид со вскрытыми желудочками и удаленным мозжечком; 1 - обонятельные

доли переднего мозга; 2 - большие полушария головного мозга; 3 - промежуточный мозг; 4 - надмозговая железа; 5 - зрительные бугры промежуточного мозга; 6 - зрительные тракты; 7 - хиазма; 8 - воронка с гипофизом; 9 - зрительные доли среднего мозга; 10 - мозжечок; 11 - боковые выступы мозжечка; 12 - зрительная комиссура; 13 - продолговатый мозг; 14 - полосатые тела; 15 - межжелудочковое отверстие (монроево)

Зарисуйте головной мозг птицы. На рисунке должны быть обозначены: 1) передний мозг; 2) средний мозг (зрительные доли); 3) мозжечок (средняя часть, боковые доли). После того как зарисуете соотношение отделов мозга, изучите по таблице в аудитории фронтальный разрез переднего мозга. На срезе хорошо видно, что основная масса мозга представлена полосатыми телами (дно), в то время как крыша очень тонкая.

Работа 23.5. Головной мозг кролика

Передний мозг млекопитающего достигает наивысшего развития. Объем обонятельных долей небольшой. Они примыкают к полушариям переднего мозга спереди. Сзади передний мозг соприкасается с мозжечком. В отличие от птиц полушария конечного мозга кролика покрыты корой.

Обратите внимание на сложное строение мозжечка (отчетливо подразделен на три части: два полушария и червячок) и его большой объем (почти целиком прикрывает продолговатый мозг - рис. 5.7).

На стороне основания мозга найдите гипофиз и хиазму (перекрест зрительных нервов). Затем располагается средний мозг и ближе к мозжечку - варолиев мост. Продолговатый мозг, постепенно сужаясь, переходит в спинной мозг.

Зарисуйте головной мозг кролика. На рисунке должны быть обозначены: 1) обонятельные доли; 2) полушария переднего мозга; 3) гипофиз; 4) хиазма; 5) средний мозг; 6) варолиев мост; 7) мозжечок; 8) продолговатый мозг; 9) спинной мозг. После того как зарисуете соотношение отделов мозга, изучите по таблице в аудитории фронтальный разрез переднего мозга. На срезе видно, что масса переднего мозга образована не за счет полосатых тел (т.е. дна), а за счет крыши (новой коры).

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. При обследовании доношенного плода обнаружено, что конечный мозг не разделен на полушария и имеет вид полусферы. Его единственная полость открыта. Обонятельные отделы отсутствуют. Объясните механизм возникновения аномалии.

Задание 2. При обследовании доношенного плода с синдромом Эдвардса обнаружено частичное отсутствие мозолистого тела. Объясните механизм возникновения аномалии.

Задание 3. При обследовании доношенного плода обнаружено нарушение структур извилин в результате задержки миграции и нарушения дифференцировки клеток матрикса, дающих начало серому веществу. Какой вид преобразований лежит в основе этого процесса?

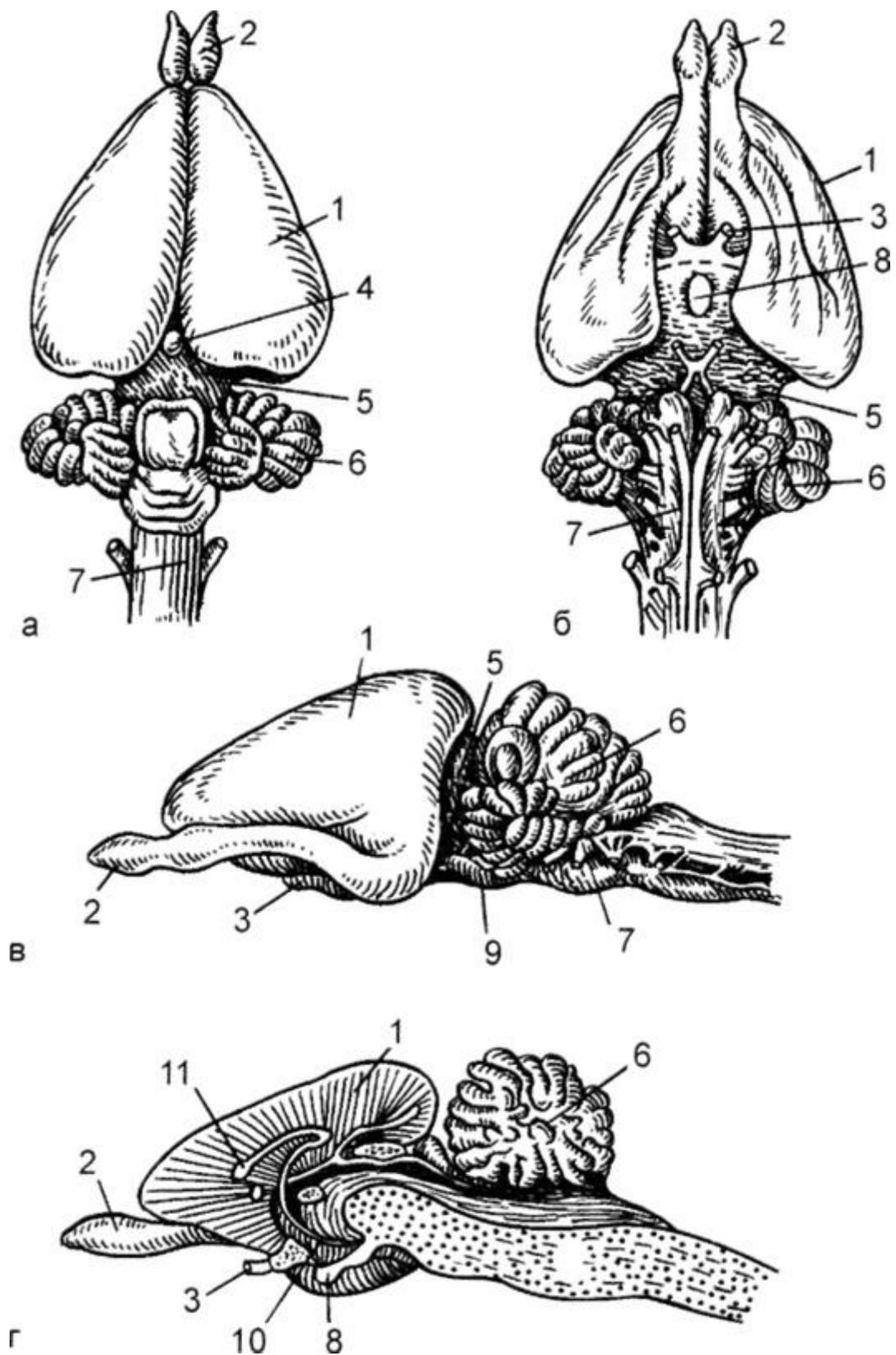


Рис. 5.7. Головной мозг кролика: *а* - вид сверху; *б* - вид снизу; *в* - вид сбоку; *г* - продольный разрез; 1 - большие полушария; 2 - обонятельные доли; 3 - зрительный нерв; 4 - эпифиз; 5 - средний мозг; 6 - мозжечок; 7 - продолговатый мозг; 8 - гипофиз; 9 - мост мозга (варолиев); 10 - мозговая воронка; 11 - мозолистое тело

Тема 24. Филогенез кровеносной системы позвоночных

Цель занятия. Уметь дифференцировать строение сердца и кровеносных сосудов на макропрепаратах различных классов позвоночных и проследить их гомологию для понимания механизмов возникновения онтофилогенетических аномалий развития сердца и сосудов человека.

Мотивационная характеристика. Кровеносная система человека сформировалась онтофилогенетически в результате постепенного преобразования и дифференцировки артериальных жаберных дуг предковых форм. Знание основных этапов и направлений этих преобразований поможет правильно понимать происхождение структур кровеносной системы человека, выявить последовательность этапов развития сердца и сосудов в эмбриогенезе.

Знание филогенеза кровеносной системы позвоночных и человека является базовой основой для изучения терапии, хирургии, эмбриологии, нормальной и топографической анатомии, физиологии. Особенно важно понять, что эмбриогенез кровеносной системы человека и пороки ее развития филогенетически обусловлены (табл. 5.5).

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные этапы и главные направления эволюции кровеносной системы хордовых; 2) характеристику основных этапов формирования сердца человека и пороки его развития; 3) количество артериальных жаберных дуг у эмбрионов представителей классов позвоночных и их преобразование в процессе онтогенеза; 4) механизм образования пороков развития сосудов у человека.

Заполнить в альбоме табл. 5.6.

Таблица 5.5. Некоторые аномалии развития кровеносной системы человека

Аномалии развития сердца	Аномалии развития сосудов
Незаращение межпредсердной и межжелудочковой перегородок	Аортальное кольцо
Дефекты клапанного аппарата сердца	Незаращение артериального (боталлова) протока
Отсутствие межжелудочковой перегородки	Незаращение сонного протока
Эктопия сердца (правостороннее расположение сердца)	Транспозиция сосудов
	Сохранение правой дуги аорты, редукция левой дуги

Таблица 5.6. Филогенез кровеносной системы хордовых

Класс	Число кругов кровообращения	Наличие сердца	Число камер сердца, их названия	Кровь, находящаяся в определенной камере сердца	Сколько сосудов отходит от сердца	Какую кровь несут отходящие от сердца сосуды	Сколько сосудов приносят кровь в сердце	Схема строения сердца	Аномалии

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. У эмбриона рыб жаберные артерии закладываются в количестве:
 - 1) 8;
 - 2) 6;
 - 3) 5;
 - 4) 4;
 - 5) 150.
2. У взрослой рыбы функционируют жаберные артерии в количестве:
 - 1) 3;
 - 2) 4;
 - 3) 5;
 - 4) 6;
 - 5) 150.
3. Третья пара жаберных дуг у амфибий преобразуется:
 - 1) в сонные артерии;
 - 2) в легочные артерии;
 - 3) в дуги аорты;
 - 4) в висцеральный череп;
 - 5) редуцируется.
4. От сердца млекопитающего отходят:
 - 1) легочный ствол;
 - 2) правая дуга аорты;
 - 3) левая дуга аорты;
 - 4) артериальный конус;
 - 5) сонные артерии.
5. Кровь в желудочке сердца рыб:
 - 1) артериальная;
 - 2) венозная;
 - 3) смешанная;
 - 4) в правой части - венозная, в левой - артериальная, в центре - смешанная;
 - 5) в правой части - венозная, в левой - артериальная, над перегородкой - смешанная.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить артериальную систему: 1) ланцетника (таблица); 2) рыб (макропрепарат); 3) амфибий (макропрепарат); 4) рептилий (макропрепарат); 5) птиц (макропрепарат); 6) млекопитающих (макропрепарат).

Оборудование. 1. Таблицы: кровеносная система рыбы, лягушки, рептилии, птицы, крысы; гомология артериальных жаберных дуг позвоночных. 2. Макропрепараты: артериальная система рыбы, лягушки, ящерицы, птицы, крысы.

Работа 24.1. Артериальная система рыбы

Рассмотрите макропрепарат артериальной системы щуки, инъецированной контрастной массой. Сосуды, несущие венозную кровь, имеют синий цвет, артериальную - красный. Найдите сердце, состоящее из двух камер: предсердия и желудочка (рис. 5.8). Сосуды, идущие к сердцу, удалены, и сердце как бы «висит». Желудочек расположен спереди от предсердия, имеет более крупные размеры и более светлую окраску. Предсердие находится позади желудочка, имеет синеватый цвет. К предсердию примыкает венозный синус.

Из желудочка выходит только один сосуд конусовидной формы, большого диаметра (луковица аорты). Последующая часть (суженная) представляет собственно брюшную аорту. Справа и слева от аорты лежат жабры, идущие косо сверху вниз (по четыре с каждой стороны). На препарате хорошо видны составляющие жабру жаберные лепестки. Брюшная аорта проходит посередине между жабрами правой и левой стороны и отдает четыре пары приносящих жаберных артерий (на препарате окрашены также в синий цвет). Найдите начало приносящих жаберных артерий, подходящих к жабре с ее медиального конца. Дальнейшие разветвления сосудов к жабре не видны.

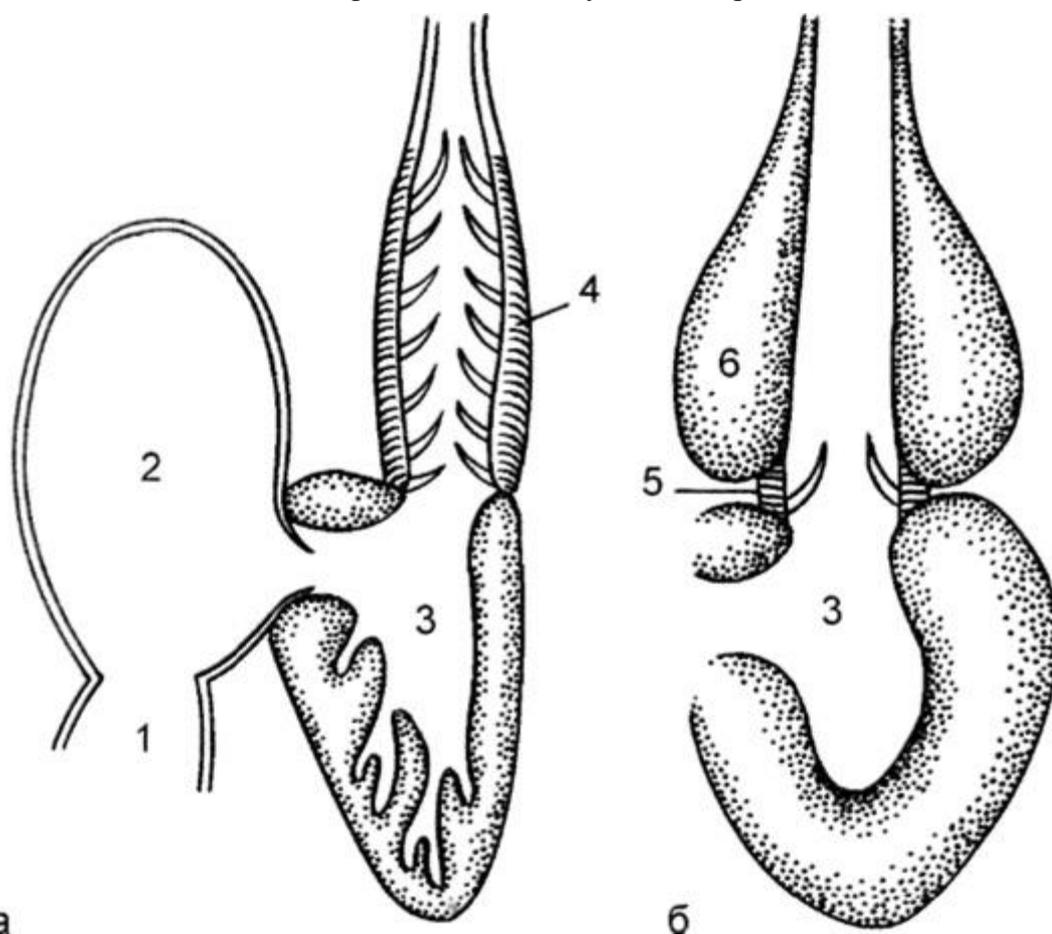


Рис. 5.8. Сердца акулы (а) и костистой рыбы (б): 1 - венозная пазуха; 2 - предсердие; 3 - желудочек; 4 - артериальный конус; 5 - рудиментартериального конуса; 6 - луковица аорты

Затем найдите противоположный конец жабры. Здесь из каждой жабры выходит выносящая жаберная артерия. Соединяясь между собой, выносящие жаберные артерии образуют два корня спинной аорты, имеющей больший диаметр, чем выносящие артерии. Корни, в свою очередь, идут по направлению к средней линии тела и, соединяясь, образуют крупный сосуд - спинную аорту. Она тянется по средней линии к заднему концу тела. Выносящие жаберные артерии, корни спинной аорты и спинная аорта на макропрепарате окрашены в красный цвет, поскольку по ним течет артериальная кровь.

Зарисуйте сердце и артериальные сосуды. На рисунке должны быть обозначены: 1) предсердие; 2) желудочек; 3) венозный синус; 4) луковича брюшной аорты; 5) брюшная аорта; 6) приносящие жаберные артерии; 7) выносящие жаберные артерии; 8) корни спинной аорты; 9) спинная аорта.

Работа 24.2. Артериальная система лягушки

На макропрепарате артериальной системы лягушки найдите треугольной формы сердце, состоящее из двух предсердий (основание треугольника) и желудочка (вершина треугольника).

От правой части желудочка отходит один крупный сосуд - артериальный конус. Он сразу делится на две ветви, расходящиеся под углом влево и вправо. Каждая ветвь состоит из трех сосудов, которые сначала идут строго параллельно, а затем расходятся (рис. 5.9).

Первый ближайший к сердцу сосуд - кожно-легочная артерия. Она подходит к легкому и идет вдоль его края, одновременно отдавая ветвь к коже (артерия не всегда видна на препарате).

Второй сосуд (наибольшего диаметра) поворачивает на спинную сторону, образуя дугу, затем позади сердца направляется к средней линии тела и вниз (на препарате животное в вертикальном положении). Это дуга аорты. Поворачивая макропрепарат, можно видеть, что позади сердца правая и левая дуги аорты сливаются и образуют спинную аорту, которая идет вдоль позвоночника по направлению к задним конечностям. От места слияния дуг в спинную аорту отходит чревно-брыжеечная артерия, снабжающая кровью печень, желудок и кишечник. На уровне почек спинная аорта отдает ветви к почкам. На уровне крестца она разделяется на две подвздошные артерии, снабжающие кровью задние конечности.

Третий сосуд (наиболее удаленный от сердца) идет к голове; это сонная артерия (см. рис. 5.9).

Зарисуйте сердце и артериальные сосуды. На рисунке должны быть обозначены: 1) предсердия; 2) желудочек; 3) артериальный конус; 4) кожно-легочные артерии; 5) дуги аорты; 6) сонные артерии; 7) спинная аорта; 8) чревно-брыжеечная артерия; 9) почечные артерии; 10) подвздошные артерии.

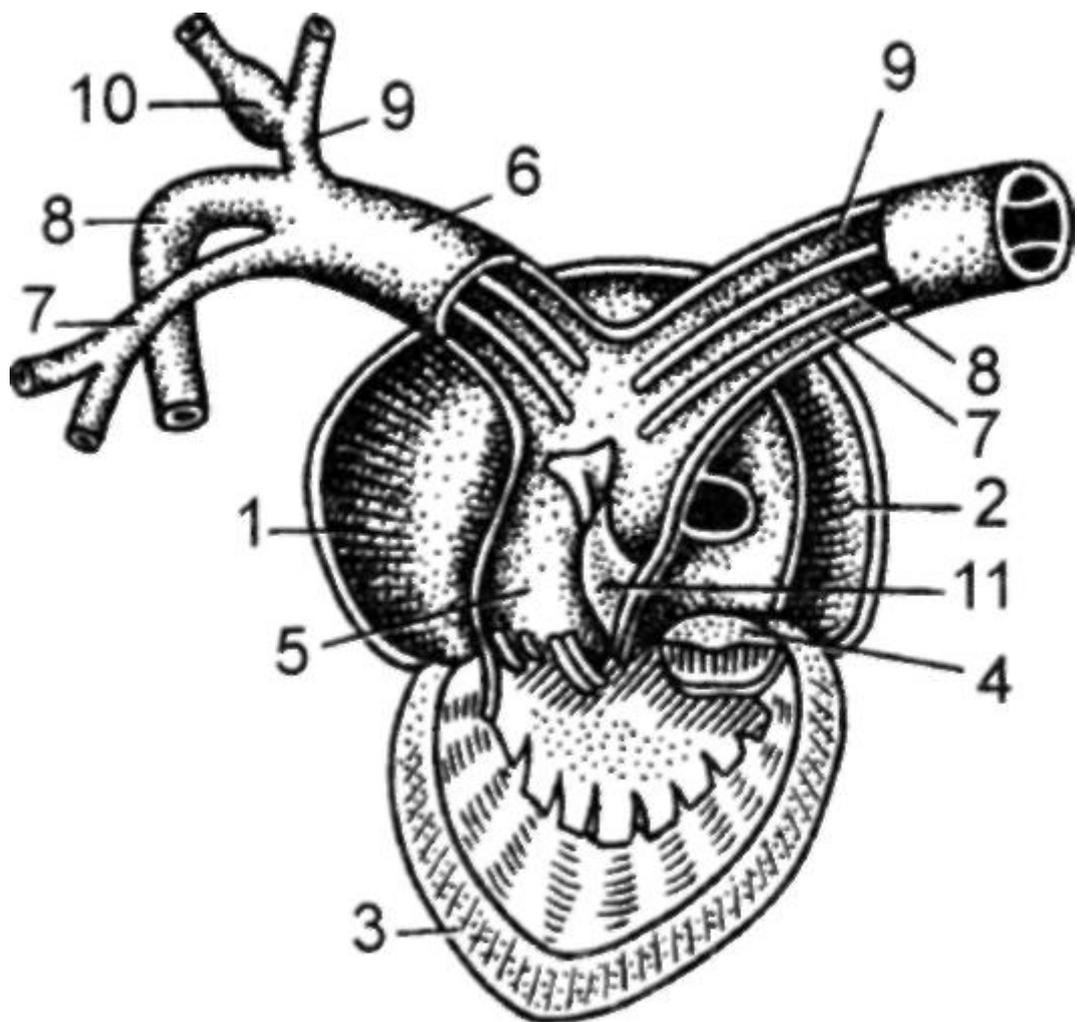


Рис. 5.9. Вскрытое сердце лягушки: 1 - правое предсердие; 2 - левое предсердие; 3 - желудочек; 4 - клапаны, закрывающие общее отверстие, ведущее из обоих предсердий в желудочек; 5 - артериальный конус; 6 - общий артериальный ствол; 7 - кожно-легочная артерия; 8 - дуга аорты; 9 - общая сонная артерия; 10 - сонная железа; 11 - спиральный клапан артериального конуса

Работа 24.3. Артериальная система ящерицы

На макропрепарате артериальной системы ящерицы найдите сердце, а затем рассмотрите отходящие от него сосуды.

В отличие от амфибий у ящерицы от сердца отходит не один, а три основных сосуда: две дуги аорты и одна легочная артерия. Прежде всего рассмотрите четыре сосуда, расположенные над сердцем в виде двойной римской цифры V. Два латеральных сосуда - это дуги аорты. На препарате они идут вверх и в стороны. Позади сердца соединяются, образуя спинную аорту.

Медиально от дуг аорты, повторяя их ход, идут две (левая и правая) сонные артерии. Найдите на препарате место, где обе сонные артерии берут начало от основания правой дуги аорты. При рассматривании препарата сбоку видно, что от правой дуги аорты на уровне петли, образованной дугой, отходят две (левая и правая) подключичные артерии.

Левая дуга аорты не дает никаких ветвей.

Найдите общий ствол легочных артерий. Прикрывая спереди место отхождения дуг аорты от сердца, он идет сначала почти горизонтально, а затем сразу поворачивает за сердце (охватывая начало дуг), где делится на правую и левую легочные артерии.

Спинальная аорта сразу же отдает ветвь - кишечную артерию, снабжающую кровью органы пищеварительной системы. Затем от спинной аорты отходят почечные артерии, а на уровне крестца она разделяется на две (левую и правую) подвздошные (к задним конечностям) и одну хвостовую артерии.

Отличительной особенностью ящериц является связь между дугами аорты и сонными артериями в виде коротких и тонких сосудов, которые называются сонными протоками. На многих препаратах сонные протоки хорошо видны (рис. 5.10).

Зарисуйте сердце и артериальную систему. На рисунке должны быть обозначены: 1) предсердия; 2) желудочек; 3) общий ствол легочных артерий; 4) левая дуга аорты; 5) правая дуга аорты; 6) сонные артерии; 7) подключичные артерии; 8) кишечная артерия; 9) почечные артерии; 10) подвздошные артерии; 11) сонные протоки (если видны).

Работа 24.4. Артериальная система птицы

На макропрепарате найдите четырехкамерное сердце и рассмотрите отходящие сосуды. У птиц из сердца выходят только два сосуда: правая дуга аорты и легочный ствол (рис. 5.11, см. цв. вклейку).

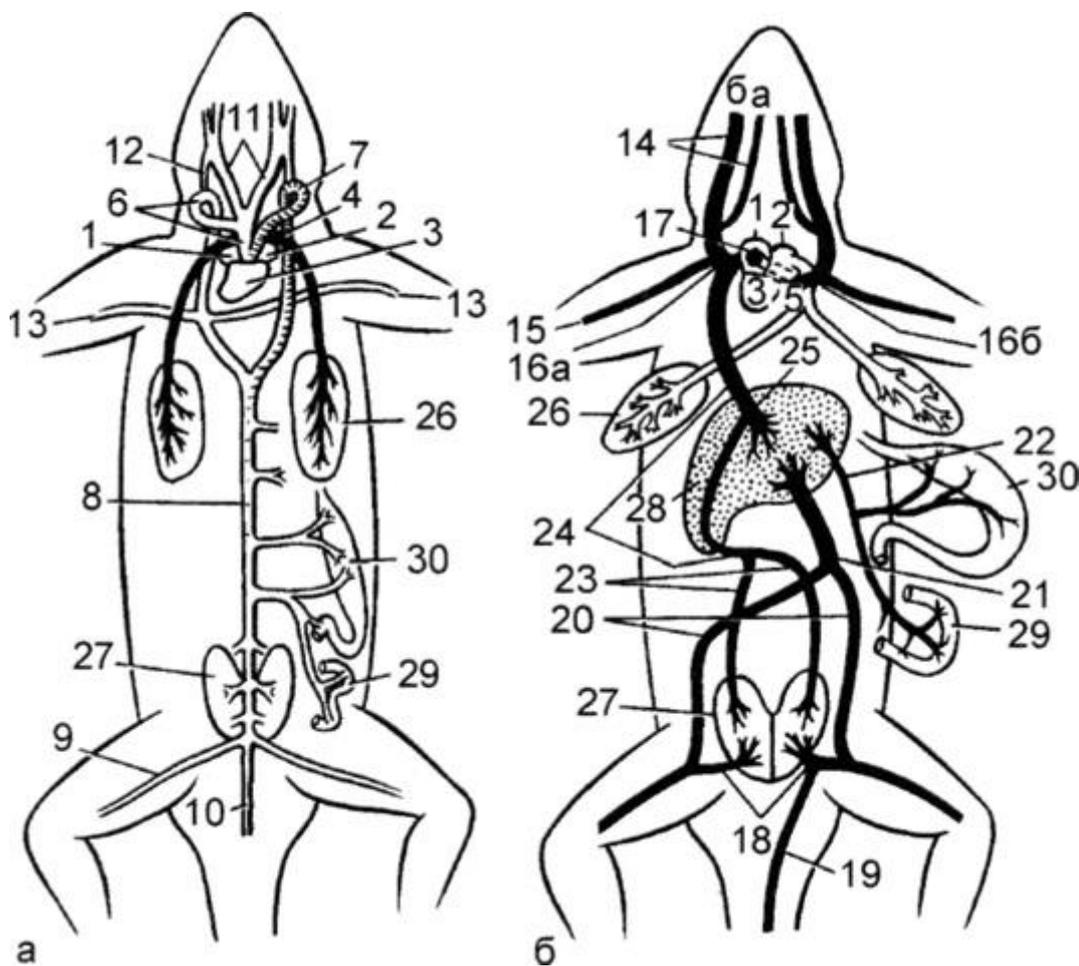


Рис. 5.10. Кровеносная система кавказской агамы: *а* - артериальная система; *б* - венозная система (белым цветом показаны сосуды с наиболее артериальной кровью, пунктиром - со смешанной кровью, черным цветом - с венозной кровью); 1 - правое предсердие; 2 - левое предсердие; 3 - желудочек; 4 - легочная артерия; 5 - легочная вена; 6 - правая дуга аорты; 7 - левая дуга аорты; 8 - спинная аорта; 9 - подвздошная артерия; 10 - хвостовая артерия; 11 - сонная артерия; 12 - сонный проток; 13 - подключичная артерия; 14 - яремные вены (14а - внутренняя, 14б - наружная); 15 - подключичная вена; 16 - передняя полая вена (16а - правая, 16б - левая); 17 - венозная

пазуха; 18 - воротная вена почек; 19 - хвостовая вена; 20 - подвздошная вена; 21 - брюшная вена; 22 - воротная вена печени; 23 - почечная вена; 24 - задняя полая вена; 25 - печеночная вена; 26 - легкое; 27 - почки; 28 - печень; 29 - кишечник; 30 - желудок

Место отхождения правой дуги аорты не всегда хорошо видно. Она начинается из левого желудочка и, вплотную прилегая к поверхности сердца, огибая его справа, переходит на спинную сторону, спускается вниз и затем, под названием спинной аорты, идет вдоль позвоночника к задним конечностям.

От начальной части правой дуги аорты отходят два крупных сосуда (их диаметр превышает диаметр аорты), направляющиеся вверх и в стороны. Это безымянные артерии, закрывающие дугу спереди, в связи с чем создается впечатление, что они выходят непосредственно из сердца.

Каждая безымянная артерия, в свою очередь, делится на три: сонную, подключичную и грудную. Найдите сонную артерию, которая идет по средней линии шеи по направлению к голове, затем подключичную, снабжающую кровью переднюю конечность, и, наконец, самую крупную и короткую - грудную. Она распадается на несколько мелких сосудов, идущих к грудной мышце.

У основания дуги аорты, огибая ее слева, проходит общий ствол легочных артерий (см. рис. 5.11). Зарисуйте расположение сердца и артериальных сосудов. На рисунке должны быть обозначены: 1) сердце; 2) правая дуга аорты (если видна); 3) безымянные, сонные, подключичные и грудные артерии; 4) общий ствол легочных артерий.

Работа 24.5. Артериальная система крысы

На макропрепарате найдите четырехкамерное сердце и рассмотрите отходящие сосуды: левую дугу аорты и легочный ствол. На препарате виден лишь небольшой отрезок его, охватывающий начало дуги аорты. Затем легочный ствол поворачивает за сердце, где делится на левую и правую легочные артерии. Обратите внимание, что у млекопитающих от левой дуги аорты отходит безымянная артерия (плечеголовной ствол), которая вскоре разделяется на правую сонную артерию и правую подключичную артерию. Левая сонная и левая подключичная артерии отходят от дуги аорты самостоятельно.

Поворачивая препарат, рассмотрите спинную аорту, идущую вдоль позвоночника, и ее ветви: кишечную, почечную и подвздошную артерии (рис. 5.12, см. цв. вклейку).

Зарисуйте сердце и артериальные сосуды. На рисунке должны быть обозначены: 1) правое и левое предсердия; 2) правый и левый желудочки; 3) левая дуга аорты; 4) безымянная артерия; 5) правая сонная артерия; 6) правая подключичная артерия; 7) левая сонная артерия; 8) левая подключичная артерия; 9) спинная аорта; 10) кишечная артерия; 11) почечные артерии; 12) подвздошные артерии.

Работа 24.6. Гомология жаберных дуг позвоночных

Изучите по рис. 5.13 (см. цв. вклейку) гомологию жаберных дуг позвоночных.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. У больного обнаружена правосторонняя дуга аорты. Остаток левой дуги образует дивертикул. Объясните механизм возникновения аномалии. Каков прогноз в отношении жизни и здоровья больного?

Задание 2. У доношенного плода обнаружен сонный проток. Объясните механизм его возникновения и последствия для ребенка.

Задание 3. У ребенка обнаружен артериальный проток. Объясните механизм его возникновения и последствия для ребенка.

Тема 25. Филогенез мочеполовой системы позвоночных

Цель занятия. Изучить мочеполовую систему позвоночных и человека. Уметь:

- дифференцировать на препаратах элементы мочеполовой системы представителей классов позвоночных;
- объяснять закономерности филогенетических преобразований органов мочеполовой системы позвоночных и человека;
- объяснять филогенетически обусловленные аномалии развития выделительной и половой систем у человека.

Мотивационная характеристика. Мочеполовая система человека сформировалась в результате преобразования структур предковых форм. Знание основных этапов и направлений этих преобразований необходимо для правильного понимания происхождения элементов мочеполовой системы и выявления аномалий развития, особенностей строения и функционирования мочеполовой системы представителей классов позвоночных. Особенно важно понять, что эмбриогенез мочеполовой системы и пороки развития филогенетически обусловлены. Этот материал служит основой для доказательства животного происхождения человека и необходим при изучении нормальной анатомии, топографической анатомии и физиологии.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные способы морфофункциональных преобразований в фило- и онтогенезе (дифференцировка, субституция, смена функций); 2) у каких классов позвоночных развиваются и какое имеют строение про-, мезо- и метанефрос; 3) связь органов выделительной и половой систем; преобразование в процессе онтогенеза закладок про- и мезонефроса в органы половой системы мужских и женских особей у анамний и амниот; 4) схемы строения нефрона, про-, мезо- и метанефроса и их отделы; 5) латинское название почек; 6) аномалии развития мочеполовой системы (табл. 5.7).

Заполнить в альбоме табл. 5.8.

Таблица 5.7. Некоторые аномалии развития мочеполовой системы человека

Патология	Характеристика патологии	Встречаемость у предковых форм
Крипторхизм	Неопущение семенников в мошонку	У рептилий семенники располагаются в брюшной полости
Тазовая эктопия почек	Метанефрические почки человека в поясничной области	У рептилий вторичные почки располагаются в тазовой области
Сегментированная, удвоенная почка	Почка имеет сегментированное строение	Типично для представителей класса Рептилии
Мочеполовые свищи	Неразделение мочеиспускательного канала и влагалища	Типично для представителей класса Рептилии
Гипоспадия	Семязвергательный канал открывается в желобок позади полового члена	У примитивных рептилий

Мочеполовые системы самки и самца сходны. Отличительными признаками являются ярко-оранжевая окраска и бугристая поверхность яичника - за счет фолликулярного строения (см. рис. 5.14, 5.16).

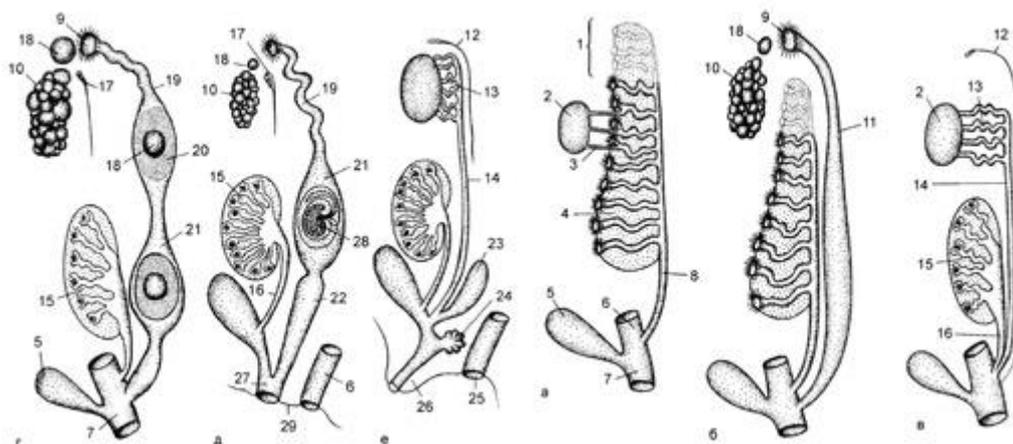


Рис. 5.14. Мочеполовая система позвоночных: *а, б* - акулы и амфибии (*а* - самец, *б* - самка); *в, з* - зауропсиды (*в* - самец, *з* - самка); *д, е* - млекопитающие (*д* - самка, *е* - самец); 1 - головная почка; 2 - семенник; 3 - выносящие протоки; 4 - туловищная почка; 5 - мочевой пузырь; 6 - прямая кишка; 7 - клоака; 8 - мезонефральный (вольфов) проток; 9 - воронка яйцевода; 10 - яичник; 11 - парамезонефральный (мюллеров) проток; 12 - рудиментарный парамезонефральный проток самца; 13 - придаток семенника (преобразованная туловищная почка); 14 - семяпровод; 15 - тазовая почка; 16 - вторичный мочеточник; 17 - рудиментарная туловищная почка у самки амниот; 18 - яйцеклетка; 19 - яйцевод; 20 - белковая оболочка, выделяемая железами стенки яйцевода; 21 - матка; 22 - влагалище; 23 - семенной пузырек; 24 - предстательная железа; 25 - анус; 26 - пенис; 27 - мочеполовой синус; 28 - эмбрион в матке, окруженный эмбриональными оболочками; 29 - промежность

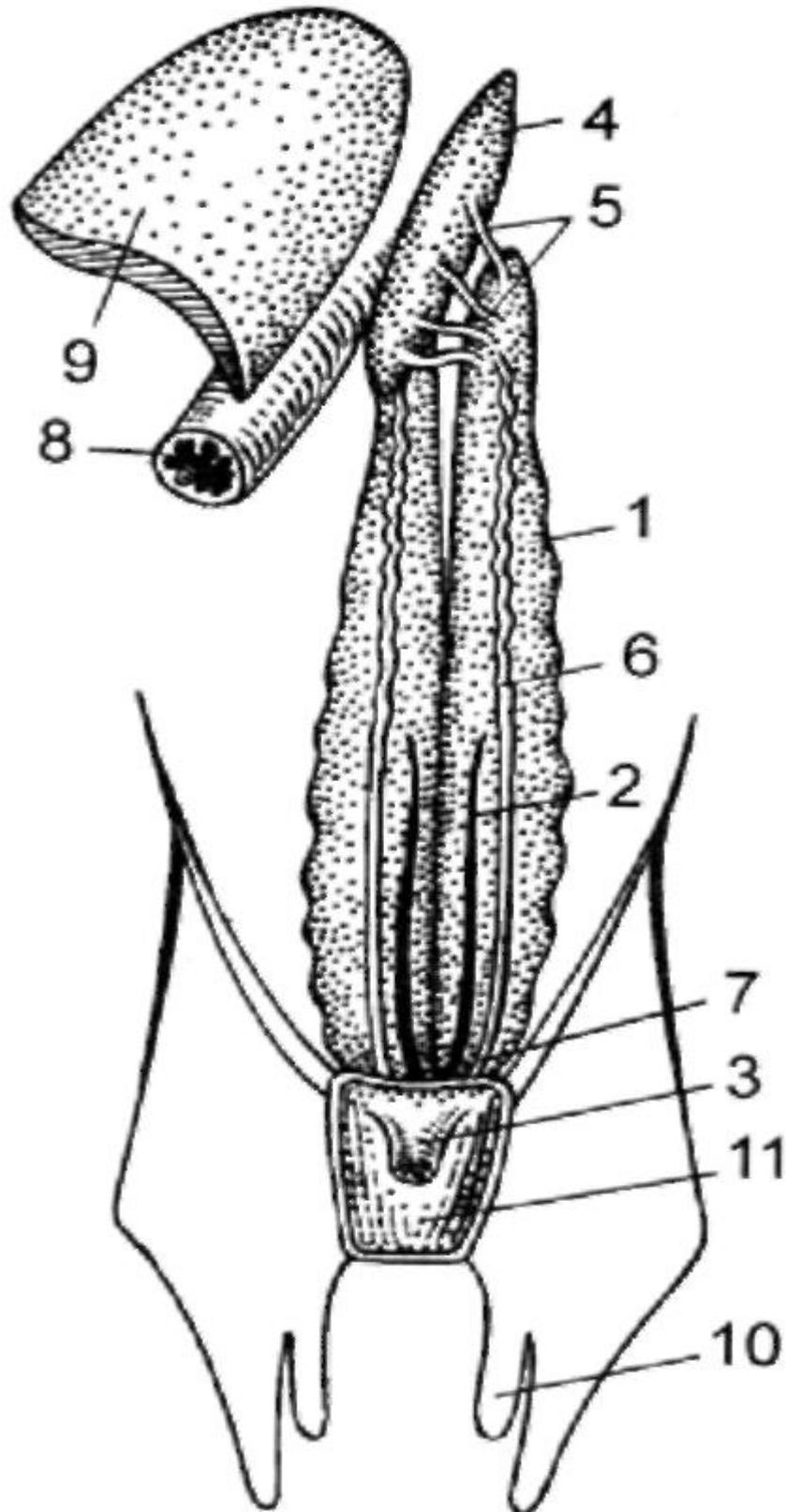


Рис. 5.15. Строение мочеполовой системы самца акулы: 1 - почка; 2 - мочеточник; 3 - мочеполовой сосочек; 4 - левый семенник (правый семенник не изображен); 5 - семявыносящие каналцы; 6 - семяпровод; 7 - семенной пузырек; 8 - пищевод; 9 - печень; 10 - копулятивный отросток брюшного плавника; 11 - полость клоаки

Работа 25.3. Мочеполовая система самца лягушки

На макропрепарате видна пространственная сближенность половой и выделительной систем (см. рис. 5.14; 5.17).

В центре препарата расположен отрезок спинной аорты, от которой метамерно отходят почечные артерии.

Почки (мезонефрос) расположены по бокам спинной аорты, имеют удлиненную, немного уплощенную форму и красновато-бурый цвет. Вдоль наружного края каждой туловищной почки проходит мезонефральный проток, открывающийся в клоаку. Он отчетливо виден только на небольшом отрезке между нижним полюсом почки и отрезком толстой кишки. У верхних (по отношению к макропрепарату) полюсов почек найдите бобовидные семенники, длина которых составляет примерно 1/2-1/3 длины почки. Они присоединяются к почкам семявыносящими канальцами. Поэтому сперматозоиды из семенника проходят по семявыносящим канальцам в почку, а затем поступают в мезонефральный проток. Таким образом, последний выполняет функции семяпровода и мочеточника, и поэтому называется мочеполовым протоком.

С верхним полюсом каждого семенника тесно связано жировое тело, расходуемое во время развития сперматозоидов. Его легко узнать по длинным тонким выростам и желтому цвету. Сбоку от клоаки видны полупрозрачные лопасти мочевого пузыря.

В заднем отрезке мезонефрального протока имеется расширение - семенной пузырек, хорошо заметный на препарате.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) почки (мезонефрос); 2) мезонефральный проток (мочеполовой); 3) клоака; 4) семенники; 5) жировое тело; 6) отрезок спинной аорты; 7) почечные артерии; 8) семенные пузырьки; 9) мочевого пузыря.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) почки; 2) мезонефральный проток; 3) мочевого пузыря; 4) клоака; 5) яичники; 6) яйцеводы; 7) воронка яйцевода; 8) «маточный отдел» яйцевода.

Работа 25.5. Мочеполовая система ужа (самец)

На макропрепарате мочеполовой системы ужа можно отчетливо видеть разобщенность половой и выделительной систем у рептилий.

Почки (метанефрос) расположены на препарате медиально; они имеют вид узких лентовидных образований длиной в несколько сантиметров. На поверхности почек видны многочисленные поперечные перетяжки. Расположены почки на разном уровне. От почек отходят тонкие длинные мочеточники, открывающиеся в клоаку. Правый мочеточник длиннее левого (см. рис. 5.14; 5.19, а).

Семенники на препарате находятся по сравнению с почками более латерально и имеют вид небольших полуовальных тел.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) почки; 2) мочеточники; 3) семенники; 4) семяпроводы; 5) клоака.

Работа 25.6. Мочеполовая система ужа (самка)

У самки ужа почки имеют вид сильно вытянутых (лентовидных) тел с поперечными насечками на поверхности. Правая почка расположена выше левой. Мочеточники впадают в клоаку (см. рис. 5.14; 5.19, б).

Яичники на препарате расположены по бокам от почек. Они имеют более вытянутую форму по сравнению с семенниками и ярко выраженную бугристую поверхность (фолликулярное строение). Яйцеводы (тонкие длинные трубки) кажутся непосредственно соединенными с яичниками. Однако в действительности прямая связь отсутствует.

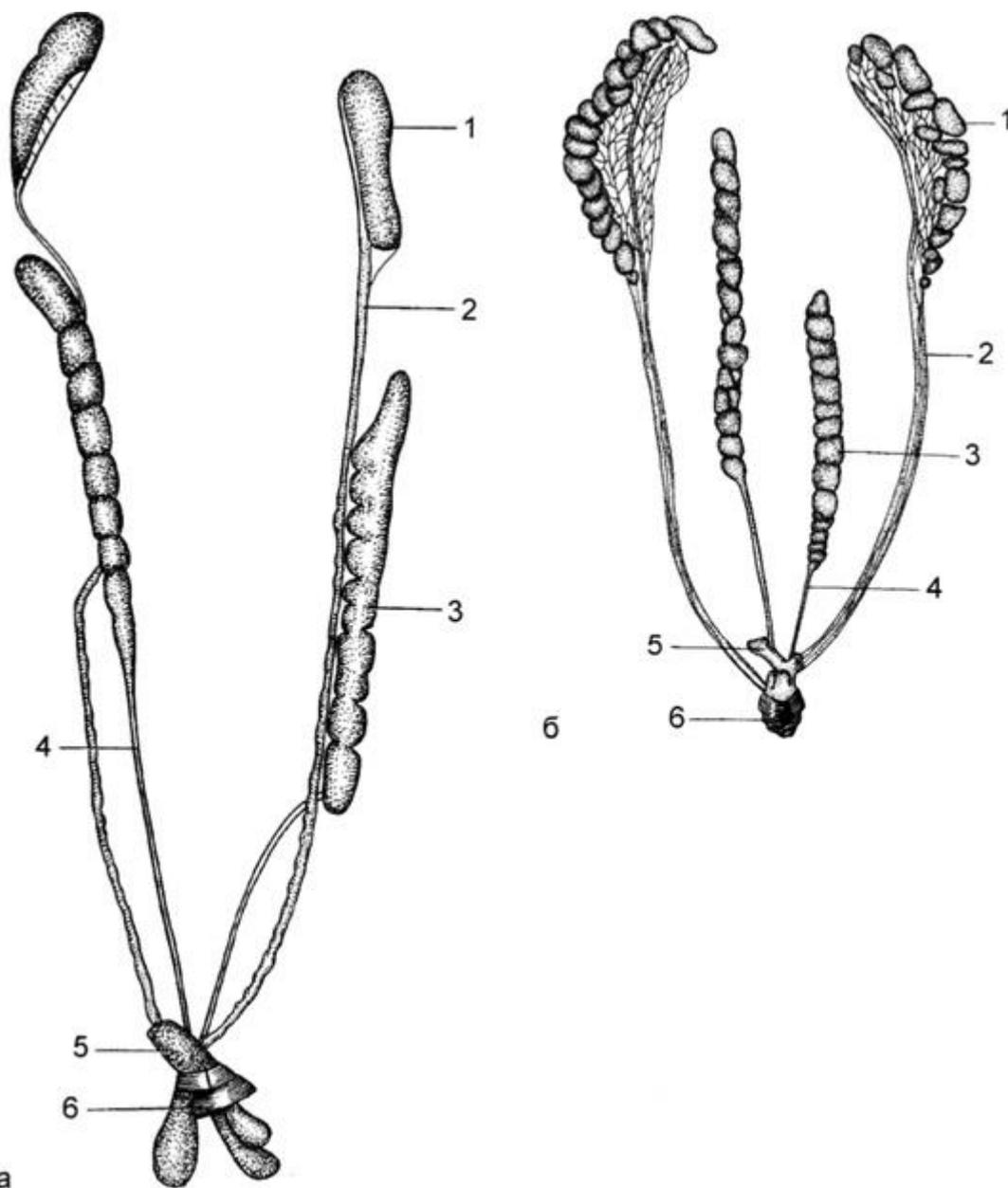


Рис. 5.19. Мочеполовая система рептилий: *а* - самец: 1 - семенник; 2 - семяпровод (мезонефральный канал); 3 - метанефрос; 4 - мочеточник; 5 - отрезок прямой кишки; 6 - отверстие клоаки; *б* - самка: 1 - яичник; 2 - яйцевод (парамезонефральный проток); 3 - метанефрос; 4 - мочеточник; 5 - отрезок прямой кишки; 6 - отверстие клоаки

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) яичники; 2) яйцеводы; 3) почки; 4) мочеточники; 5) клоака.

Работа 25.7. Мочеполовая система птицы (самец)

Обратите внимание на крупные размеры почек, подразделенных на три лопасти. От нижневнутреннего края почек отходят мочеточники, впадающие в клоаку, которая хорошо видна на препарате в виде резкого расширения конечной части кишечной трубки. Мочевой пузырь у птиц отсутствует.

У верхнего полюса почки видны желтоватые тела овальной формы небольшого размера - семенники. От них отходят семяпроводы; они пересекают поверхность почек и также впадают в клоаку (см. рис. 5.14; 5.20).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) почки; 2) мочеточники; 3) клоака; 4) семенники; 5) семяпроводы.

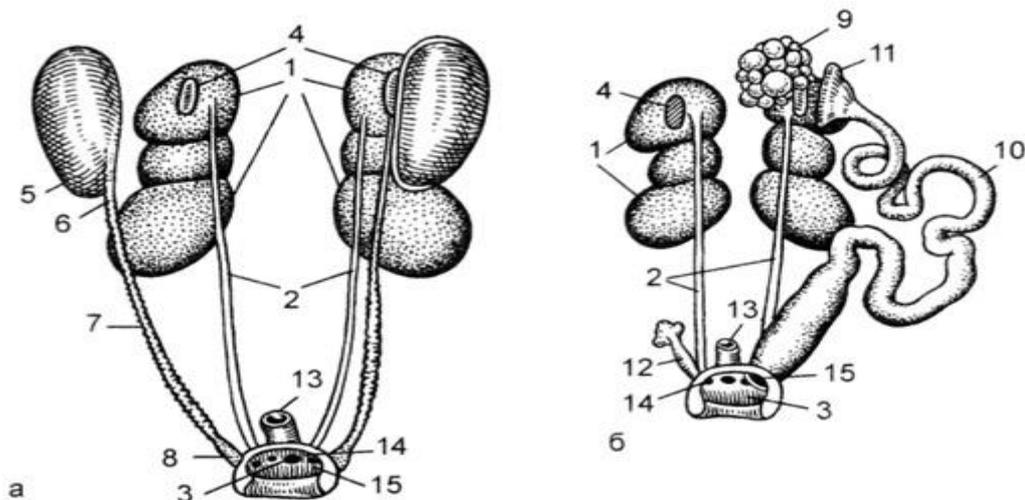


Рис. 5.20. Строение мочеполовой системы голубя (схема): *а* - самец; *б* - самка; 1 - почка; 2 - мочеточник; 3 - полость клоаки; 4 - надпочечник; 5 - семенник; 6 - придаток семенника; 7 - семяпровод; 8 - семенной пузырек; 9 - яичник; 10 - левый яйцевод; 11 - воронка яйцевода; 12 - остаток редуцированного правого яйцевода; 13 - прямая кишка; 14 - мочевое отверстие; 15 - половое отверстие

Работа 25.8. Мочеполовая система птицы (самка)

Выделительные системы самца и самки не различаются. Половая система несет отпечаток приспособления к обитанию в воздушной среде. Найдите гроздевидный яичник (у птиц только один), расположенный у верхнего полюса левой почки. Вдоль наружного края почки расположен массивный яйцевод в виде толстой извитой трубки; свободный край яйцевода заканчивается воронкой, непосредственно не соприкасающейся с яичником. Яйцеклетки у птицы, как и у предшествующих классов, попадают из яичников в полость тела и затем улавливаются воронкой яйцевода. Противоположный конец яйцевода открывается в клоаку (см. рис. 5.14; 5.20).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) почки; 2) мочеточники; 3) клоака; 4) яичник; 5) яйцевод.

Работа 25.9. Мочеполовая система крысы (самца)

Рассматривая на макропрепарате мочеполовую систему самца крысы, обратите внимание на высокую степень дифференцировки выводящих половых путей у млекопитающих (рис. 5.21, 5.22).

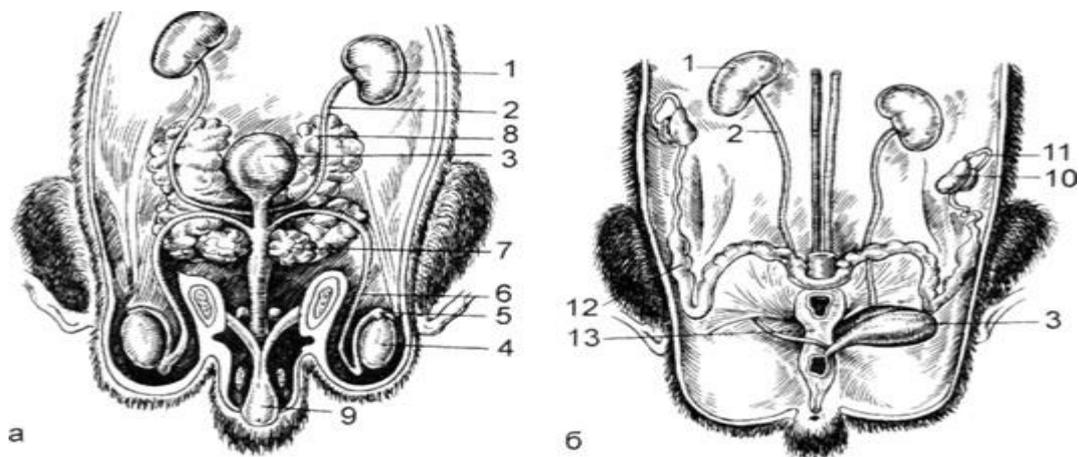


Рис. 5.21. Мочеполовая система крысы: *а* - самец; *б* - самка; 1 - почка; 2 - мочеточник; 3 - мочевой пузырь; 4 - семенник; 5 - придаток семенника; 6 - семяпровод; 7 -

предстательная железа; 8 - семенные пузырьки; 9 - половой член; 10 - яичник; 11 - маточная труба; 12 - рог матки; 13 - влагалище

Найдите бобовидной формы почки и отходящие от них мочеточники, которые впадают в мочевой пузырь. От него начинается мочеиспускательный канал, пронизывающий половой член.

Семенники в виде крупных овальных тел расположены значительно ниже почек и более латерально. К наружной стороне семенника тесно примыкает его придаток - эпидидимис. Наибольшая масса ткани придатка находится на полюсах семенника. По происхождению придаток гомологичен канальцам переднего отдела мезонефроса. От придатка берет начало семяпровод. Он имеет вид трубки значительного диаметра, направляется немного вверх и медиально, впадает в начальный отдел мочеиспускательного канала. На месте впадения семяпровод образует выпячивание - семенной пузырек, серповидно изогнутой формы с фестончатыми краями.

Соединяясь, мочеиспускательный канал и семяпровод образуют мочеполовой канал, по которому проходят моча и половые клетки.

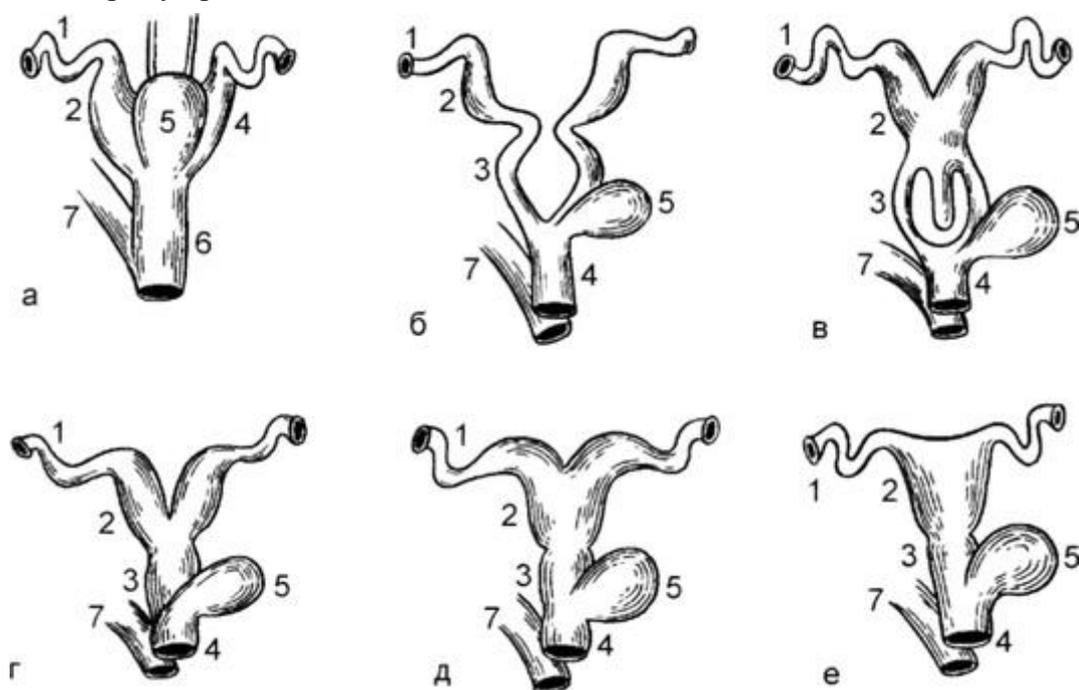


Рис. 5.22. Эволюция мочеполовой системы млекопитающих: а - клоачного животного; б - низшего сумчатого (опоссум); в - высшего сумчатого (кенгуру); г - плацентарного млекопитающего с двойной маткой; д - то же с двурогой маткой; е - то же с простой маткой; 1 - маточная труба; 2 - матка; 3 - влагалище; 4 - мочеполовой синус; 5 - мочевой пузырь; б - клоака; 7 - прямая кишка

Чуть ниже мочевого пузыря видны две лопасти предстательной железы, расположенные у основания полового члена. Проток железы также открывается в мочеполовой канал.

Еще ниже, по сторонам мочеполового канала, видны две бульбоуретральные (куперовы) железы. Под ними расположены парные препуциальные железы.

Наиболее дистальный отдел мочеполового канала прикрыт пещеристыми телами полового члена.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) почки; 2) мочеточники; 3) мочевой пузырь; 4) мочеиспускательный канал; 5) семенники; 6) придаток семенника; 7) семяпровод; 8) семенные пузырьки; 9) предстательная железа; 10)

бульбоуретральные (куперовы) железы; 11) препуциальные железы; 12) пещеристые тела полового члена.

Работа 25.10. Мочеполовая система крысы (самка)

Единственное различие мочеполовых систем самца и самки крысы заключается в том, что у самок от мочевого пузыря отходит короткий мочеиспускательный канал, заканчивающийся отдельным мочевым отверстием.

Половую систему самки крысы начните рассматривать с дистального отдела - непарного влагалища.

От влагалища под углом и в стороны отходят два длинных рога матки, в которых после оплодотворения яйцеклетки развиваются зародыши. Такая матка называется двойной. Рога матки переходят в очень тонкие и короткие трубочки яйцеводов, скрученные спирально в компактный клубок. Яйцеводы можно рассмотреть только с помощью лупы. Рядом с яйцеводами, но не соединяясь с ними непосредственно, расположены яичники. Они имеют округлую форму и сильно бугристую поверхность. Диаметр яичника превышает диаметр матки (см. рис. 5.21, 5.22).

Рассмотрите препарат, найдите почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, яичники, яйцеводы, рога матки, влагалище.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) яичники; 2) яйцеводы; 3) рога матки; 4) влагалище; 5) почки; 6) мочеточник; 7) мочевой пузырь; 8) мочеиспускательный канал.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Больная 35 лет поступила с диагнозом «перегородка в матке». В анамнезе пять самопроизвольных выкидышей. На рентгенограмме в матке определялась перегородка, которая исходила из дна. Объясните механизм возникновения аномалии и прогноз в отношении детородной функции. Предположите возможную тактику врача.

Задание 2. У больной 38 лет обнаружено отсутствие одной почки, одного яичника и одной маточной трубы. В функциональном отношении матка полноценна. Объясните механизм образования аномалии и прогноз в отношении детородной функции.

Задание 3. Больная 32 лет поступила с диагнозом «двойная матка». Объясните механизм возникновения аномалии и прогноз в отношении детородной функции. Предположите возможную тактику врача.

Тема 26. Филогенез дыхательной и пищеварительной систем позвоночных

Цель занятия. Изучить дыхательную и пищеварительную системы позвоночных. Уметь:

- дифференцировать на препаратах элементы дыхательной и пищеварительной систем различных классов позвоночных;
- объяснять гомологию пищеварительной и дыхательной систем у представителей различных классов позвоночных;
- объяснять основные аномалии развития пищеварительной и дыхательной систем у человека и возможные механизмы их происхождения.

Мотивационная характеристика. Дыхательная и пищеварительная системы человека сформировались в результате преобразования структур предковых форм. Врач должен знать и уметь дифференцировать основные этапы и направления этих преобразований для правильного понимания происхождения структур пищеварительной и дыхательной систем и их функций, а также аномалий развития.

Материал по филогенезу пищеварительной и дыхательной систем позвоночных служит основой для доказательства животного происхождения человека и необходим при изучении нормальной и патологической анатомии и физиологии (табл. 5.9, 5.10).

Таблица 5.9. Аномалии развития дыхательной системы позвоночных

Патология	Характеристика патологии
Диафрагма гортани	Соединительнотканное образование, покрытое слизистой оболочкой, располагающееся на уровне голосовых связок. Может быть полной или частичной
Агенезия легкого	Отсутствие легкого и главного бронха. Может быть односторонней и двусторонней
Гипоплазия легких	Нарушение ветвления бронхов
Врожденные диафрагмальные грыжи	Перемещение органов брюшной полости в грудную клетку через дефект в куполе диафрагмы. Популяционная частота 1:2300

Таблица 5.10. Аномалии развития пищеварительной системы

Патология	Характеристика патологии
Атрезия пищевода	Полное отсутствие канала пищевода. Популяционная частота 1:1500-5000. Сопровождается образованием свищей в трахее. Образуется в результате нарушения разделения передней кишки на пищевод и трахею
Аноректальные атрезии и стенозы	Отсутствие или сужение просвета прямой кишки. Популяционная частота 0,25-0,66:1000. Сопровождаются образованием свищей влагалища, мочевого пузыря, промежности. Образуются в результате нарушения разделения задней кишки на мочеполовой синус и прямую кишку
Удвоение печени	Полное удвоение печени связано с возникновением дополнительной закладки
Неправильное разделение печени на доли	Наблюдается образование лишних долей печени
Аномалии желчного пузыря	Выделяют наличие дополнительного пузыря, разделение его просвета перегородкой, аномальное расположение (левостороннее) и т.д.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные этапы и главные направления эволюции дыхательной и пищеварительной систем беспозвоночных; 2) основные этапы и главные направления эволюции дыхательной системы; 3) основные этапы формирования дыхательной и пищеварительной систем человека. Обосновать пороки их развития (см. табл. 5.9, 5.10). Заполнить в альбоме табл. 5.11 и 5.12.

Таблица 5.11. Филогенез дыхательной системы позвоночных

Тип, класс животных	Органы дыхания	Происхождение органов дыхания	Схема строения органов дыхания	Строение дыхательных путей	Механизм вдоха и выдоха	Эволюционные преобразования органов дыхания
---------------------	----------------	-------------------------------	--------------------------------	----------------------------	-------------------------	---

Таблица 5.12. Филогенез пищеварительной системы позвоночных

Тип, класс животных	Отделы пищеварительной системы	Особенности строения и тип зубной системы	Пищеварительные железы	Схема строения пищеварительной системы	Эволюционные преобразования пищеварительной системы
---------------------	--------------------------------	---	------------------------	--	---

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Назовите органы дыхания амфибий:

- 1) жабры;
- 2) кожные покровы;
- 3) легкие;
- 4) альвеолы;
- 5) жаберные щели глотки.

2. Назовите отделы пищеварительной системы ланцетника:

- 1) ротовое отверстие;
- 2) желчный пузырь;
- 3) кишечник;
- 4) печеночный вырост;
- 5) пищевод.

3. Сколько пар жаберных щелей характерно для костистой рыбы:

- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 10;
- 4) 100;
- 5) 5.

4. У представителей какого класса впервые появляется зачаток слепой кишки:

- 1) Рыбы;
- 2) Амфибии;
- 3) Рептилии;
- 4) Птицы;
- 5) Млекопитающие.

5. Для представителей каких классов характерно наличие клоаки:

- 1) Рыбы;
- 2) Амфибии;

- 3) Рептилии;
- 4) Птицы;
- 5) Млекопитающие.

Аудиторная работа

Содержание. Выявить общие и специфические черты организации дыхательной и пищеварительной систем: 1) ланцетника (таблица, тотальный препарат); 2) рыб (макропрепарат); 3) амфибий (макропрепарат); 4) рептилий (макропрепарат); 5) птиц (макропрепарат); 6) млекопитающих (макропрепарат).

Оборудование. 1. Таблицы: эволюция дыхательной и пищеварительной систем позвоночных; ланцетник. 2. Макропрепараты: органы дыхания и пищеварения окуня; органы дыхания и пищеварения лягушки; органы дыхания и пищеварения ящерицы (агамы); органы пищеварения птицы (воробей); органы дыхания и пищеварения птицы; органы дыхания и пищеварения крысы; эволюция органов дыхания наземных позвоночных. 3. Микропрепараты: тотальный препарат ланцетника, поперечный срез на уровне глотки ланцетника. 4. Микроскопы.

Работа 26.1. Дыхательная и пищеварительная системы ланцетника

Рассмотрите пищеварительную систему ланцетника на тотальных препаратах при помощи микроскопа МБС-1. Пищеварительная система расположена под хордой, дифференцирована на глотку (50% длины), печеночный вырост и кишку, которая заканчивается анальным отверстием на уровне хвостового плавника.

Найдите сначала предротовое отверстие, окруженное щупальцами, а затем глотку с косо расположенными жаберными щелями (120-150 пар) (рис. 5.23).

Обратите внимание на связь дыхательной и пищеварительной систем в области глотки. Она окружена окологлоточной (околожаберной, или атриальной) полостью, которая заканчивается атриопором. На верхнем и нижнем полюсах глотки можно видеть участки, лишенные жаберных щелей. Нижний полюс - эндостиль содержит слизистые железы и выстлан мерцательным эпителием. На него оседают частички пищи. Желобок на верхнем полюсе называется гиперbronхиальной или наджаберной бороздкой, здесь образуется слизистый тяж с пищевыми частичками. Оба образования играют важную роль в процессе питания ланцетника (рис. 5.24).

Обратите внимание на размеры глотки: она доходит почти до середины тела и переходит в короткий, не дифференцированный на отделы кишечник. От его начальной части к переднему концу отходит слепой печеночный вырост, который просвечивает сквозь жаберные щели глотки (виден не на всех препаратах). Анальное отверстие находится между хвостовым и брюшным плавниками.

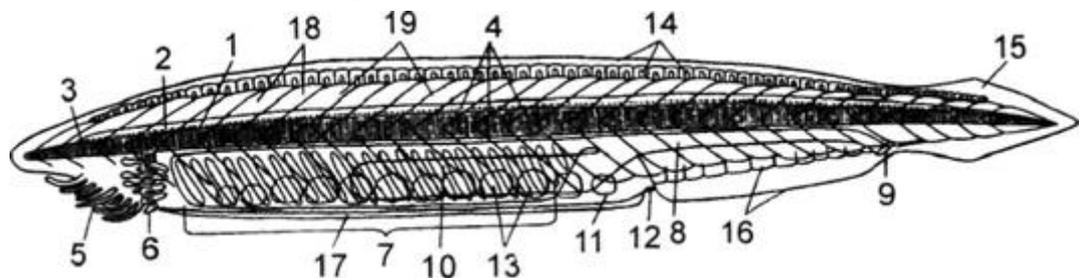


Рис. 5.23. Ланцетник (тотальный препарат): 1 - хорда; 2 - нервная трубка; 3 - непарный глаз; 4 - светочувствительные глазки; 5 - околоротовые щупальца; 6 - парус; 7 - глотка с жаберными щелями; 8 - кишка; 9 - анальное отверстие; 10 - печеночный вырост; 11 - окологлаберная полость; 12 - атриопор; 13 - гонады; 14 - спинной плавник; 15 -

хвостовой плавник; 16 - брюшной плавник; 17 - метаплевральные складки; 18 - миомеры; 19 - миосепты

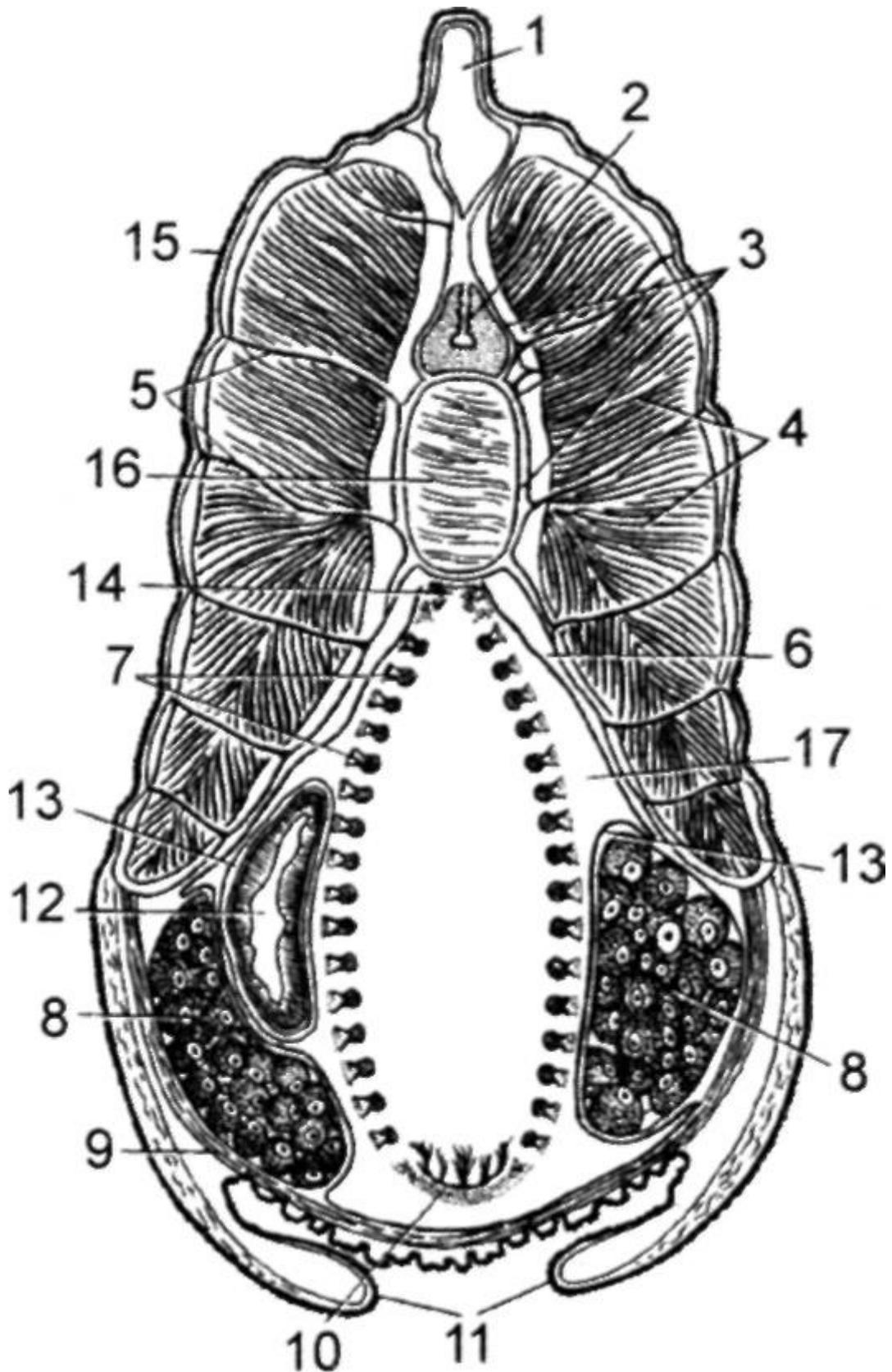


Рис. 5.24. Ланцетник (поперечный срез в области глотки): 1 - камера спинного плавника; 2 - нервная трубка с невроцелем; 3 - скелетогенный слой; 4 - миомеры; 5 - миосепты; 6 - субхордиальный целом; 7-межжаберные перегородки; 8 - гонады; 9 -

брюшная мускулатура; 10 - эндостиль; 11 - метаплевральные складки; 12 - печеночный вырост; 13 - участки целома; 14 - наджаберная борозда; 15 - эпидермис; 16 - хорда; 17 - артериальная полость

Зарисуйте тотальный препарат ланцетника. На рисунке должны быть обозначены: 1) предротовое отверстие; 2) ротовые щупальца; 3) глотка; 4) жаберные щели; 5) кишечник; 6) печеночный вырост (если видно); 7) анальное отверстие; 8) атриопор.

Зарисуйте поперечный срез на уровне глотки ланцетника. На рисунке должны быть обозначены: 1) полость глотки; 2) жаберные щели; 3) межжаберные перегородки; 4) эндостиль; 5) атриальная полость; 6) печеночный вырост; 7) наджаберная бороздка (гиперbronхиальный желобок).

Работа 26.2. Органы дыхания и пищеварения окуня. Дыхательная и пищеварительная системы окуня

На макропрепарате дыхательной и пищеварительной систем окуня найдите и рассмотрите гомодонтную зубную систему и язык.

Обратите внимание на наличие только наружных ноздрей и отсутствие внутренних ноздрей - хоан.

Ротовая полость переходит в глотку, пронизанную жаберными щелями. Глотка без четкой границы переходит в желудок - наиболее широкий отдел кишечной трубки.

У окуня задняя часть желудка четко отграничена от двенадцатиперстной кишки. Последняя начинается от нижней поверхности желудка и в начальной части окружена шестью пилорическими придатками.

Вокруг желудка и двенадцатиперстной кишки располагается печень бурого цвета и мягкой консистенции. Здесь же виден желчный пузырь темного сине-зеленого цвета. Ткань поджелудочной железы у рыб рассеяна диффузно вдоль всей брыжейки кишечника.

Затем рассмотрите жабры и проследите связь дыхательной и пищеварительной систем в области глотки. Жабра состоит из костной пластинки - жаберной дуги, на выпуклой стороне которой расположено множество тонких эпителиальных выростов - жаберных лепестков. Имеющиеся в каждом лепестке кровеносные капилляры обеспечивают газообмен. На вогнутой противоположной стороне жаберной дуги найдите небольшие зубовидные выросты - жаберные тычинки, защищающие жаберные лепестки от засорения (рис. 5.25, 5.26).

Зарисуйте строение органов дыхания и пищеварения. На рисунке должны быть обозначены: 1) подъязычный аппарат; 2) язык; 3) жаберная дуга; 4) жаберные тычинки; 5) глоточные зубы; 6) глотка; 7) пищевод; 8) желудок; 9) печень; 10) желчный пузырь; 11) пилорические придатки; 12) двенадцатиперстная кишка; 13) толстая кишка; 14) анальное отверстие.

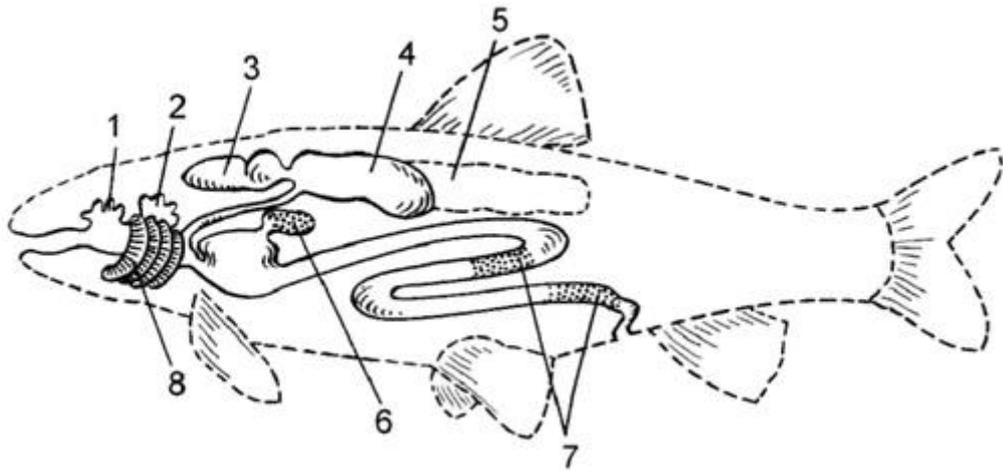


Рис. 5.25. Схема органов водного и воздушного дыхания взрослых рыб: 1 - выпячивание в ротовой полости; 2 - наджаберные органы; 3-5 - отделы плавательного пузыря; 6 - выпячивание в желудке; 7 - участки поглощения кислорода в кишечнике; 8 - жабра

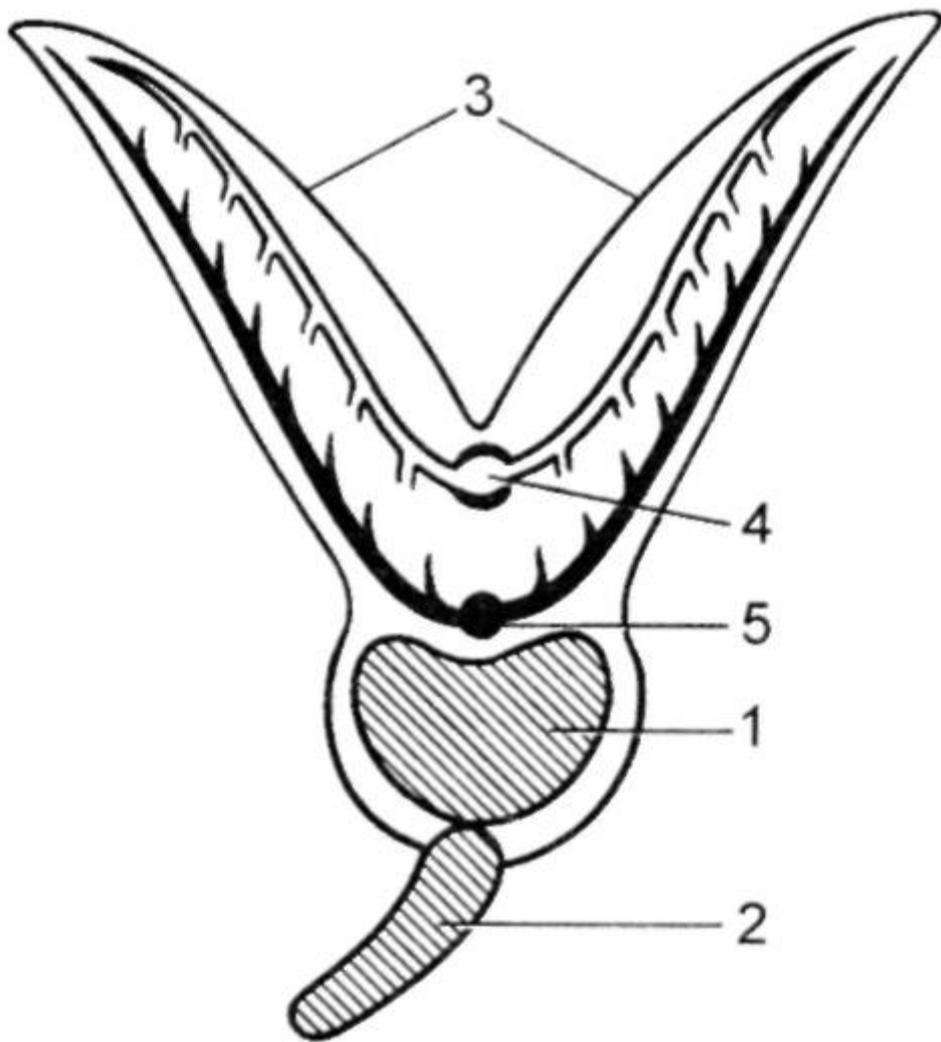


Рис. 5.26. Схема поперечного разреза дуги костистой рыбы: 1 - жаберная дуга; 2 - жаберная тычинка; 3 - жаберные лепестки; 4 - приносящая жаберная артерия; 5 - выносящая жаберная артерия

Работа 26.3. Дыхательная и пищеварительная системы лягушки

На макропрепарате пищеварительной системы лягушки изучите особенности строения ротоглоточной полости, которая содержит язык, гомодонтные зубы и дифференцированную систему мышц.

Имея отношение к дыхательной системе, ротоглоточная полость характеризуется наличием внутренних ноздрей (хоан), мышц, принимающих активное участие в дыхательных движениях животного, и особым строением слизистой оболочки этой полости, позволяющей осуществлять газообмен.

Обратите внимание, что язык амфибии имеет особое прикрепление. Это позволяет выбрасывать его на значительное расстояние при ловле насекомых.

Ротоглоточная полость переходит в пищевод, а затем в желудок.

Найдите желудок (наиболее широкий отдел), который, постепенно сужаясь, переходит в двенадцатиперстную кишку. Последняя образует петлю, в брыжейке которой видна поджелудочная железа желтоватого цвета. Двенадцатиперстная кишка переходит в тонкую кишку, свернутую в петли. Тонкая кишка впадает в резко расширенную толстую кишку. Пищеварительная система заканчивается клоакой.

На микропрепарате «Эволюция органов дыхания позвоночных» найдите дыхательную систему земноводных. Обратите внимание на связь пищеварительной и дыхательной систем лягушки в начальных отделах. Хоаны открываются в ротоглоточную полость, за которой следует маленькая гортанно-трахейная камера. Трахея и бронхи отсутствуют. Легочные мешки маленькие и имеют ячеистое строение (рис. 5.27, а, б).

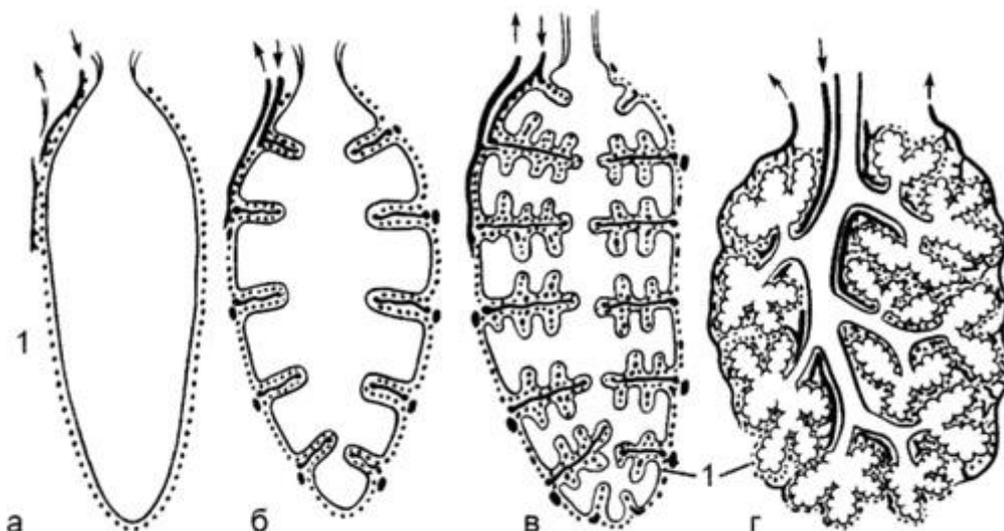


Рис. 5.27. Схема увеличения поверхности дыхательного эпителия у позвоночных: а - гладкостенный, окруженный капиллярами мешок (1) у некоторых амфибий (например, тритона); б - гребневидные внутренние выросты стенок легкого у некоторых амфибий; в - продолжающееся разделение на камеры: вокруг воздухопроводящего пространства (бронхиальный ствол) расположена система камер (некоторые амфибии, пресмыкающиеся); г - концевые разветвления бронхиолы в легком млекопитающего. Стрелками указано направление кровотока

Зарисуйте строение дыхательной и пищеварительной систем. На рисунке должны быть обозначены: 1) язык; 2) хоаны; 3) гомодонтные зубы; 4) ротоглоточная полость; 5) гортанно-трахейная камера; 6) пищевод; 7) печень; 8) желчный пузырь; 9) желудок; 10) поджелудочная железа; 11) двенадцатиперстная кишка; 12) тонкая кишка; 13) толстая кишка; 14) клоака; 15) легкие.

Работа 26.4. Дыхательная и пищеварительная системы ящерицы (агамы) На макропрепарате рассмотрите дыхательную и пищеварительную системы ящерицы (агамы). Над щелью рта найдите парные ноздри и в ротовой полости внутренние ноздри - хоаны. Рот ящерицы имеет конусообразные мелкие гомодонтные зубы на челюстях.

В области глотки наблюдается связь дыхательной и пищеварительной систем. От нее отходят как дыхательные пути, так и пищевод.

Органы дыхания представлены длинной трахейной трубкой, короткими бронхами и легкими (см. рис. 5.27, в, г; 5.28), которые имеют вид продолговатых мешков.

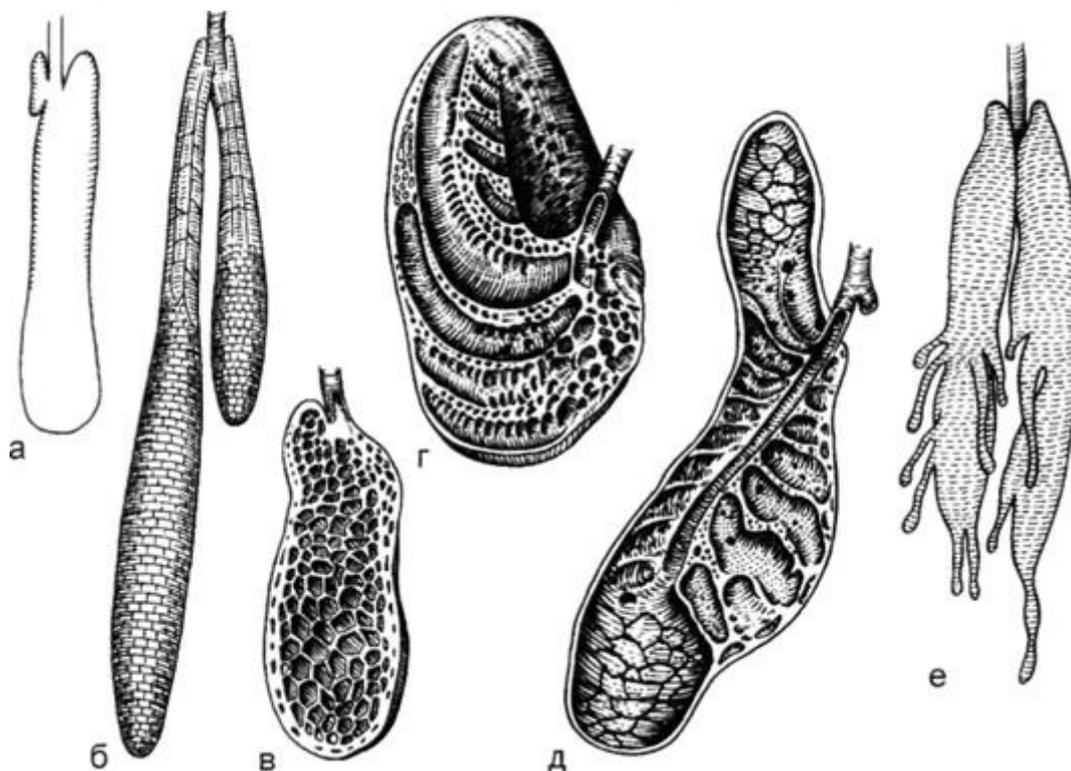


Рис. 5.28. Легкие пресмыкающихся: *а* - амфисбена (разрез); *б* - анаконда (вид сверху); *в* - гаттерия (разрез); *г* - варан (разрез); *д* - аллигатор (разрез); *е* - хамелеон (вид снизу; отростки - подобие воздушных мешков)

Затем рассмотрите органы пищеварения. Пищевод идет параллельно трахее и переходит в желудок, прикрывающий печень.

Найдите на внутренней стороне печени желчный пузырь. Обратите внимание, что желудок хорошо ограничен от кишечника. За желудком следует двенадцатиперстная кишка, в ее брыжейке лежит поджелудочная железа.

Двенадцатиперстная кишка переходит в тонкую кишку, которая продолжается в толстую кишку. Между тонкой и толстой кишкой имеется зачаток слепой кишки. Толстая кишка открывается в клоаку.

Зарисуйте органы дыхания и пищеварения. На рисунке должны быть обозначены: 1) зубы; 2) язык; 3) подъязычный аппарат; 4) ротовая полость; 5) пищевод; 6) желудок; 7) печень; 8) желчный пузырь; 9) желчный проток; 10) поджелудочная железа; 11) двенадцатиперстная кишка; 12) тонкая кишка; 13) зачаток слепой кишки; 14) прямая кишка; 15) клоака; 16) наружные ноздри; 17) хоаны; 18) гортань; 19) трахеи; 20) бронхи; 21) вскрытое легкое; 22) ячейки легкого.

Работа 26.5. Дыхательная и пищеварительная системы птицы

На макропрепарате найдите у основания клюва щелевидные наружные ноздри.

Обратите внимание на связь дыхательной и пищеварительной систем в области глотки. Найдите трахею (ее легко узнать по хрящевым кольцам) и бронхи. Затем найдите легкие. Они отличаются небольшими размерами и компактным строением (рис. 5.29, 5.30).

Изучите пищеварительную систему птиц. Пищевод переходит в расширение - зоб. Найдите большой желудок округлой формы. Верхняя (железистая) часть желудка имеет трубчатую форму. Нижняя округлая часть - мускулистый желудок - переходит в двенадцатиперстную кишку. Найдите тонкую и толстую кишку и два слепых отростка на границе между ними.

Обратите внимание на специфику соотношения длины отделов кишечника, общей длины кишечника и длины туловища (рис. 5.31).

Кишечник заканчивается клоакой.

Зарисуйте строение дыхательной и пищеварительной систем. На рисунке должны быть обозначены: 1) язык; 2) гортанная щель; 3) пищевод; 4) зоб; 5) трахея; 6) бронхи; 7) легкие; 8) железистый желудок; 9) мышечный желудок; 10) двенадцатиперстная кишка; 11) печень; 12) тонкая кишка; 13) поджелудочная железа; 14) слепая кишка; 15) толстая кишка; 16) клоака.

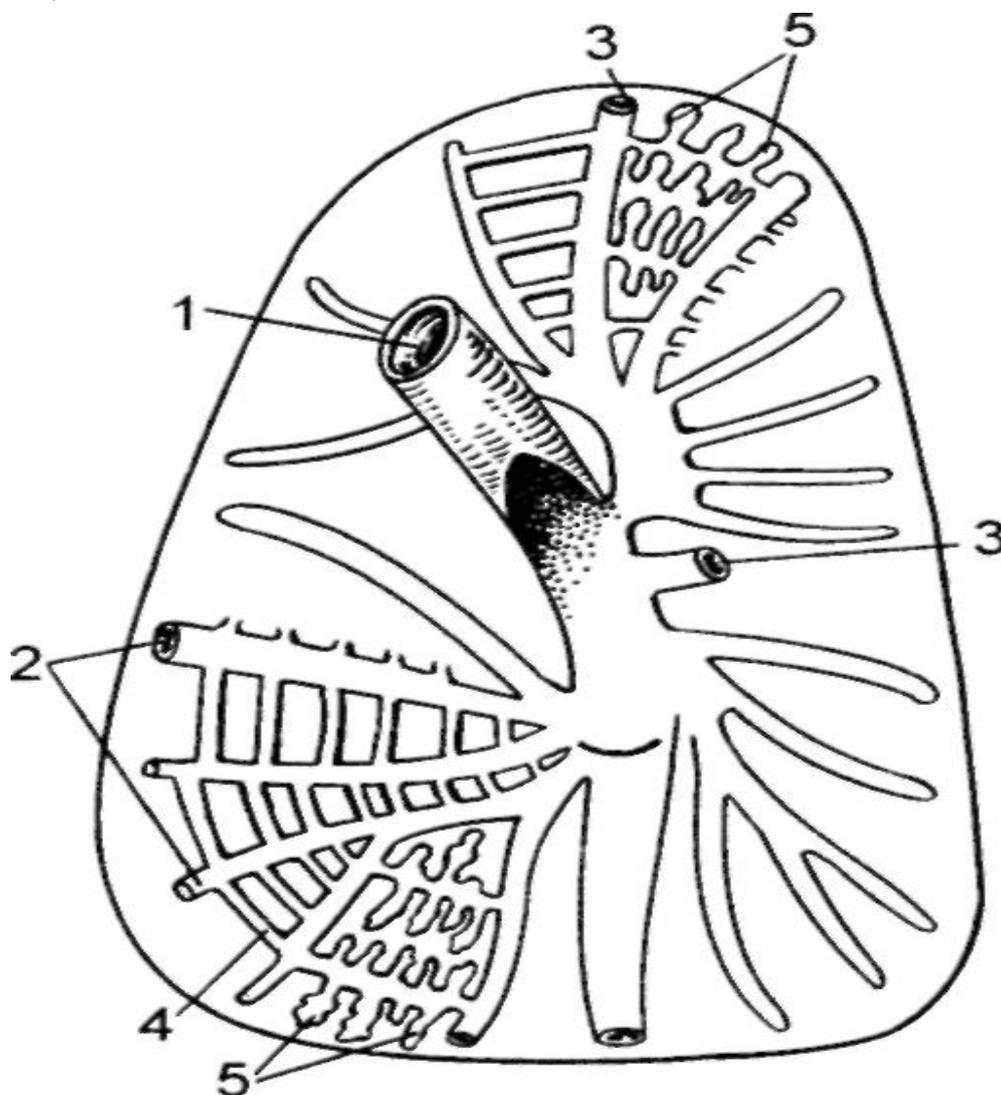


Рис. 5.29. Схема строения легкого птицы: 1 - бронх; 2 - вторичные бронхи; 3 - место соединения вторичного бронха с воздушным мешком; 4 - парабронхи; 5 - бронхиолы

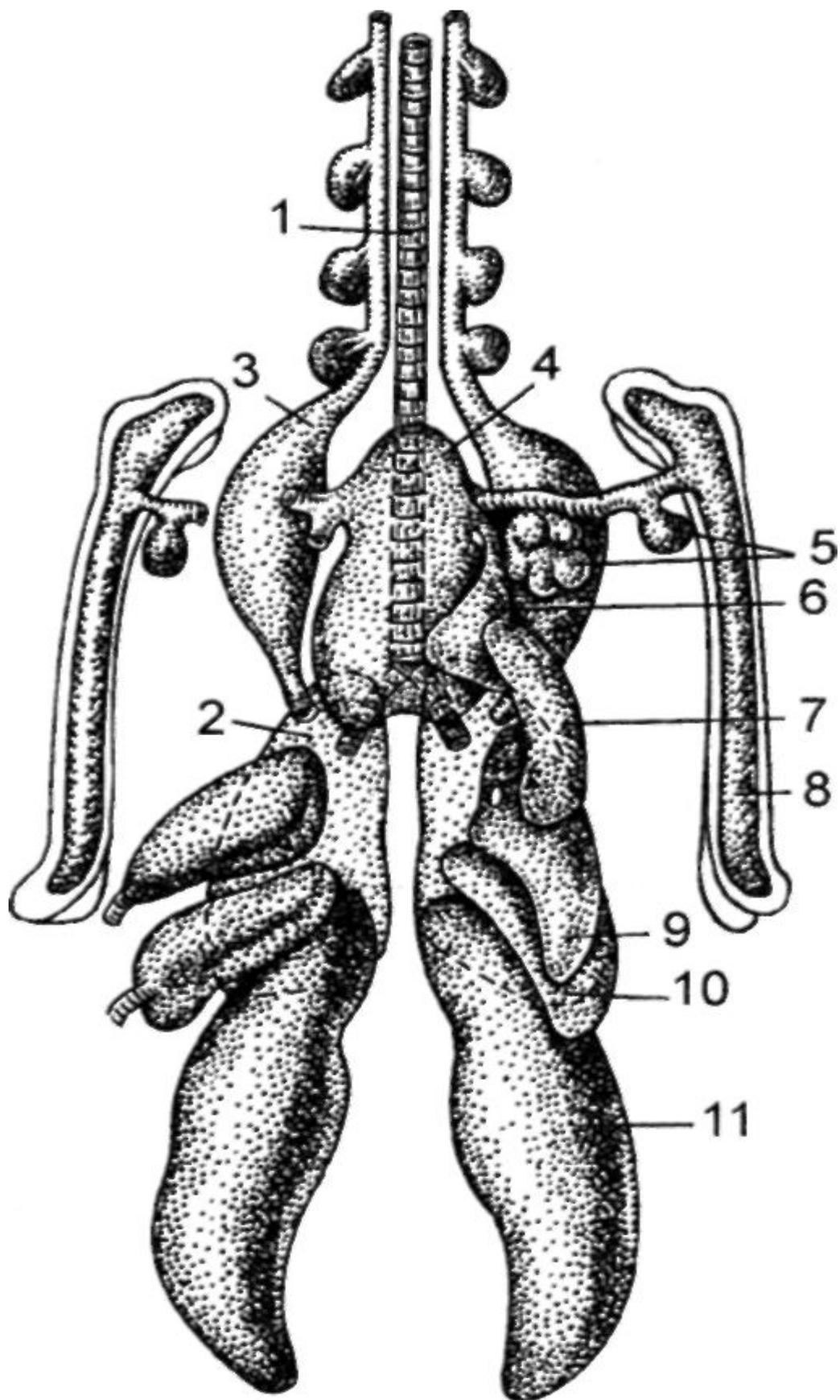


Рис. 5.30. Схема воздушных мешков птиц (вид с брюшной стороны): 1 - трахея; 2 - легкое; 3 - шейный мешок; 4 - межключичный мешок; 5-8 - выросты межключичного мешка; 9 - переднегрудной мешок; 10 - заднегрудной мешок; 11 - брюшной воздушный мешок

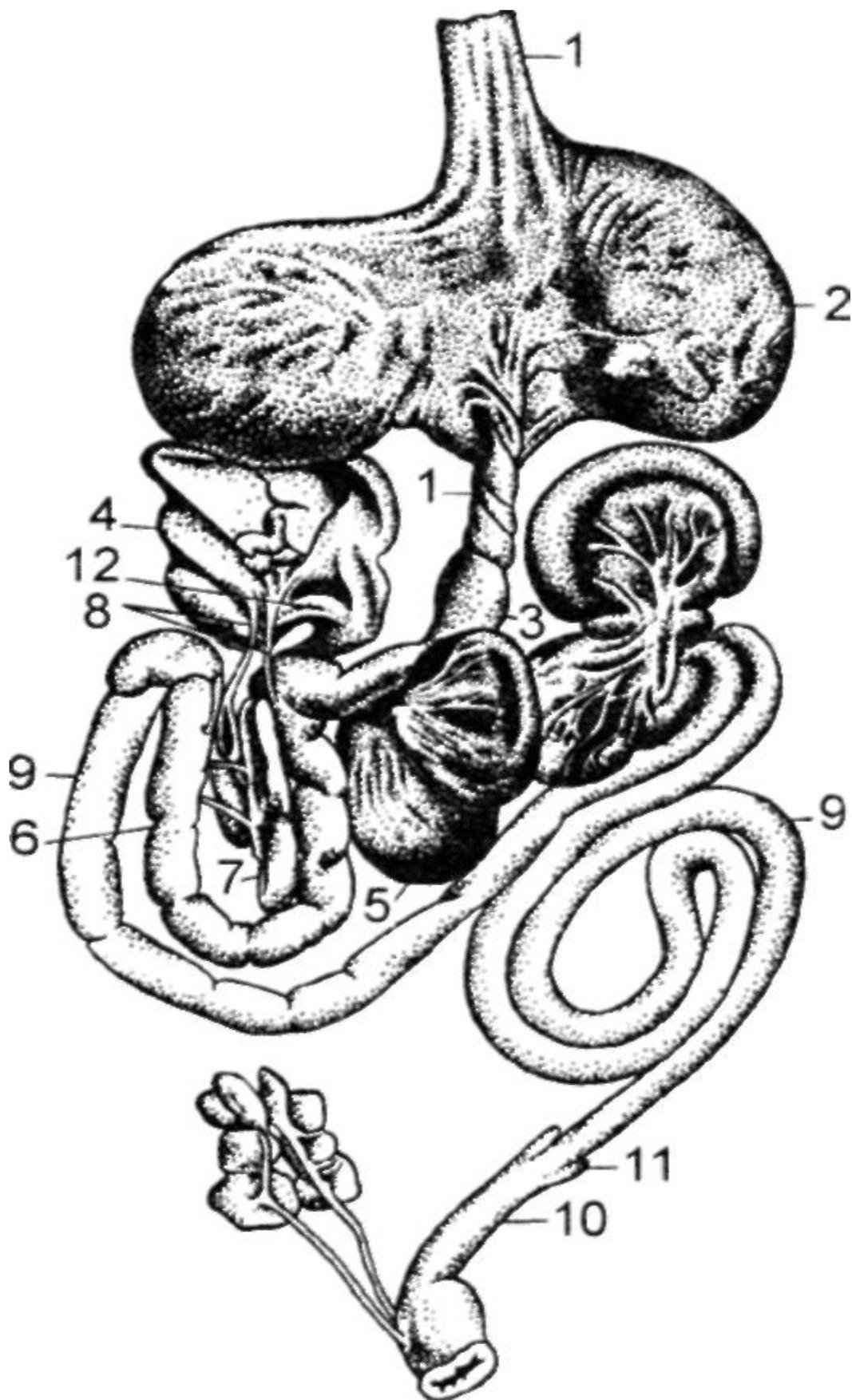


Рис. 5.31. Строение пищеварительной системы голубя: 1 - пищевод; 2 - зоб; 3 - железистый желудок; 4 - печень; 5 - мускулистый желудок; 6 - двенадцатиперстная кишка; 7 - поджелудочная железа; 8 - желчные протоки; 9 - тонкая кишка; 10 - прямая кишка; 11 - слепые кишки; 12 - селезенка

Работа 26.6. Дыхательная и пищеварительная системы крысы

Рассматривая на макропрепарате голову крысы, обратите внимание на жесткие волосы (вибриссы) на верхней губе. Верхняя губа, как у всех грызунов, раздвоена; зубная система гетеродонтная, верхние резцы имеют характерную для грызунов долотообразную форму.

На макропрепарате «Эволюция органов дыхания наземных позвоночных (крыса)» найдите трахею, состоящую из хрящевых колец, и место, где она делится на два бронха. Найдите легкие. Обратите внимание, что каждое легкое состоит из нескольких долей (см. рис. 5.27).

На макропрепарате органы пищеварения крысы найдите пищевод, объемистый желудок, двенадцатиперстную кишку с поджелудочной железой и печенью (рис. 5.32).

Красно-бурая печень разделена на доли разной величины. Желчный пузырь у крыс отсутствует (у мышей есть).

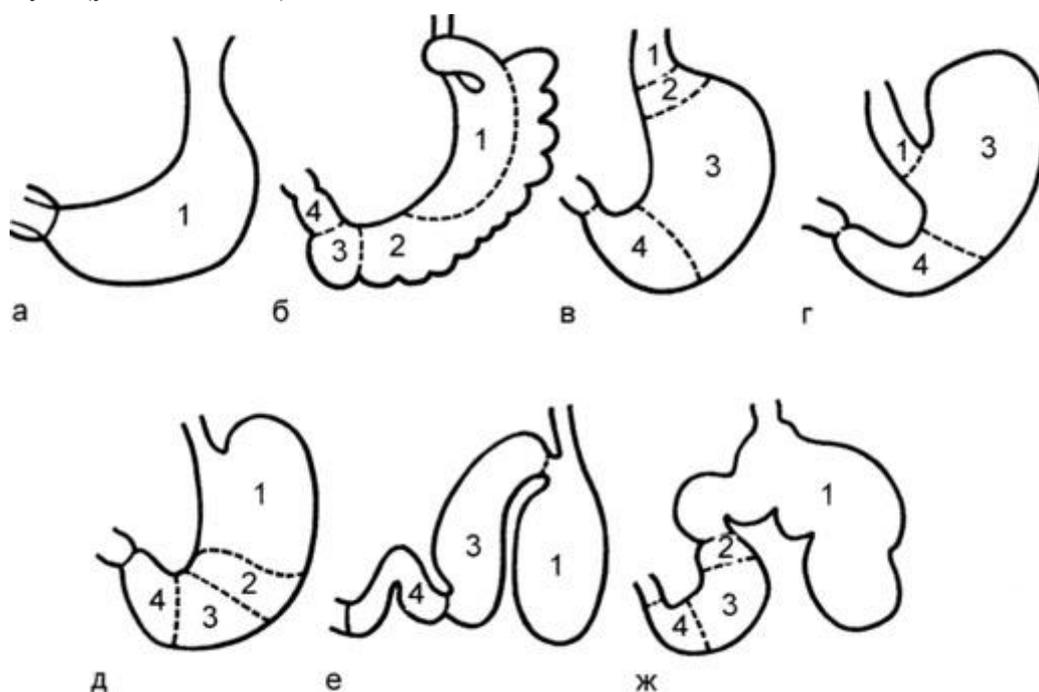


Рис. 5.32. Схема строения желудков млекопитающих: а - ехидна; б - кенгуру; в - человек; г - заяц; д - даман; е - дельфин; ж - бык; 1 - многослойный эпителий пищевода; 2 - однослойный эпителий с кардиальными железами; 3 - то же с фундальными железами; 4 - то же с пилорическими железами

Найдите тонкую кишку, затем объемистую слепую кишку с червеобразным придатком на конце, длина которой практически равна всей длине толстого кишечника. Затем рассмотрите толстую и прямую кишку.

Зарисуйте строение дыхательной и пищеварительной систем. На рисунке должны быть обозначены: 1) гортань; 2) трахея; 3) бронхи; 4) легкие; 5) рот; 6) пищевод; 7) желудок; 8) печень; 9) поджелудочная железа; 10) двенадцатиперстная кишка; 11) тонкая кишка; 12) слепая кишка; 13) толстая кишка; 14) прямая кишка; 15) брыжейка; 16) заднепроходное отверстие.

Работа 26.7. Зубная система позвоночных

Костные рыбы (окунь)

Пищеварительный тракт начинается ротовой полостью, крыша которой образована непосредственно основанием черепа (первичное нёбо) (рис. 5.33, а).

Мелкие зубы расположены у окуня не только на верхнечелюстных, межчелюстных и зубных костях, но и на нёбных костях, сошнике и копуле подъязычной дуги. Все зубы однотипные, конические, с вершинами, обращенными назад (*гомодонтная* зубная система). Служат зубы у рыб исключительно для удержания добычи, а не для измельчения (рис. 5.34, а).

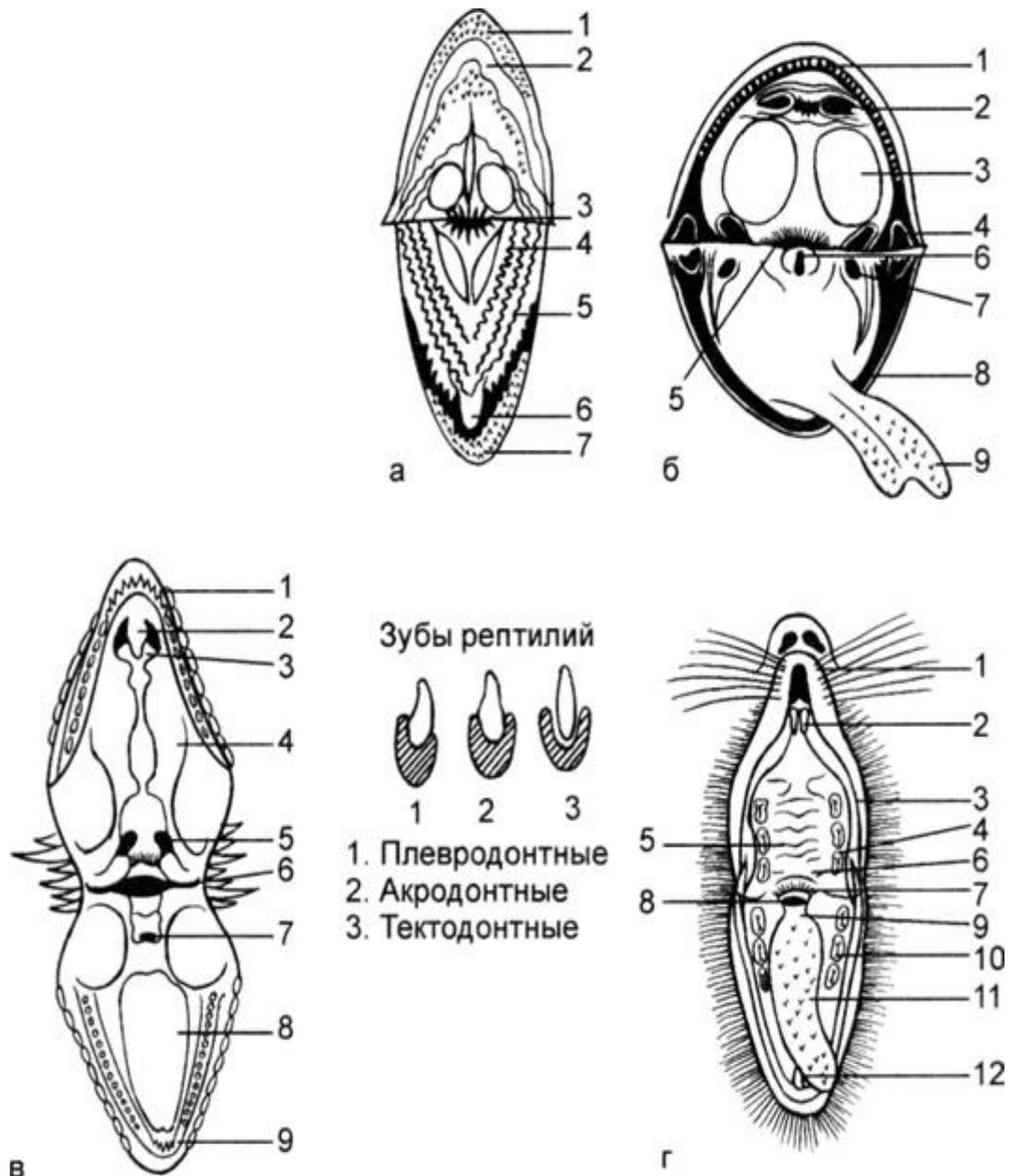


Рис. 5.33. Ротовая полость позвоночных: *а* - рыба: 1 - зубы верхней челюсти; 2 - крыша ротовой полости; 3 - отверстие пищевода; 4 - жаберные щели; 5 - жаберные дуги; 6 - язык; 7 - зубы нижней челюсти; *б* - амфибия: 1 - зубы верхней челюсти; 2 - хоаны; 3 - глазные яблоки; 4 - отверстие слуховой трубы; 5 - отверстие пищевода; 6 - отверстие гортани; 7 - отверстие резонатора; 8 - нижняя челюсть; 9 - язык; *в* - рептилия: 1 - зубы верхней челюсти; 2 - сошник; 3 - хоаны; 4 - складки вторичного нёба; 5 - отверстие слуховой трубы; 6 - отверстие пищевода; 7 - отверстие трахеи; 8 - язык; 9 - зубы нижней челюсти; *г* - млекопитающее: 1 - верхняя губа; 2 - верхние резцы; 3 - преддверие полости рта; 4 - верхние моляры; 5 - твердое небо; 6 - мягкое небо; 7 - отверстие пищевода; 8 - отверстие гортани; 9 - надгортанник; 10 - нижние моляры; 11 - язык; 12 - нижние резцы

По своему происхождению и развитию зубы гомологичны плакоидной чешуе хрящевых рыб.

Амфибии (лягушка)

Зубная система *гомодонтная*. Зубы у лягушки имеют вид простых конусов, приращенных основанием к кости, а вершиной направленных назад. Они все однородные и служат лишь для удержания добычи. Зубы сидят на внутреннем крае межчелюстных и верхнечелюстных костей, а также на сошниках. На нижнечелюстных костях у лягушки зубов нет (у жаб их нет и на верхней челюсти) (рис. 5.33, б).

Рептилии

Зубная система *гомодонтная*. Зубы у рептилий мелкие, конические. Служат они для схватывания и удержания пищи. Основаниями зубы приращены к кости. Сидят они на межчелюстных, верхнечелюстных, крыловидных и зубных костях. В отличие от амфибий, у рептилий зубы на сошниках отсутствуют (рис. 5.33, в; 5.34, а, б).

Млекопитающие

В отличие от зубов других позвоночных зубы млекопитающих неоднородны (*гетеродонтная* зубная система). Они дифференцируются на резцы, клыки и коренные, которые, в свою очередь, разделяются на большие и малые коренные. Резцы служат для откусывания пищи и имеют долотообразную форму. В верхней челюсти они сидят в межчелюстных костях. Клыки имеют форму острого конуса и служат для хватания и удержания добычи, тогда как коренные зубы служат для ее измельчения. Малые коренные отличаются от больших своей менее сложной формой и меньшими размерами.

Каждый зуб млекопитающих в противоположность зубам остальных позвоночных сидит в отдельной ячейке. Следовательно, зубы текодонтные. Основание зубов сужается, образуя корень (рис. 5.33, г; 5.34, в, г, д).

У разных групп млекопитающих в связи с их образом жизни зубы имеют разнообразное строение: так, у грызунов нет клыков, а резцы особенно развиты; у хищных, наоборот, резцы развиты слабо, а клыки очень хорошо.

Эволюция зубной системы человека пошла по пути редукции ее переднего отдела, особенно клыков. Они сильно уменьшились в размере, не выступают из зубного ряда и не перекрываются. Исчезли диастемы на верхних и нижних челюстях, зубы стоят плотным рядом, зубная дуга получила округлую форму. Премоляры и моляры уменьшились в размерах, но усложнилось их строение. Зубная формула

человека $\frac{2123}{2123}$, а у кролика $\frac{2033}{1023}$.

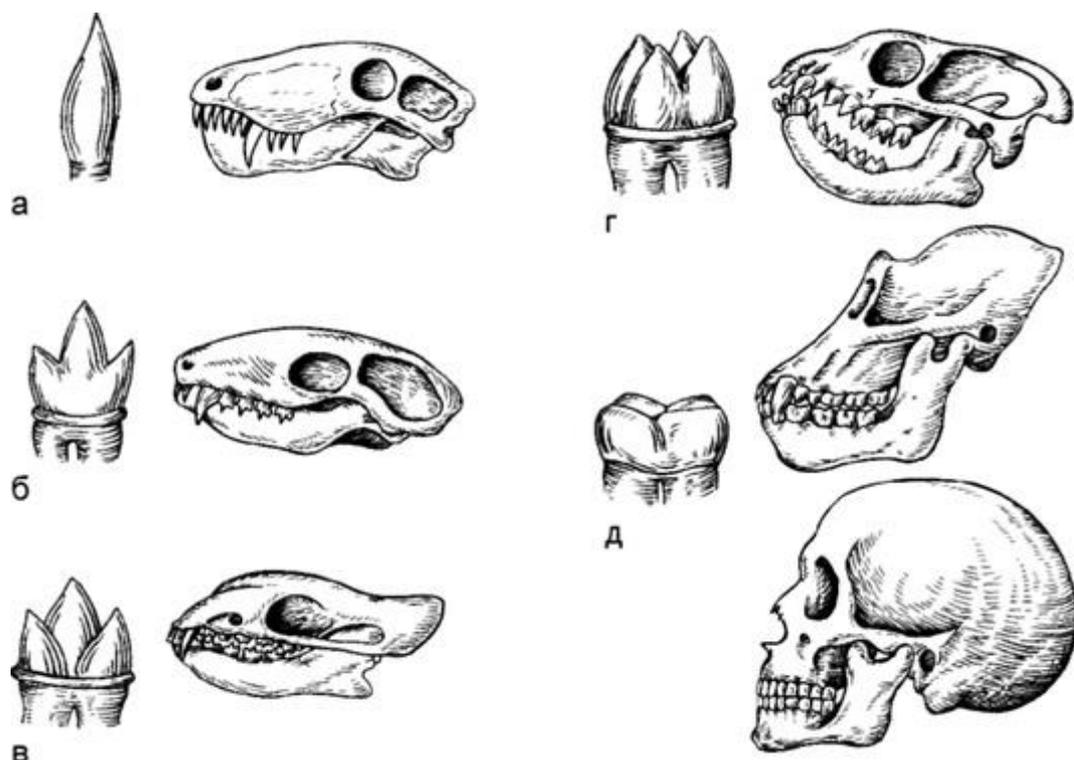


Рис. 5.34. Эволюция зубной системы позвоночных: *а* - конические зубы пермских рептилий; *б* - трехзубчатые зубы высших терподонтов; *в* - трехбугорчатые зубы примитивных млекопитающих; *г* - четырехбугорчатые зубы ископаемой полуобезьяны; *д* - тупобугорчатые зубы высших обезьян и человека.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. У больного обнаружен дивертикул пищевода. Каков возможный механизм возникновения аномалии и прогноз на будущее?

Задание 2. У больного при обследовании обнаружено сужение желчного протока. Предположите, каков возможный механизм возникновения аномалии и прогноз на будущее?

Задание 3. У доношенного плода обнаружено нарушение ветвления бронхиального дерева. Каков возможный механизм возникновения аномалии и прогноз на будущее?

Тема 27. Филогенез висцерального черепа позвоночных

Цель занятия. Изучить основные этапы и направления преобразований висцерального черепа позвоночных. Уметь:

- использовать закономерности филогенетических преобразований висцерального черепа в ряду позвоночных для объяснения процессов формирования лицевого черепа в онтогенезе человека и возможных механизмов основных аномалий развития;
- идентифицировать элементы висцерального черепа на макропрепаратах различных классов позвоночных и проследить их гомологию;
- использовать материал для доказательства животного происхождения человека.

Мотивационная характеристика. Лицевой череп человека сформировался в результате преобразования структур висцерального черепа предковых форм позвоночных. Знания основных этапов и направлений этих преобразований нужны для правильного понимания происхождения элементов лицевого скелета человека и аномалий его развития.

Этот материал студенты используют при изучении нормальной и патологической анатомии, физиологии, травматологии, стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) характеристику особенностей строения и функции жаберных дуг надкласса Рыбы, классов Амфибии, Рептилии, Птицы и Млекопитающие; 2) типы сочленений нижней челюсти с черепом; 3) основные этапы и главные направления эволюции висцерального черепа позвоночных; 4) основные аномалии развития лицевого черепа человека и возможные механизмы их происхождения.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Гиомандибулярный хрящ амфибий выполняет роль:
 - 1) подвески челюстей;
 - 2) слуховой косточки;
 - 3) опоры для дыхательного аппарата;
 - 4) подъязычного скелета;
 - 5) опоры для пищеварительного тракта.
2. Гиостильный череп характерен:
 - 1) для амфибий;
 - 2) костных рыб;
 - 3) рептилий;
 - 4) млекопитающих;
 - 5) хрящевых рыб.
3. В процессе эмбрионального развития у млекопитающих 2-я и 3-я жаберные дуги образуют:
 - 1) наковальню;
 - 2) молоточек;
 - 3) стремечко;
 - 4) щитовидный хрящ;
 - 5) подъязычный скелет.
4. Для висцерального черепа костных рыб характерны:
 - 1) рудиментация гиомандибулярного хряща;
 - 2) аугостильный тип соединения челюстей с мозговым черепом;
 - 3) появление предчелюстных и челюстных костей в верхней челюсти;
 - 4) появление слуховой косточки - столбика;
 - 5) наличие пяти пар жаберных дуг.

Аудиторная работа

Содержание. Изучить на препаратах и схемах висцеральный череп: 1) хрящевой рыбы; 2) костной рыбы; 3) амфибий; 4) рептилий; 5) птицы; 6) млекопитающего.

Оборудование. 1. Таблицы: висцеральный череп хрящевой рыбы, костной рыбы, амфибий, рептилий, птицы, млекопитающего. Эволюция первых двух жаберных

(висцеральных) дуг позвоночных. Типы сочленения нижней челюсти с черепом. 2. Макропрепараты: черепы акулы, окуня, лягушки, ящерицы, голубя, крысы.

Работа 27.1. Висцеральный скелет хрящевой рыбы (череп акулы)

Найдите на схеме и макропреparate составные части висцерального черепа: жаберные дуги, подъязычную и челюстную дуги.

Жаберных дуг у акулы пять пар. Каждая из них образована четырьмя парными хрящами и одним непарным (копула), который замыкает дуги снизу. От задних краев жаберных дуг отходят хрящевые лучи, поддерживающие межжаберные перегородки (рис. 5.35; 5.42, а).

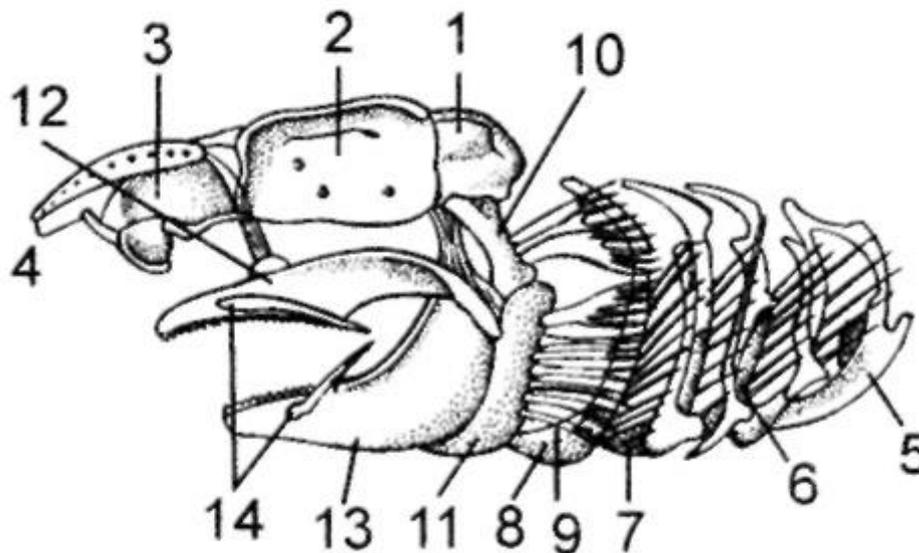


Рис. 5.35. Череп акулы (по Грегори): 1 - слуховая капсула; 2 - глазница; 3 - обонятельная капсула; 4 - ростральные хрящи; 5-8 - жаберные дуги; 9 - лучи, поддерживающие межжаберные перегородки; 10 - гиомандибулярный хрящ; 11 - гиоид; 12 - нёбно-квадратный хрящ; 13 - меккелев хрящ; 14 - губные хрящи

Подъязычная дуга (гиоидная) состоит у акул из парных гиомандибулярных и гиоидных хрящей и непарного хряща - копулы, соединяющего снизу эти хрящи. Обратите внимание, что гиомандибулярный хрящ сочленяется с черепной коробкой и гиоидом, а также с впереди лежащей челюстной дугой, т.е. выполняет роль подвеска для челюстной дуги (гиостильный череп).

Челюстная дуга представлена у акулы парными нёбно-квадратными (верхними) и меккелевыми (нижними) хрящами. На челюстной дуге с каждой стороны лежит по паре губных хрящей (рис. 5.36; 5.43, а).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) жаберные дуги; 2) лучи, поддерживающие межжаберные перегородки; 3) гиомандибулярный хрящ; 4) гиоид; 5) нёбно-квадратный хрящ; 6) меккелев хрящ; 7) губные хрящи.

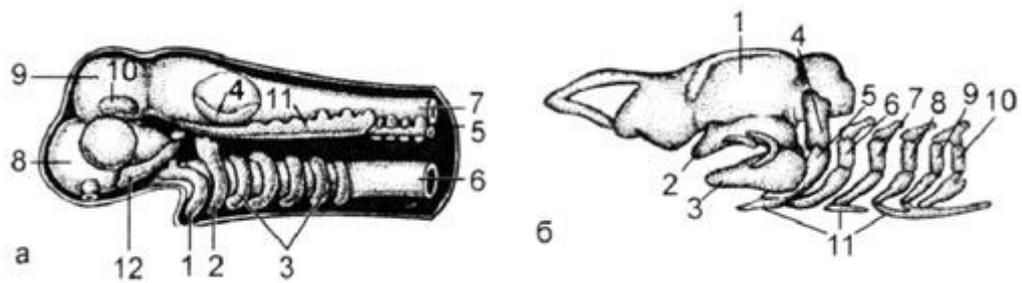


Рис. 5.36. Хрящевой череп акулы: *а* - зародыш: 1 - челюстная дуга; 2 - подъязычная дуга; 3 - 3-6-я жаберные дуги; 4 - слуховая капсула; 5 - хорда; 6 - кишка; 7 - спинной мозг; 8 - передний мозговой пузырь; 9 - средний мозговой пузырь; 10 - глазничные хрящи; 11 - парахордалии; 12 - трабекулы; *б* - взрослая особь: 1 - осевой череп; 2 - нёбно-квадратный хрящ; 3 - нижний хрящ 1-й дуги; 4 - гиомандибулярный хрящ; 5 - гиоид; 6-10 - жаберные дуги; 11 - копула

Работа 27.2. Висцеральный череп костной рыбы

Рассмотрите макропрепарат. Обратите внимание на то, что у костных рыб висцеральный скелет кроме челюстной, подъязычной и жаберных дуг имеет жаберную крышку.

Первичная верхняя челюсть образована парными нёбными и квадратными костями, между которыми располагаются три крыловидные кости. Вторичные челюсти образованы парными челюстными и верхнечелюстными костями. Нижняя челюсть представлена сочленовными костями, зубной костью и угловой костью. Верхняя часть подъязычной дуги состоит, как у акулы, из большой гиомандибулярной кости. К ней причленяются с одной стороны симплектик (кость, свойственная только костным рыбам), а с другой - гиоид (рис. 5.37; 5.42).

Жаберных дуг пять пар, как и у акулы, но последняя пара сильно редуцирована.

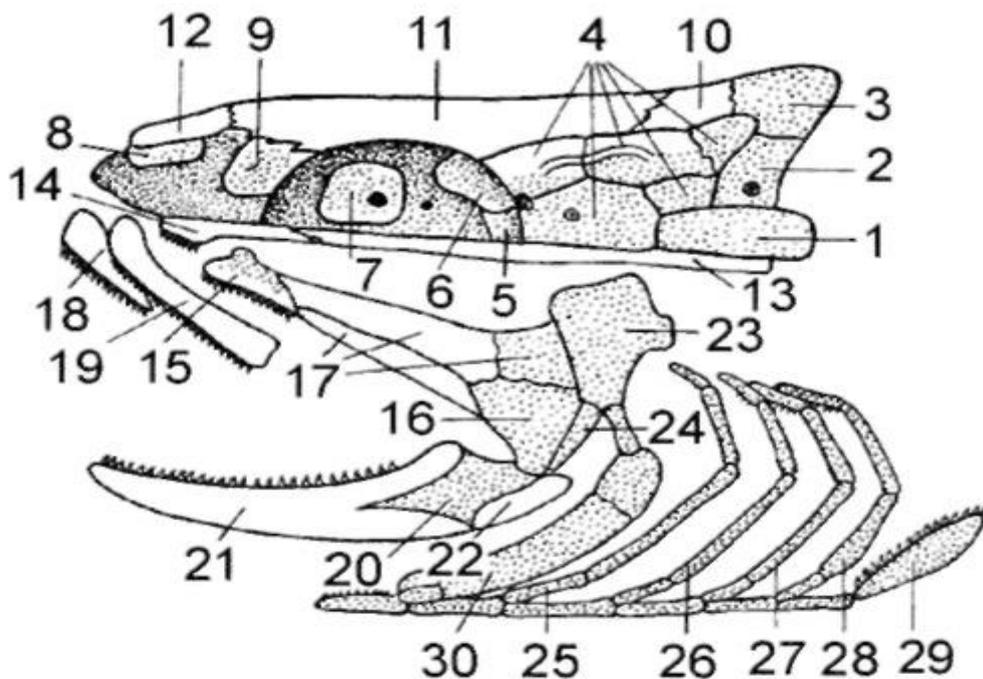


Рис. 5.37. Схема черепа костистой рыбы (жаберная крышка и окологлазничное кольцо удалены). Хрящевые кости обозначены пунктиром (по Шмальгаузену): 1 - нижнезатылочная кость; 2 - боковая затылочная; 3 - верхнезатылочная; 4 - ушные; 5 -

основная клиновидная; 6 - крылоклиновидная; 7 - глазоклиновидная; 8 - межобонятельная; 9 - боковая обонятельная; 10 - теменная; 11 - лобная; 12 - носовая; 13 - парасфеноид; 14 - сошник; 15 - нёбная; 16 - квадратная; 17 - крыловидные; 18 - межчелюстная; 19 - верхнечелюстная; 20 - сочленовная; 21 - зубная; 22 - угловая; 23 - гиомандибулярная; 24 - симплектикум; 25-29 - 1-5-я жаберные дуги; 30 - гиоид

Жаберная крышка причленяется к гиомандибулярной кости и образована четырьмя плоскими накладными костями (крышкой, подкрышкой, предкрышкой и межкрышкой).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) нёбная кость; 2) крыловидные кости; 3) квадратная кость; 4) сочленовная кость; 5) зубная кость; 6) угловая кость; 7) гиомандибулярный хрящ; 8) симплектикум; 9) гиоид.

Работа 27.3. Висцеральный череп лягушки

Череп земноводных аугостилический, поэтому обратите внимание, что нёбно-квадратный хрящ прирастает к черепной коробке.

К нижней поверхности нёбно-квадратного хряща прирастает парная крыловидная кость. Вторичные челюсти образованы, как и у костных рыб (и всех вышестоящих позвоночных), двумя парными костями: межчелюстными и верхнечелюстными. Позади верхнечелюстной кости располагается квадратно-скуловая кость. Своим передним концом она сочленяется с верхнечелюстной костью, а задним - прирастает к нёбно-квадратному хрящу (рис. 5.38, 5.42).

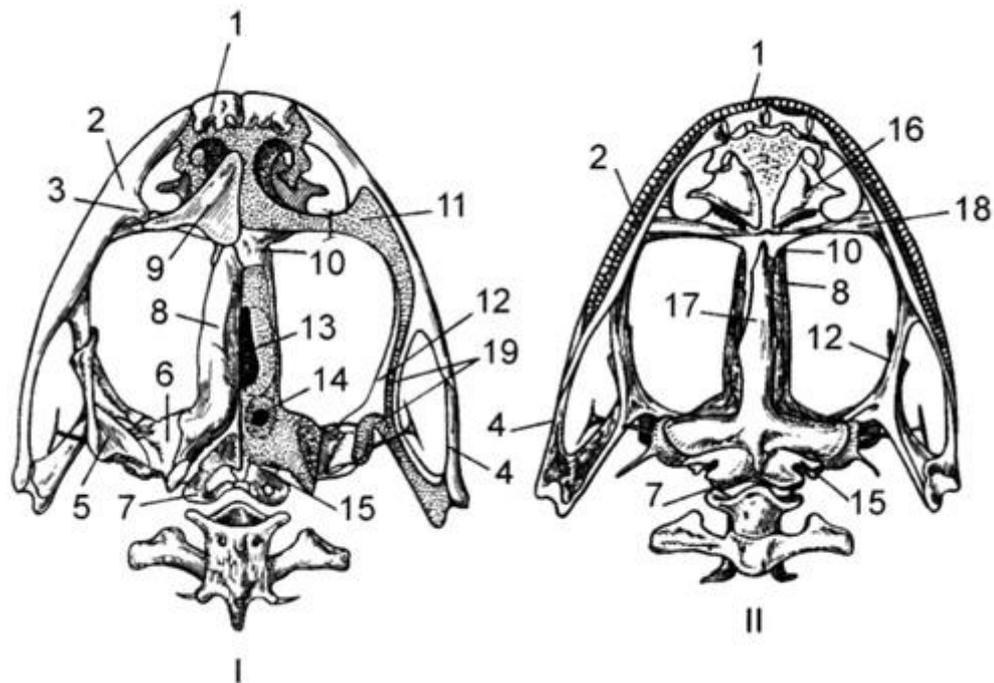


Рис. 5.38. Череп лягушки: I - слева; II - справа; 1 - межчелюстная кость; 2 - верхнечелюстная кость; 3 - лобный отросток верхнечелюстной кости; 4 - квадратно-скуловая кость; 5 - чешуйчатая кость; 6 - переднеслуховая кость; 7 - сочленовный мыщелок; 8 - лобно-теменная кость; 9 - носовая кость; 10 - клиновидно-решетчатая кость; 11 - предглазничный отросток; 12 - крыловидная кость; 13 - лобная фонтанель; 14 - теменная фонтанель; 15 - боковая затылочная кость; 16 - сошник; 17 - парасфеноид; 18 - нёбная кость; 19 - нёбно-квадратный хрящ

Нижняя челюсть образована меккелевым хрящом. Передняя часть меккелева хряща прикрыта зубной костью, а остальная (основная) часть - накладной угловой костью.

В отличие от рыб скелет жаберной крышки у амфибии полностью атрофирован. Благодаря этому гиомандибуляре, освободившаяся как от роли челюстного подвеса, так и от роли опоры для жаберной крышки, сильно уменьшается в размерах, выходит из состава челюстного аппарата и превращается в слуховую косточку - стремя.

Гиоидный хрящ вместе с передними жаберными дугами превращен в подъязычный аппарат.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) нёбно-квадратный хрящ; 2) крыловидные кости; 3) зубная кость; 4) угловая кость; 5) сочленовная кость (гомолог меккелева хряща); 6) гиомандибуляре.

Работа 27.4. Висцеральный череп рептилий

Для челюстного аппарата пресмыкающихся характерна более высокая степень окостенения, чем для аппарата земноводных. Из нёбно-квадратного хряща развивается только квадратная кость. У ящериц она подвижно сочленяется с черепной коробкой.

Покровные структуры нёбно-квадратного хряща представлены парными нёбными и крыловидными костями, а также характерными только для пресмыкающихся поперечными костями, соединяющими крыловидные с задними концами верхнечелюстных костей.

Основу нижней челюсти, как у амфибий и рыб, образует гомолог меккелева хряща - сочленовная кость, соединяющаяся с квадратной. Передняя часть сочленовной кости прикрыта большой зубной костью, а задняя - угловой косточкой.

Гиомандибуляре, как у земноводных, входит в состав органа слуха в виде слуховой косточки - стремени.

Остальная часть висцерального скелета представлена подъязычным аппаратом, который состоит из непарного хрящевого тела (копулы) и трех пар рожков. Передние рожки соответствуют гиоиду, а средние и задние - парным элементам двух передних жаберных дуг (рис. 5.39, 5.43).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены кости и хрящи: 1) нёбная кость; 2) крыловидные кости; 3) квадратная кость; 4) сочленовная кость; 5) угловая кость; 6) зубная кость; 7) гиомандибулярный хрящ; 8) гиоид.

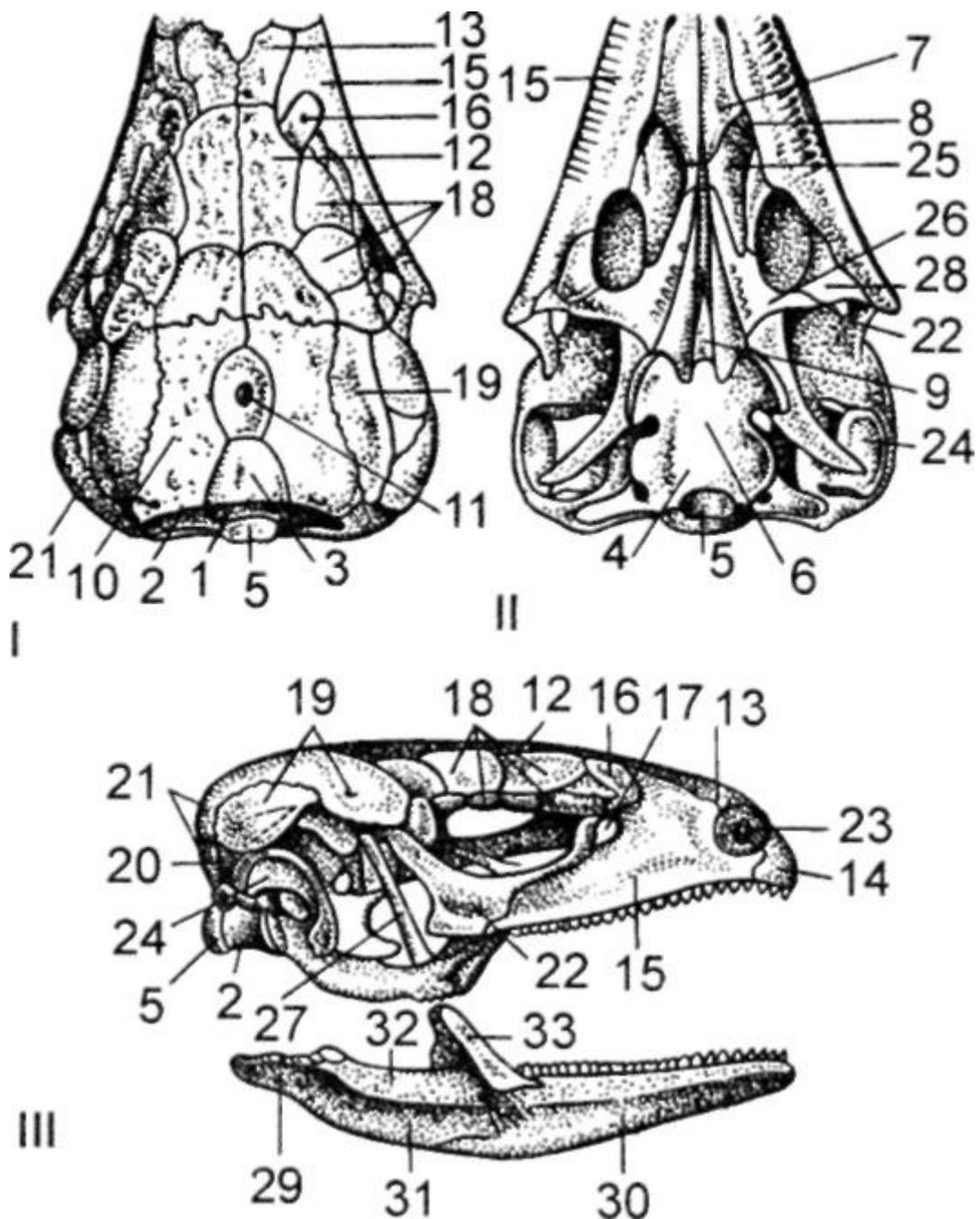


Рис. 5.39. Скелет черепа ящерицы (по Паркеру): I - сверху; II - снизу; III - сбоку; 1 - затылочная дыра; 2 - боковая затылочная кость; 3 - верхнезатылочная кость; 4 - нижнезатылочная кость; 5 - затылочный мыщелок; 6 - основная клиновидная кость; 7 - сошник; 8 - хоаны; 9 - парасфеноид; 10 - теменная кость; 11 - отверстие для теменного органа; 12 - лобная кость; 13 - носовая кость; 14 - межчелюстная кость; 15 - верхнечелюстная кость; 16 - предлобная кость; 17 - слёзная кость; 18 - надглазничные кости; 19 - заглазничные кости; 20 - чешуйчатая кость; 21 - надвисочные кости; 22 - скуловая кость; 23 - ноздря; 24 - квадратная кость; 25 - нёбная кость; 26 - нёбная кость, за ней - крыловидная кость; 27 - столбчатые кости; 28 - поперечная кость; 29 - сочленовная кость; 30 - зубная кость; 31 - угловая кость; 32 - надугловая кость; 33 - венечная кость

Работа 27.5. Висцеральный череп птицы (голубя)

На макропрепарате черепа птицы изучите особенности строения клюва.

Верхний клюв образован межчелюстными костями, которые срастаются в непарный элемент, имеющий вид трех длинных отростков. Верхний отросток (конец

клюва) срастается с носовыми костями, а боковые (края клюва) - с верхнечелюстными костями.

Большая квадратная кость подвижно сочленяется с черепной коробкой (как у чешуйчатых пресмыкающихся).

У голубя, как и у большинства птиц, вторичного нёба нет. Крыша ротовой полости образована непарным сошником и нёбными костями. Нёбные кости сращены спереди с верхнечелюстными. Между нёбными и квадратными костями располагаются крыловидные кости.

Нижняя челюсть состоит из двух костей, гомологичных меккелеву хрящу: из задней - сочленовной кости и из передней - подбородочной. Как и у рептилий, данные кости у птиц окружены покровными костями (зубной, пластинчатой, угловой, надугловой и венечной). Все эти кости у взрослой птицы сращены друг с другом до полной утраты швов. Правая и левая половина нижней челюсти тоже сращены в симфизисе.

Гиомандибулярный хрящ редуцирован и выполняет функцию слуховой косточки - стремени (рис. 5.40, 5.42).

Подъязычный аппарат полностью костный и состоит из удлиненного тела и длинных рожков, гомологичных 1-й паре жаберных дуг (рис. 5.43).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены кости: 1) межчелюстная; 2) верхнечелюстная; 3) носовая; 4) квадратная; 5) сочленовная; 6) зубная; 7) угловая; 8) сошник.

Работа 27.6. Висцеральный череп млекопитающего (крысы, кролика)

Рассмотрите висцеральный череп млекопитающего - макропрепарат. Верхние челюсти состоят, как и у всех позвоночных, из парных межчелюстных и верхнечелюстных костей. Последние у млекопитающих развиты особенно хорошо.

Главная особенность висцерального черепа млекопитающих заключается в том, что нижняя челюсть присоединяется к черепу непосредственно, образуя подвижный сустав с чешуйчатой костью черепной коробки.

Нижняя челюсть представлена парными зубными костями, которые впереди образуют друг с другом симфизис, а сзади несут направленный вверх отросток, заканчивающийся сочленовной головкой.

Квадратная кость первичной верхней челюсти теряет функцию подвески нижней челюсти и превращается в слуховую косточку - наковальню. Первичная нижняя челюсть в процессе эмбрионального развития также преобразуется в слуховую косточку - молоточек. И наконец, верхний отдел подъязычной дуги (гомолог гиомандибулярного хряща) образует 3-ю слуховую косточку - стремечко (рис. 5.41-5.44).

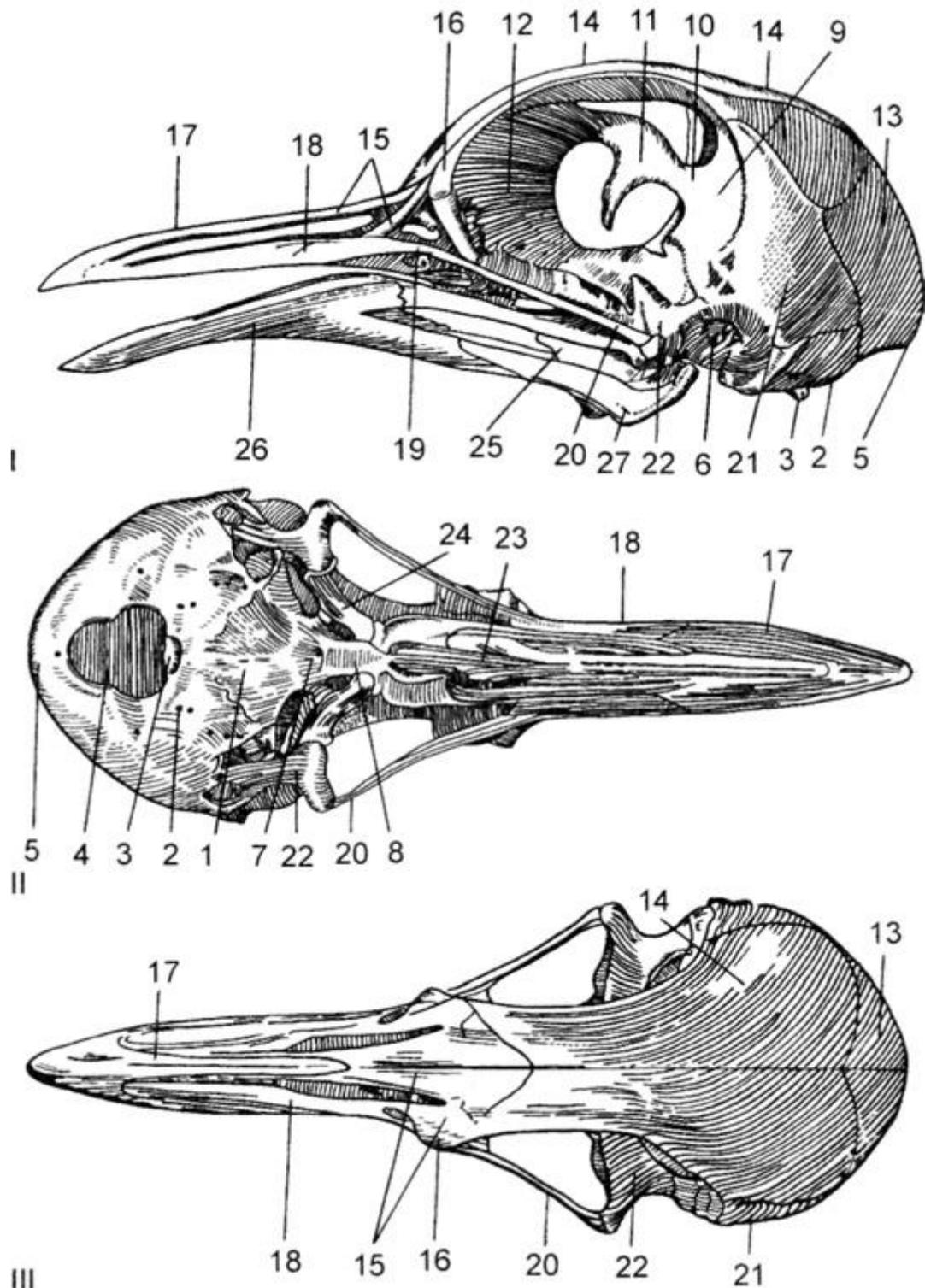


Рис. 5.40. Череп молодого голубя (по Брему): I - сбоку; II - снизу; III - сверху; 1 - основная затылочная кость; 2 - боковая затылочная кость; 3 - затылочный мышцелок; 4 - большая затылочная дыра; 5 - верхнезатылочная кость; 6 - ушная кость; 7 - основная клиновидная кость; 8 - переднеклиновидная кость; 9 - крылоклиновидная кость; 10 - глазоклиновидная кость; 11 - межглазничная перегородка; 12 - средняя обонятельная кость; 13 - теменная кость; 14 - лобная кость; 15 - носовая кость; 16 - слёзная кость; 17 - межчелюстная кость; 18 - верхнечелюстная кость; 19 - скуловая кость; 20 - квадратно-скуловая кость; 21 - чешуйчатая кость; 22 - квадратная кость; 23 - сошник; 24 - крыловидная кость; 25 - сочленовная кость; 26 - зубная кость; 27 - угловая кость

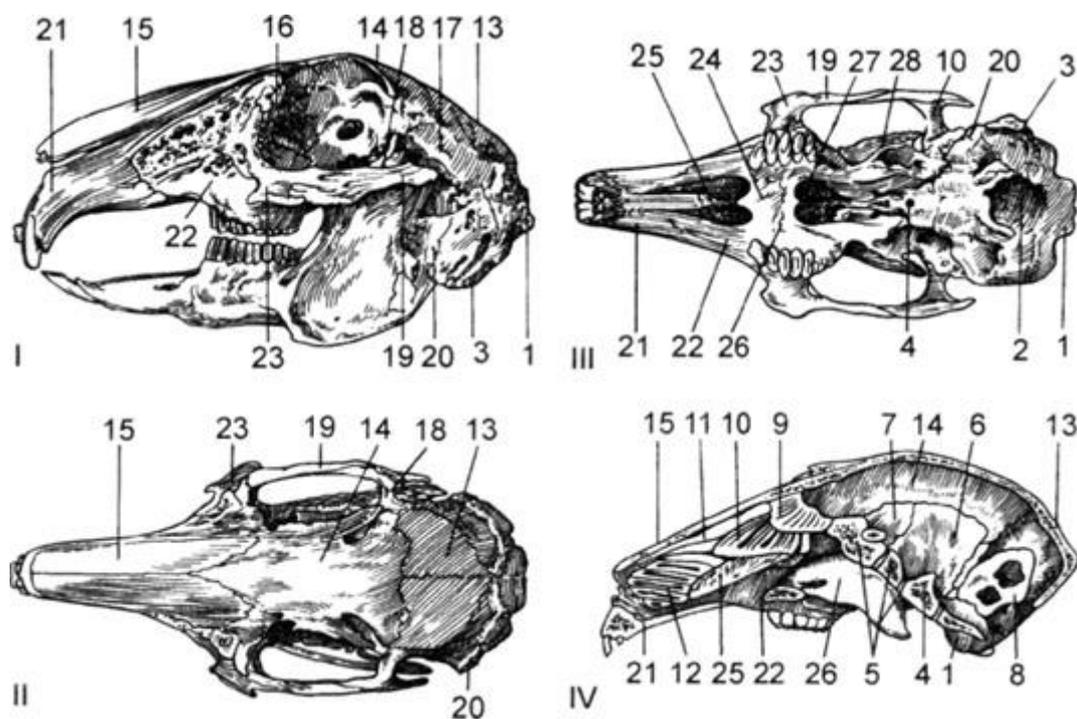


Рис. 5.41. Череп кролика (по Паркеру): *I* - сбоку; *II* - сверху; *III* - снизу; *IV* - сагиттальный разрез; 1 - затылочная кость; 2 - большая затылочная дыра; 3 - затылочный мыщелок; 4 - основная клиновидная кость; 5 - переднеклиновидная кость; 6 - крыловидная кость; 7 - глазклиновидная кость; 8 - каменная кость; 9 - решетчатая кость; 10 - обонятельные раковины; 11 - носовая раковина; 12 - челюстные раковины; 13 - теменная кость; 14 - лобная кость; 15 - носовая кость; 16 - слёзная кость; 17 - чешуйчатая кость; 18 - скуловой отросток чешуйчатой кости; 19 - скуловая кость; 20 - барабанная кость; 21 - межчелюстная кость; 22 - верхнечелюстная кость; 23 - скуловой отросток верхнечелюстной кости; 24 - нёбный отросток верхнечелюстной кости; 25 - сошник; 26 - нёбная кость; 27 - хоаны; 28 - крыловидная кость

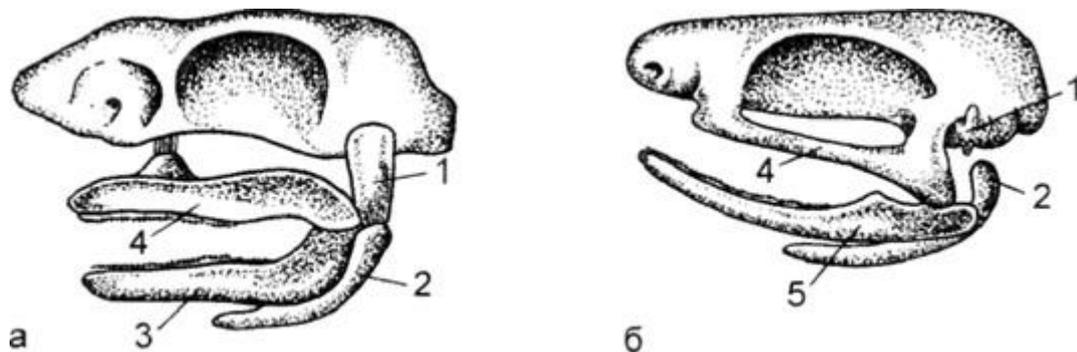


Рис. 5.42. Типы сочленений нижней челюсти с черепом: *а* - гиостилический череп акулы; *б* - аутиостилический череп амфибии; 1 - гиомандибулярный хрящ; 2 - гиоид; 3 - нижний (меккелев) хрящ челюстной дуги; 4 - нёбноквадратный хрящ верхней челюсти; 5 - нижняя челюсть

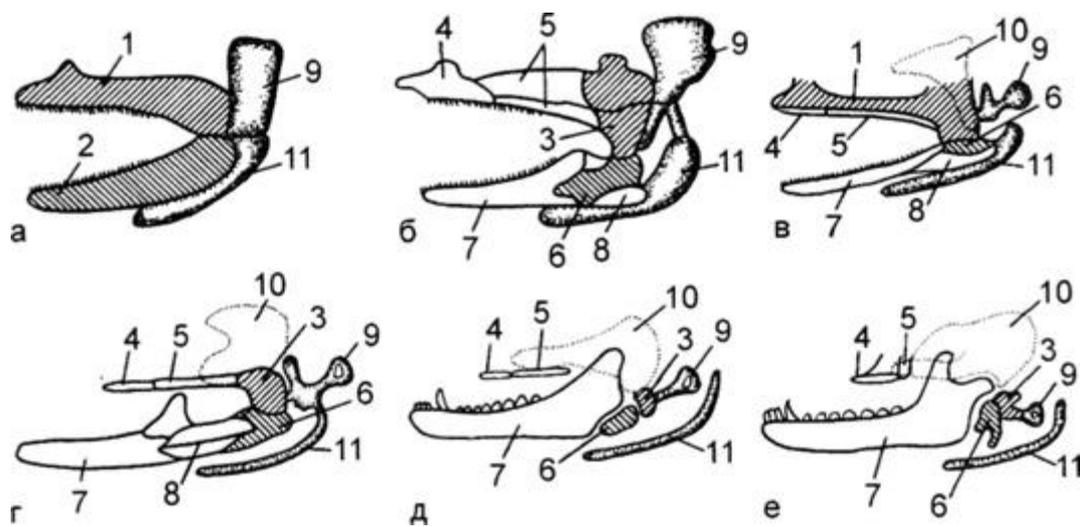


Рис. 5.43. Преобразование первых двух жаберных (висцеральных) дуг: *а* - акула; *б* - костистая рыба; *в* - амфибия; *г* - рептилия; *д* - ториодонт; *е* - млекопитающее; 1 - нёбно-квадратный хрящ; 2 - нижний (меккелев) хрящ челюстной дуги; 3 - квадратная кость (наковальня млекопитающих); 4 - нёбная кость; 5 - крыловидные кости; 6 - сочленовная кость (молоточек млекопитающих); 7 - зубная кость; 8 - угловая кость; 9 - гиомандибулярный хрящ (стремечко млекопитающих); 10 - чешуйчатая кость; 11 - гиоид

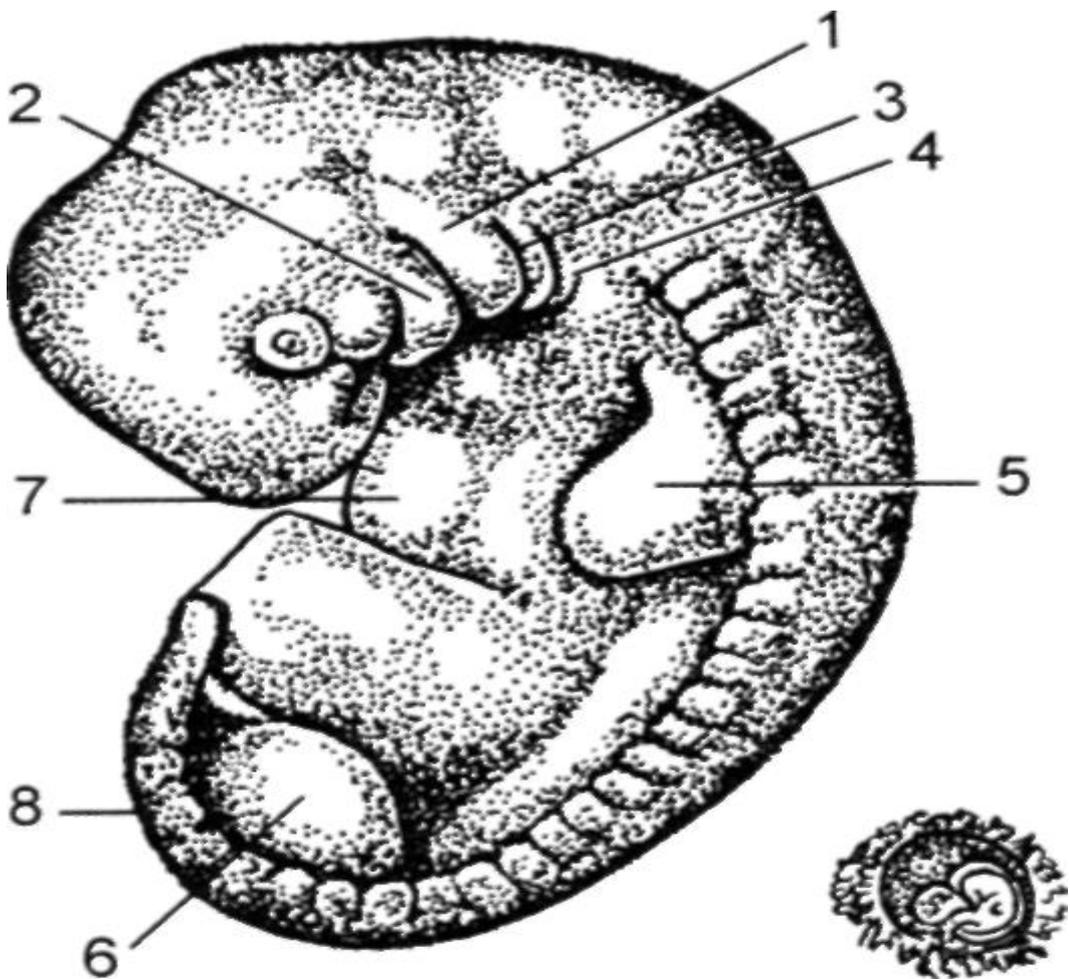


Рис. 5.44. Эмбрион человека в конце 5-й недели после оплодотворения. Видны висцеральные дуги: 1 - гиоидная дуга; 2 - челюстная дуга; 3 - 3-я висцеральная (жаберная) дуга; 4 - 4-я висцеральная (жаберная) дуга; 5 - почка руки; 6 - почка ноги; 7 - сердечный выступ; 8 - хвост

Подъязычный скелет млекопитающего состоит из тела подъязычной кости и двух пар рожков. Передняя пара гомологична нижнему отделу подъязычной дуги, задняя - 1-й жаберной дуге (см. рис. 5.43).

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены кости: 1) межчелюстная; 2) верхнечелюстная; 3) нёбная; 4) зубная.

Контрольные вопросы к темам 23-27 (тип Хордовые. Филогенез систем органов позвоночных животных и человека)

1. Методы эволюционной морфологии. Главные принципы преобразования органов. Понятие о гомологичных и аналогичных органах. Причина гомологичного и аналогичного сходства.

2. Основные закономерности филогенеза на примере позвоночных.

3. Основные черты строения хордовых. Систематика хордовых.

4. Прогрессивные черты строения позвоночных. Систематика подтипа по классам и группам (анамнии и амниоты).

5. Характеристика надкласса Рыбы.

6. Характеристика класса Амфибии. Отличительные черты, связанные с переходом к наземному образу жизни.

7. Характеристика класса Рептилии. Черты прогрессивной организации, приспособление к среде обитания.

8. Характеристика класса Птицы. Прогрессивные черты организации, приспособление к среде обитания.

9. Характеристика класса Млекопитающие. Прогрессивные черты организации.

10. Эволюция артериальных жаберных дуг позвоночных. Значение этих данных для понимания аномалий развития сосудов у позвоночных.

11. Эволюция кровеносной системы позвоночных.

12. Развитие сердца (количество камер, выносящие артерии и особенности крови). Аномалии развития сердца человека.

13. Отличительные черты строения предпочки, первичной почки, вторичной почки.

14. Эволюция нефрона.

15. Связь половой и выделительной систем у самок и самцов анамний и амниот.

16. Развитие головного мозга у представителей различных классов позвоночных (отделы мозга и их функции).

17. Ихтиопсидный, зауропсидный и млекопитающий типы головного мозга.

18. Эволюция дыхательной системы позвоночных (воздухоносные пути, легкие и дыхательная мускулатура).

19. Эволюция пищеварительной системы позвоночных.

20. Зубная система позвоночных.

21. Эволюция висцерального черепа позвоночных.

Вопросы антропогенеза

Тема 28. Форма и основные размеры черепов современных человекообразных обезьян, ископаемых гоминид и человека

Цель занятия. Изучить форму и структуру черепов человекообразных обезьян, ископаемых гоминид и современного человека Уметь:

- проводить краниометрические измерения и определять видовую принадлежность изучаемых черепов;
- определять архаичные и прогрессивные черты в строении изучаемых черепов;
- выявлять эволюционную связь между человекообразными обезьянами, ископаемыми гоминидами и современным человеком по отдельным признакам, размерам и указателям черепов;
- использовать краниометрические данные для подтверждения концепции животного происхождения человека.

Мотивационная характеристика. Черепа и другие кости ископаемых животных и предков человека способны сохранять форму и структуру на протяжении многих миллионов лет, поэтому являются ценнейшим палеонтологическим и археологическим материалом.

Сравнительный анализ форм черепов и краниометрических показателей современных человекообразных обезьян, ископаемого и современного человека позволяет определить объем и массу головного мозга, тем самым более полно восстановить этапы эволюции человека, решить многие другие вопросы антропо- и этногенеза.

Более того, по ископаемым костям человека большинства исторических периодов были диагностированы многие болезни, свойственные и современным людям. Этими вопросами занимается раздел палеонтологии, изучающий болезни человека и его предков. Решение этих вопросов с учетом выявления биологических факторов и социально-экономических условий, характерных для той или иной эпохи, важно для дальнейшей разработки этиологии и патогенеза многих заболеваний.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) классификацию отряда Приматы; 2) основные этапы антропогенеза; 3) палеонтологический возраст, морфологические и биологические особенности австралопитеков, архантропов, палеоантропов и неоантропов; 4) показатели объема мозга современных антропоморфных обезьян, ископаемых гоминид и современного человека; 5) большие и малые расы современного человека; 6) доказательства происхождения человека от животных, известные современной науке; 7) черты сходства и различия человека с человекообразными обезьянами; 8) основные закономерности и движущие силы антропогенеза; 9) основные половые морфологические признаки современного человека. Заполнить в альбоме табл. 5.13.

Таблица 5.13. Сходство и различия человека и человекообразных обезьян

Черты сходства	Черты различия	Выводы
----------------	----------------	--------

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Назовите современную человекообразную обезьяну, которая имеет наибольшее сходство с человеком:

- а) горилла;
- б) гиббон;

- в) орангутан;
- г) шимпанзе;
- д) павиан.

2. Назовите болезни, которые являются общими для человека и человекообразных обезьян:

- а) грипп;
- б) оспа;
- в) брюшной тиф;
- г) холера;
- д) педикулез.

3. Назовите представителей древнейших людей:

- а) питекантроп;
- б) человек умелый;
- в) синантроп;
- г) гейдельбергский человек;
- д) кроманьонец.

4. Назовите первых людей современного типа:

- а) неандерталец;
- б) синантроп;
- в) кроманьонец;
- г) питекантроп;
- д) гейдельбергский человек.

5. Какой объем мозга имел кроманьонец - человек разумный:

- а) около 1400 см³;
- б) до 1600 см³;
- в) 900-1100 см³;
- г) 850-1220 см³;
- д) больше 1600 см³.

Аудиторная работа

Содержание: 1) изучить расположение основных краниометрических точек на черепах человекообразных обезьян, ископаемых гоминид и современного человека; 2) провести основные краниометрические измерения изучаемых черепов и определить их видовую принадлежность; 3) на основании краниометрического изучения черепов человекообразных обезьян и ископаемых гоминид выявить: а) прогрессивные и примитивные черты их строения; б) черты сходства и различия по сравнению с черепом современного человека.

Оборудование. 1. Муляжи человекообразных обезьян (орангутана) и ископаемых гоминид. 2. Схемы расположения краниометрических точек на черепах. 3. Скользящие циркули (рис. 5.45), транспортиры, металлические ленты. 4. Муляжи черепов современного человека, европеоидов, негроидов (мужские и женские).

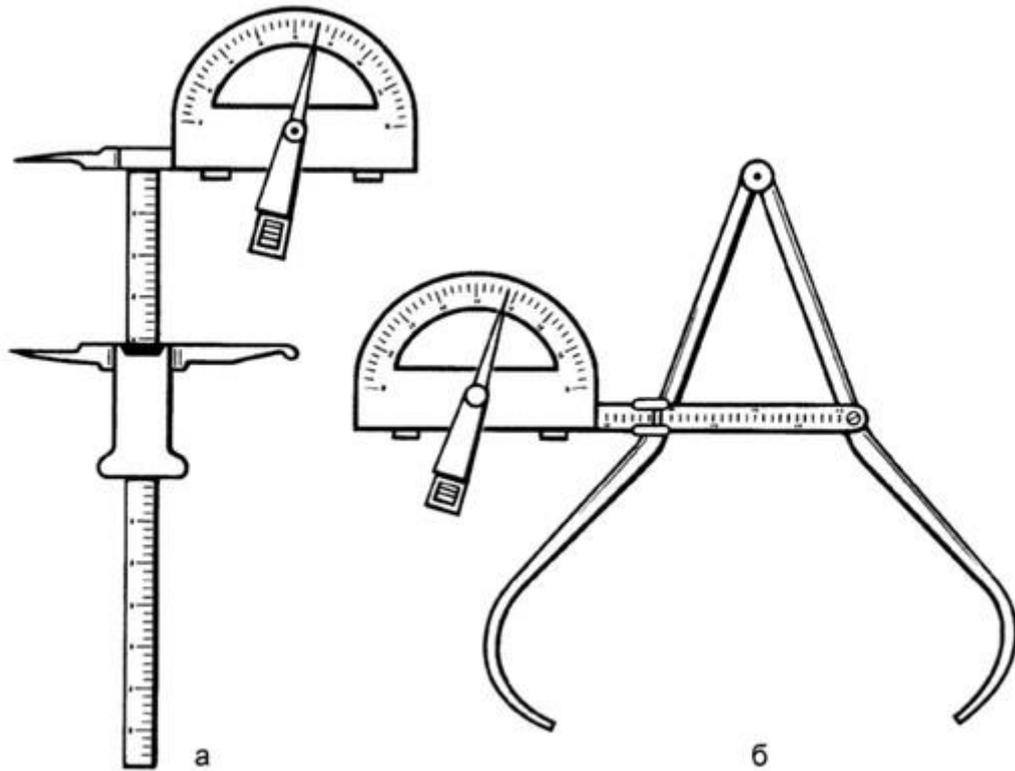


Рис. 5.45. Циркули для краниометрических измерений: а - скользящий; б - толстотный

Работа 28.1. Краниометрия черепа человекообразной обезьяны с целью определения его видовой принадлежности и места в родословном древе приматов

1. Пользуясь схемой расположения краниометрических точек на черепе человека, сопоставьте и найдите их на изучаемом черепе человекообразной обезьяны (гориллы - *Gorilla gorilla*, гиббона - *Hylobates sp.*, орангутана - *Simia satyrus* или шимпанзе - *Pan troglodytes*).

2. Перечертите в альбом табл. 5.14:

а) проведите основные краниометрические измерения изучаемого черепа и полученные данные внесите в таблицу (3-й столбец);

б) сравните краниометрические данные изучаемых черепов обезьяны и человека и заполните таблицу (4-й столбец);

в) выберите наиболее важные черты черепа человекообразных обезьян, пользуясь учебником, табл. 5.15 и 5.18 (пункты 4, 5, 7, 8, 9, 16) и полученными размерами изучаемого черепа; выпишите их отдельно под таблицей и определите принадлежность изучаемого черепа.

Таблица 5.14. Основные размеры и значения указателей изучаемого черепа человекообразной обезьяны (вид)

Мозговой череп				Лицевой череп			
1	2	3	4	1	2	3	4
Название размера	Определение	Значение	Сравнение с черепом современног	Название размера	Определение	Значение	Сравнение с черепом современног

		о человека			о человека
См. табл. 5.18			См. табл. 5.18		

3. Ознакомьтесь с данными краниометрических измерений и признаками черепов других видов, с которыми работали товарищи по группе. Сопоставьте все данные, в том числе абсолютную и относительную массу головного мозга изучаемых черепов обезьян и человека, и сделайте вывод, какая из современных человекообразных обезьян имеет наибольшее сходство с человеком.

Таблица 5.15. Особенности строения, некоторые размеры и индексы черепов современных человекообразных обезьян

Признаки, размеры и индексы	Гиббон	Орангутан	Шимпанзе	Горилла
Объем мозга, см ³	100-200	300-500	350-550	400-600
Средняя абсолютная масса мозга, г	130	400	345	420
Относительная масса мозга, г	1:73	1:183	1:61	1:220
Форма мозгового черепа (вид сверху)	Овальный, сужен спереди	Сужен спереди	Овальный, резко сужен спереди	Вытянут в передне-заднем направлении, сужен спереди
Высота свода черепа	Средняя	Средняя	Малая	Малая
Наибольшая ширина мозгового черепа	У основания черепа сзади	У основания черепа	У основания черепа	У основания черепа
Сагиттальный гребень	Отсутствует	Сильно выражен	Отсутствует	Сильно выражен
Затылочный рельеф (гребень)	Сглажен	Сильно выражен	Сильно выражен	Очень сильно выражен
Надглазничный рельеф	Слабо выражен	Слабо выражен	Надглазничные валики развиты	Надглазничные валики развиты сильно
Затылочное отверстие		В задней трети черепа		
Затылочный отдел	Округлый	Округлый	Уплощен сверху	Уплощен сверху
Сосцевидный отросток	Почти не развит	Слабо развит	Почти не развит	Почти не развит
Лобная кость	Лоб слабо выпуклый	Лоб слабо выпуклый	Лоб слабо выпуклый	Уплощена
Выступление верхней	Несильное	Сильное	Очень сильное	Сильное

челюсти				
Длина твердого нёба относительно его ширины	Очень большая	Очень большая	Очень большая	Очень большая

Окончание табл. 5.15

Высотный диаметр (В), мм	–	–	87	98
Верхняя высота лица (А), мм	–	–	84,7	127
Ширина черепа (С), мм	–	–	102	112
Скуловая ширина (Д), мм	–	–	126,5	169
Вертикальный индекс (указатель) $\frac{A-100}{B}$	–	–	97	130
Поперечный индекс (указатель) $\frac{D-100}{C}$	–	–	124	141

Работа 28.2. Основные размеры и форма черепов ископаемых гоминид Перерисуйте в альбом табл. 5.16.

Таблица 5.16. Основные признаки, размеры и значения указателей черепа гоминид (вид)

Название размера	Определение	Значение	Сравнение	Сравнение с
			с черепом	черепом чело-
			современного	векообразной
			человека	обезьяны
1	2	3	4	5
Мозговой череп				
Лицевой череп				

а) найдите расположение краниометрических точек на изучаемом черепе, проведите соответствующие измерения и заполните 3-й столбец таблицы;

б) проведите сравнительный анализ данных краниометрических измерений черепов человекообразных обезьян, гоминид и современного человека по всем пунктам и заполните 4-й или 5-й столбец таблицы;

в) пользуясь полученными данными, учебником, табл. 5.18 (пункты 4, 5, 7, 9, 10, 16) и табл. 5.20, сделайте заключение о видовой принадлежности изучаемого черепа ископаемого предка человека.

Работа 28.3. Составление родословной человека

Пользуясь схемой родословного древа приматов и комплексом признаков, определяющих положение человека в системе отряда приматов (табл. 5.17, 5.18), соберите сведения о родословной человека и составьте сводную таблицу (табл. 5.19)

При анатомо-морфологическом описании черепов предков человека наряду с человеческими признаками выявляйте животные черты в их облике.

Человеческие черты у питекантропа: объем мозга близок к человеческому, развитые лобные доли свидетельствуют о хорошем зрении, а височные - о развитии слуха и широком спектре воспринимаемых звуков.

Таблица 5.17. Определение краниометрических размеров и их среднее значения (современный человек)

Признаки, размеры и указатели	Определение	Среднее значение	Границы изменчивости	Примечания	Распространенность
1. Продольный диаметр (Д), мм	g-i	—	Мозговой отдел 167-193	—	—
2. Поперечный диаметр (Ш), мм	eu-eu	—	123-153	—	—
3. Высотный диаметр (В), мм	ba-b	—	126-143	—	—
4. Объем мозга (Е), см ³	$E = \frac{Д \cdot В \cdot Ш}{x}$	Мужчины — 1450 Женщины — 1300	—	x = 2,28 см ³ для мужчин и 2,16 см ³ для женщин	—
5. Масса мозга, г	—	Мужчины — 1150-1700 Женщины — 1100-1150	—	—	—
6. Поперечно-продольный указатель	$\frac{Ш \cdot 100}{Д}$	—	68-87	До 74,9 — долихокrania; 75-79,9 — мезокrania; 80,0 и более — брахикrania	Австралия, большая часть Африки, Индия, Северная и Южная Европа, эскимосы, индейцы Бразилии, Центральная Европа, Балканский полуостров, Закавказье, Передняя, Центральная и Юго-Восточная Азия, Северо-Западная Америка

Продолжение табл. 5.17

Признаки, размеры и указатели	Определение	Среднее значение	Границы изменчивости	Примечания	Распространенность
7. Указатель высоты черепа (высотно-поперечный)	$\frac{В \cdot 100}{Ш}$	110	—	Питекантроп — 65-82; орангутан — 80	—
8. Полная высота лица, мм	n-dn	—	Лицевой отдел 110-126	—	—
9. Верхняя высота лица, мм	n-al	—	60-80	Негроиды — 62-71; европеоиды — 66-74; монголоиды — 70-80	Монголоиды Центральной, Восточной и Северной Азии (очень большое значение)
10. Скуловая ширина (диаметр), мм	zy-zy	—	121-145	Негроиды — 121-138; европеоиды — 124-139; монголоиды — 131-145	Характерен для монголоидов Центральной, Восточной и Северной Азии
11. Средняя ширина лица, мм	zm-zm	—	92-103	—	—
12. Нижне-челюстной	go-go	—	95-120	—	—

Окончание табл. 5.17

13. Указатель лицевого скелета	$\frac{n-af}{zy \cdot zy} \cdot 100$	—	44–60	До 49,9 — широкое; 50–54,9 — среднее; 55,0 и более — узкое лицо	Низкое и узкое лицо — ряд групп Африки, Юго-Восточной Азии; высокое и широкое — Северная Азия; у южных европейцев лицо ниже и уже, чем у северных
14. Указатель выступа лица	$\frac{ba-pr}{ba-n} \cdot 100$	—	—	До 98 — ортогнатизм; 98–103 — мезогнатизм; более 103 — прогнатизм (у человекообразных обезьян и ископаемых гоминид сильно выражен)	Характерен для приэкваториальных районов Африки, южных монголоидов и алеутов
15. Указатель горизонтальной профилировки лица	—	10–30	—	20 и выше — сильная профилировка, 15–20 — средняя профилировка; до 15 — слабая профилировка	Европеоиды — 20 и выше; негроиды — 15–20 и выше; монголоиды — 15 и ниже
16. Длина нёба, мм	ol–sta	42–51	—	Обезьяны и ископаемые гоминиды — более 51	—

Таблица 5.18. Особенности строения черепов ископаемых гоминид и современного человека

Признаки	Австралопитеки	Архантропы		Палеоантропы	Неоантропы
	плезантроп	питекантроп	синантроп	неандерталец	современный человек
Объем, см ³	560	900	Около 1000	1600	Около 1450
Высота свода черепа	Средняя	Средняя	Средняя	Большая	Очень большая
Форма мозгового черепа (вид сверху)	Сужен спереди	Овальный, сильно сужен спереди	Овальный, сильно сужен спереди	Лобный отдел слабо сужен	Лобный отдел не сужен
Наибольшая ширина мозгового черепа	В заднем отделе ближе к основанию	В заднем отделе ближе к основанию	Близка к основанию, сдвинута кпереди	Сильно сдвинута кверху	В середине мозгового черепа
Сагиттальный гребень	Отсутствует	Небольшой валик	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Затылочный рельеф	Неровный	Выражен слабо	Выражен слабо	Неровный	Неровный
Надглазничный рельеф	Развиты надглазничные валики	Надглазничные валики развиты сильно	Надглазничные валики развиты сильно	—	Выражен слабо
Затылочное отверстие	Чуть сдвинуто вперед	Сдвинуто вперед	Сдвинуто вперед	Сдвинуто вперед	В средней трети черепа
Затылочный отдел	Уплощен сверху	Уплощен сверху	Уплощен сверху	Уплощен сверху	Сверху не уплощен
Сосцевидный отросток	Развит достаточно	Развит достаточно	Слабо развит	Сильно развит	Сильно развит

Окончание табл. 5.18

Лобная часть	Уплощена довольно сильно	Сильно уплощена	Слабо выпуклый лоб	Выпуклый лоб	Сильно выпуклый лоб
Выступление верхней челюсти	Сильное	Сильное	Средней степени	Слабое	Слабое или отсутствует
Длина твердого нёба по отношению к ширине	Очень большая	Очень большая	Длина чуть больше ширины	Длина чуть больше ширины	Длина и ширина почти равные

Найдите черты обезьян в облике питекантропа: большой надглазничный валик, скошенная назад лобная кость; массивная нижняя челюсть, отсутствие подбородочного выступа, длинные руки и короткие ноги.

Таблица 5.19. Родословная человека

Ископаемые предки	Остатки окаменелост	Следы материально	Исторический возраст	Черты усложнения	Объем	Место нахождения	Факторы эволюции
-------------------	---------------------	-------------------	----------------------	------------------	-------	------------------	------------------

человека	и	й культуры		организаци	мозга	я	и
				и			

Сравнение черепов питекантропа и неандертальца позволяет выявить прогрессивные черты черепа последнего: больший объем мозга, менее массивные челюсти (на нижней челюсти уже наметился подбородочный выступ, свидетельствующий о зачатках членораздельной речи).

В облике неандертальца все еще сохраняются черты животных предков: мощный надглазничный валик, низкий покатый лоб, уходящий назад подбородок.

Череп кроманьонца - ископаемого человека современного типа - характеризуется большим сходством с человеком и отсутствием в его облике черт животных предков.

Подбородочный выступ на нижней челюсти свидетельствует о развитой членораздельной речи, высокий лоб обнаруживает большие лобные доли мозга, размещение затылочного отверстия в середине основания черепа указывает на то, что кроманьонцы держались при хождении так же прямо, как современные люди.

Работа 28.4. Расположение краниометрических точек и основные измерения черепа

Пользуясь схемой, определить местонахождение краниометрических точек на муляже черепа, которые располагаются на костных выступах, в местах схождения швов и т.д. (рис. 5.46-5.49). Выделяют одиночные и парные точки, симметрично расположенные относительно медиально-сагиттальной плоскости черепа.

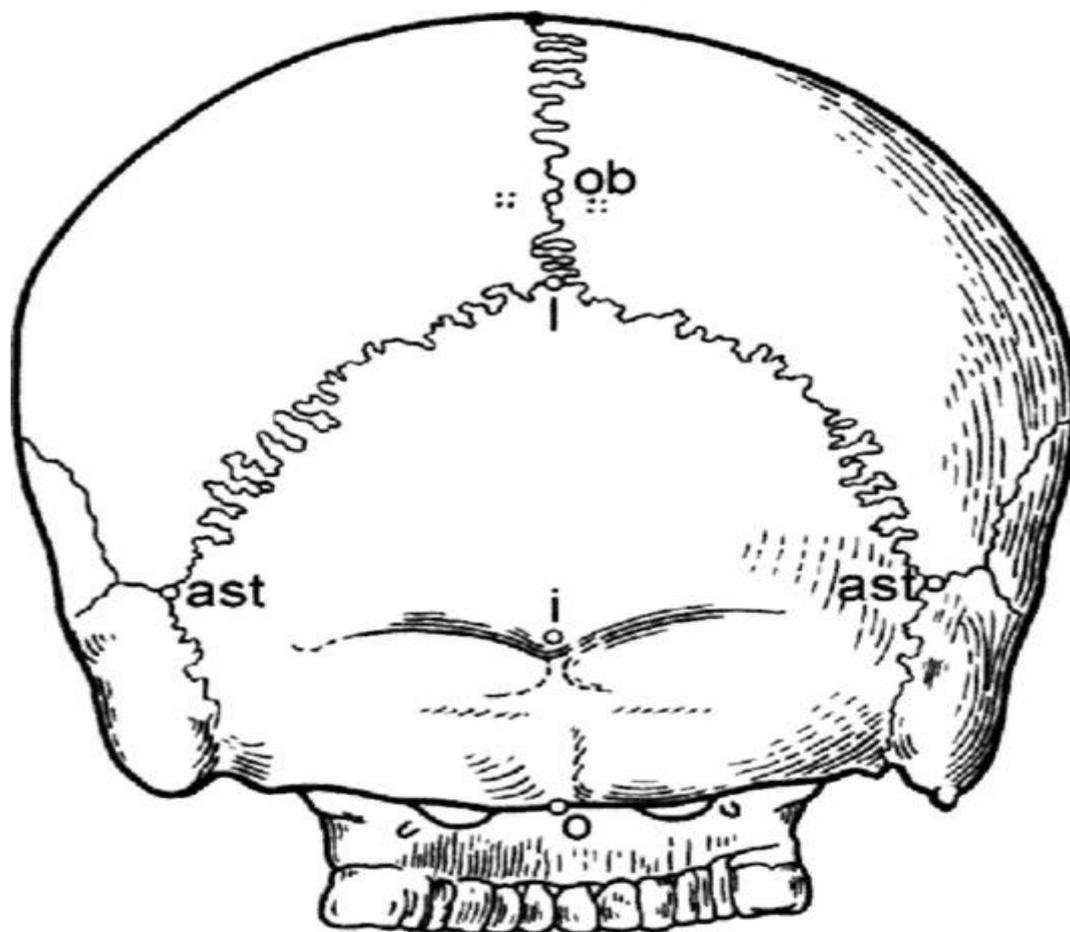


Рис. 5.46. Краниометрические точки (вид сзади): *ast* - астерион; *i* - инион; *l* - ламбда; *ob* - обелион; *o* - опистион

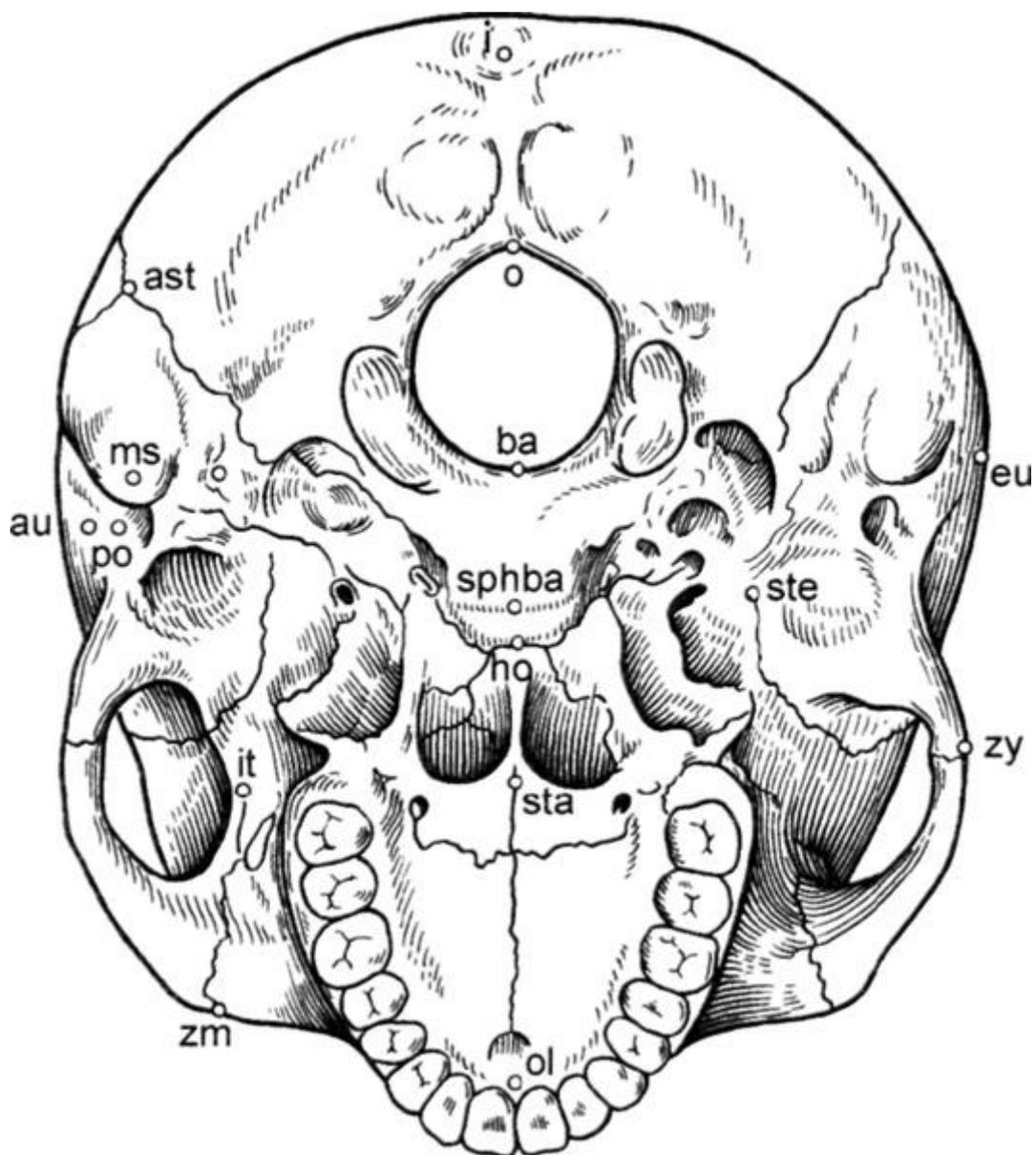


Рис. 5.47. Краниометрические точки (вид снизу): *ast* - астрион; *au* - аурикуляре; *ba* - базион; *eu* - эурион; *ho* - хормион; *it* - инфратемпорале; *i* - инион; *ms* - мастоидале; *o* - опистион; *ol* - орале; *po* - порион; *sphba* - сфенобазион; *sta* - стафилион; *ste* - стенион; *zy* - зигион; *zm* - зигомаксилляре

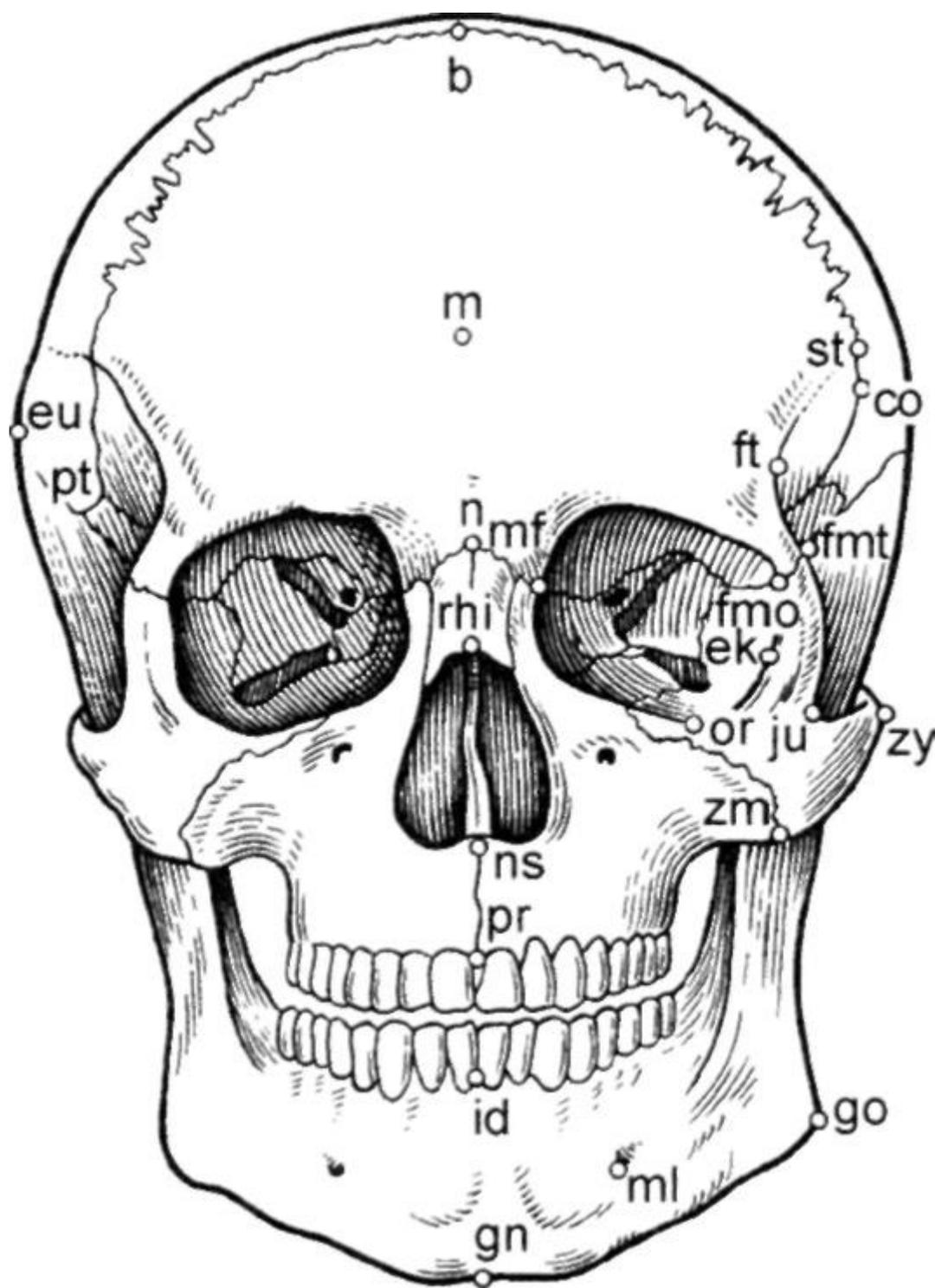


Рис. 5.48. Краниометрические точки (вид спереди): *b* - брегма; *co* - корона-ле; *ek* - эктоконхион; *eu* - эурион; *fmo* - фронтотемпорале орбитале; *fnt* - фронтотемпорале; *ft* - фронтотемпорале; *gn* - гнатион; *go* - гонион; *id* - инфрадентале; *ju* - югале; *m* - метопион; *mf* - максиллофронтале; *ml* - ментале; *n* - назион; *ns* - назоспинале; *or* - орбитале; *pr* - простион; - птерион; *rhi* - ринион; *st* - стефанион; - зигион; *zm* - зигомаксилляре

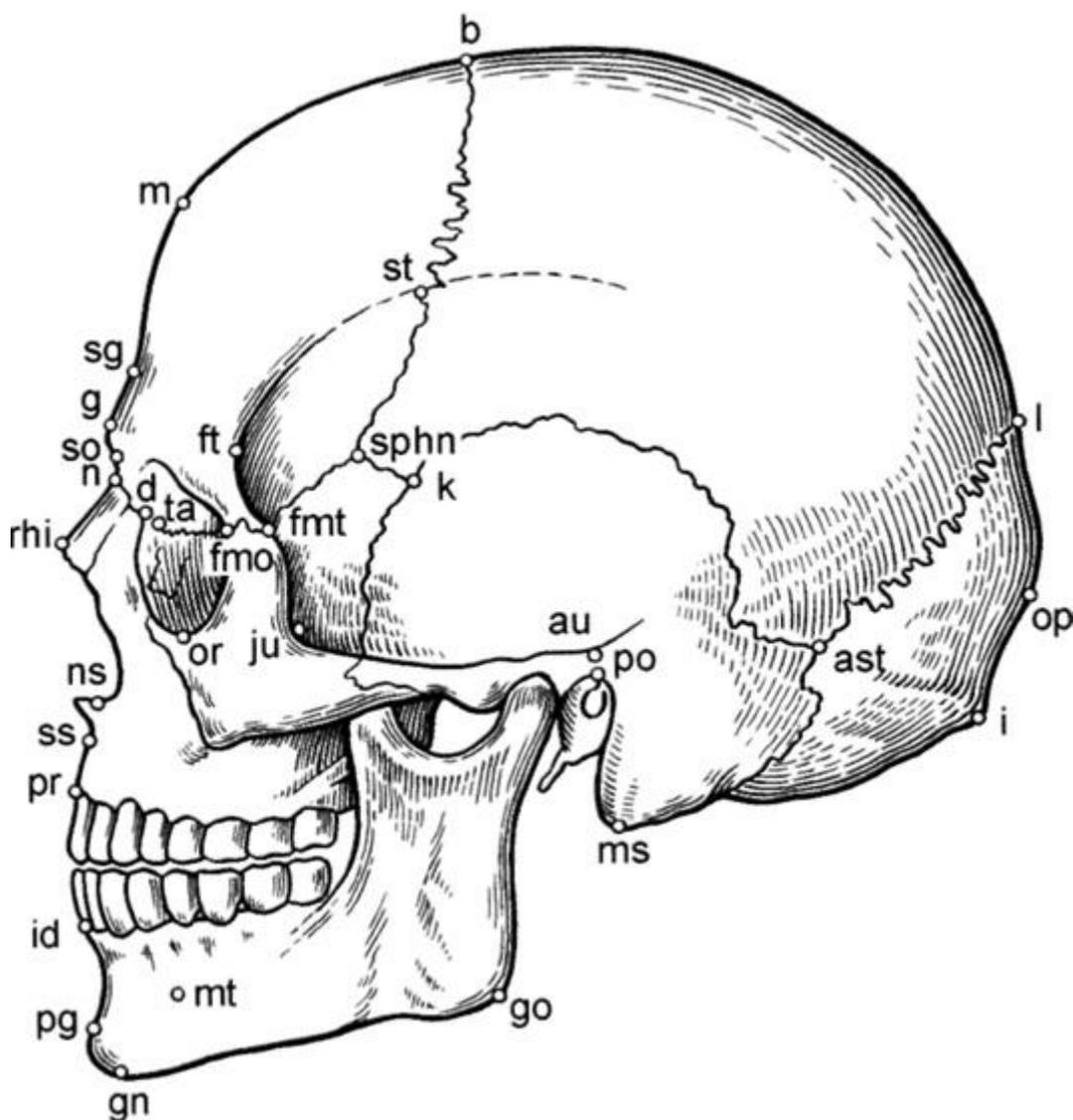


Рис. 5.49. Краниометрические точки (вид сбоку): *ast* - астерион; *au* - аурикуляре; *b* - брегша; *d* - дакрион; *fmo* - фронтотемпорале; *fnt* - фронтотемпорале; *ft* - фронтотемпорале; *g* - глабелла; *gn* - гнатион; *go* - гонион; *i* - инион; *id* - инфрадентале; *k* - кротодион; *l* - лямбда; *m* - метопион; *ms* - мастоидале; *mt* - ментоле; *n* - назион; *ns* - назоспинале; *op* - опистокранион; *or* - орбитале; *pg* - погонион; *po* - порион; *pr* - простион; *rh* - ринион; *sg* - супраглабелляре; *sphn* - сфенион; *st* - стефанион; *so* - супраорбитале; *ss* - субспинале

Важнейшие одиночные краниометрические точки:

- 1) брегма (*bregma* - *b*) - точка пересечения венечного и сагиттального швов;
- 2) глабелла (*glabella* - *gt*) - наиболее выдающаяся вперед точка лобной кости между верхними краями глазниц;
- 3) метопион (*metopion* - *m*) - точка пересечения медианной плоскости с горизонтальной линией, соединяющей наиболее выступающие точки лобных бугров;
- 4) назион (*nasion* - *n*) - середина носолобного шва;
- 5) назоспинале (*nasospinale* - *ns*) - точка пересечения медианной плоскости с линией, соединяющей нижние края грушевидного отверстия;
- 6) опистокранион (*opistokranion* - *op*) - удаленная от глабеллы точка затылочной кости в медианной плоскости;

7) простион (*prosthion* - *pr*) - наиболее выступающая вперед точка альвеолярного края верхней челюсти в медианной плоскости;

8) базион (*basion* - *ba*) - самая нижняя точка переднего края большого затылочного отверстия;

9) гнатион (*gnathion* - *gn*) - самая нижняя точка нижней челюсти в медианной плоскости.

Основные парные краниометрические точки:

1) орбитальная (*orbitale* - *or*) - точка нижнего края глазной орбиты;

2) порион (*porion* - *po*) - точка на середине верхнего края наружного слухового отверстия;

3) гонион (*gonion* - *go*) - точка на наружном крае угла нижней челюсти;

4) зигион (*zygion* - *zy*) - наиболее выступающая вбок точка скуловой дуги;

5) эурион (*euryon* - *eu*) - наиболее удаленная от медианной плоскости точка на боковой поверхности черепа.

Существуют и другие точки: *alveolare* (*al*), *inion* (*i*), *opisthion* (*o*), *zygomaxillare* (*zm*), *frontomolare orbitale* (*fmo*), *orale* (*ol*).

При измерении черепа различают линейные, дуговые, угловые и объемные размеры. Линейные размеры, в свою очередь, делятся на прямые и проекционные.

Прямые линейные размеры измеряются с помощью скользящего и малого толстотного циркулей (см. рис. 5.45), проекционные линейные размеры измеряют малым толстотным циркулем и штангенциркулем.

Основные линейные размеры черепа: продольный диаметр (наибольшая длина черепа) - расстояние от глабеллы (*g*) до наиболее удаленной точки затылка в сагиттальной плоскости - опистокранион (*op*). Средние групповые значения у мужчин варьируют в пределах 167-193 мм. На голове этот диаметр в среднем на 5 мм больше, чем на черепе. Обнаруживает большую связь с длиной тела.

Поперечный диаметр - наибольшая ширина черепа во фронтальной плоскости между парными точками эурион (*eu*). Средние групповые значения для мужских черепов варьируют в пределах 123-153 мм (на голове на 6 мм больше, чем на черепе). Корреляция с длиной тела незначительна.

Высотный диаметр (высота черепа) измеряется только на черепях с сохранившимся основанием между точками базион (*ba*) - брегма (*b*). Групповые средние значения у мужчин варьируют от 126 до 143 мм (на живых людях этот размер измеряется от козелка уха до высшей точки головы). Высота черепной крышки у современного человека в среднем равна 87,4 мм, у неандертальца - 82,5 мм, у синантропа - 74,6 мм, у питекантропа - 66 мм.

Высота лица полная измеряется между точками назион (*n*) и гнатион (*gn*); высота лица верхняя - между назион (*n*) и простион (*pr*); скуловая ширина - между парными точками зигион (*zy*).

Особенности формы черепа, соотношения его основных диаметров (вычисление величины одного в процентах другого) выражают с помощью указателей (индексов). Наиболее важным является продольно-широтный (поперечно-продольный) указатель, который обычно называют головным (черепным) и вычисляют по формуле

$$\frac{\text{Поперечный диаметр}}{\text{Продольный диаметр}} \cdot 100.$$

В соответствии с этим указателем выделяют черепа: узкий (долихокрания) - до 74,9 мм на черепе (на голове - до 75,9 мм), средний (мезокрания) - 75-79,9 мм на черепе (на голове - 76-80,9 мм), широкий (брахикрания) - 80 мм и более на черепе (на голове - 81 мм и более).

Таким образом, у одного и того же индивидуума головной указатель в среднем больше черепного более чем на 1,5 мм. Групповые средние значения варьируют от 68 до 87 мм. У женщин этот указатель обычно несколько больше мужского в той же популяции, что объясняется половыми различиями в развитии рельефа черепа (у мужчин толщина лобной кости в области глабеллы 13 мм, а у женщин - 8 мм); более резко у мужчин выражен рельеф затылочной кости. Естественны различия данного указателя у детей и взрослых; большей вариабельностью характеризуются эти показатели в различных регионах земного шара.

Относительная высота черепа в краниологии определяется двумя высотными указателями. Высотно-продольный указатель вычисляется по формуле

$$\frac{\text{Высотный диаметр}}{\text{Продольный диаметр}} \cdot 100.$$

крайние величины групповых средних - от 68 до 81 мм. Высотно-поперечный указатель вычисляется по формуле

$$\frac{\text{Высотный диаметр}}{\text{Продольный диаметр}} \cdot 100;$$

крайние величины групповых средних - от 86 до 107 мм.

Для определения высоты черепной крышки вычисляют один из указателей:

$$\frac{\text{Высота черепной крышки}}{\text{Высота глабелла – инион}} \cdot 100.$$

У современных людей этот указатель варьирует в пределах 51 - 64 мм.

$$\frac{\text{Высота черепной крышки}}{\text{Высота глабелла – отистокранион}} \cdot 100.$$

Данный указатель у современного человека равен 47,5 мм, у неандертальца - 40,9 мм, у синантропа - 38,5 мм, у питекантропа - 35,3 мм.

Основные угловые размеры черепа: лобный угол, образуемый линией, проходящей через назион, - метопион; лицевой угол (общий) - по линии назион-простион; угол альвеолярной части лица - по линии назоспинале-простион и глазничноушной плоскости.

Некоторые морфологические особенности черепа не поддаются измерению визуально (степень развития надбровных дуг, форма глазницы и др.).

Работа 28.5. Краниометрия черепа современного человека

1. Перечертите в альбом табл. 5.20, перенесите в нее данные из табл. 5.17 и заполните 1-й и 2-й столбцы.

2. Проведите краниометрические измерения, анализ признаков изучаемого черепа и заполните 2-й столбец.

3. Сравните полученные данные со средними значениями размеров и указателей, приведенных в табл. 5.17.

Полученные данные могут отличаться от средних значений в пределах индивидуальной изменчивости признака у современного человека.

4. Обратите внимание на примечания в табл. 5.17 (пункты 6, 15, 16) и сделайте выводы об общей форме изучаемого черепа, степени выступа лица и его общей форме, степени горизонтальной профилактики лица.

Таблица 5.20. Основные признаки, размеры и значения указателей изучаемого черепа современного человека

Мозговой череп			Лицевой череп		
1	2	3	1	2	3
Название размера или указателя	Определение	Значение	Название размера или указателя	Определение	Значение
См. табл. 5.17 (пункты 1-9)			См. табл. 5.17 (пункты 10-16)		

Работа 28.6. Определение половой принадлежности черепа

Пользуясь табл. 5.21 и 5.17, полученными данными по характеристике изучаемого черепа (см. работу 28.2), определите его половую принадлежность.

Таблица 5.21. Определение половой принадлежности черепа

Признаки	Мужской череп	Женский череп
Размер	Средний и крупный	Мелкий и средний
Лобная кость	Отклоняется от вертикальной плоскости под большим углом	Отклоняется от вертикальной плоскости под малым углом
Надглазничный рельеф	Сильно развит	Слабо развит
Сосцевидный отросток	То же	То же
Рельеф прикрепления к лобной и теменной костям мышц	Отчетлив	Сглажен

Protuberantio occipitalis	Сильно развит	Слабо развит
Нижняя челюсть	Массивная	Слабая
Угол нижней челюсти	Подчеркнут	Сглажен
Ветвь нижней челюсти наклонена к горизонтали	Несильно	Сильно

Работа 28.7. Определение расовой принадлежности изучаемого черепа

Пользуясь данными проведенных краниометрических измерений, табл. 5.22, определите расовую принадлежность изучаемого черепа.

Таблица 5.22. Средние расовые краниометрические значения

Признак, мм	Раса		
	австралонегроидная (экваториальная)	европеоидная (евразийская)	монголоидная (азиатскоамериканская)
Носовой показатель	51-60	43-19	43-53
Верхняя высота лица (назион - простион)	62-71	66-74	70-80
Скуловая ширина	121-138	124-139	131-145
Высота орбиты	30-34	33-34	34-37
Вертикальный краниоцефальный указатель	47-53	50-53	51-61
Назomlaрный угол	140-122	136-137	145-149

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. По отдельным частям черепа человека удалось получить лишь некоторые его характеристики: нижняя челюсть тонкая; угол нижней челюсти сглажен; ветвь нижней челюсти наклонена к горизонтали. Определите (предположительно) по полученным данным половую принадлежность черепа.

Задание 2. При изучении поврежденного черепа человека получены следующие краниометрические значения, мм:

носовой указатель 45

скуловая ширина 130

высота орбиты 35

верхняя высота лица 66

Какова возможная расовая принадлежность данного черепа?

Задание 3. В антропологической литературе приводятся различные объяснения причин, определяющих различия в головном указателе современного человека; называются многие факторы, обуславливающие ту или иную форму головы

(специализация занятия населения, степени развития височных мышц, географические условия обитания, эндокринные факторы, влияющие на процессы роста костей черепа, положение плода в матке, уплощение затылка при длительном лежании ребенка на спине и т.д.). Какие из перечисленных причин можно считать главными?

Контрольные вопросы к теме 28 (вопросы антропогенеза)

1. Систематическое положение человека в системе животного мира.
2. Классификация отряда Приматы.
3. Основные этапы антропогенеза.
4. Характеристика представителей австралопитеков, архантропов, палеантропов и неоантропов; палеонтологический возраст, характерные морфологические особенности, особенности биологии, культуры.
5. Показатели объема мозга современных антропоморфных обезьян, ископаемых гоминид и современного человека.
6. Основные тенденции в прогрессивной эволюции черепа антропоморфных обезьян и ископаемых гоминид в процессе антропогенеза.
7. Основные отличительные особенности понятий «раса» и «вид». Ведущие признаки в классификации рас.
8. Большие и малые расы современного человека.
9. Характеристика основных адаптивных признаков каждой большой расы современного человека. Расовые особенности в строении черепа современного человека. Генотипические особенности больших рас (группы крови АВ0, серповидноклеточная анемия, талассемия).

Эволюционное учение

Тема 29. История развития эволюционного учения (семинар)

Цель занятия. Изучить эволюционные теории, знать теорию развития эволюционного учения. Уметь:

- анализировать основные научные концепции - креационизм и трансформизм, предшествующие появлению эволюционных теорий: воззрения Аристотеля, К. Линнея, Ж.-Л. Бюффона, Ж. Кювье, Ж. Сент-Илера;
- анализировать первую эволюционную теорию Ж.Б. Ламарка;
- анализировать теорию эволюции Ч. Дарвина: факторы эволюции, роль изменчивости, наследственности, естественного отбора в происхождении биологической целесообразности и эволюции органических форм;
- объяснить относительный характер целесообразности в природе.

Мотивационная характеристика. Знание истории развития научных взглядов на происхождение живых организмов и их изменимость необходимо для понимания исторического пути развития живой природы, развития науки, происхождения человека.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) содержание терминов «биологическая целесообразность», «креационизм», «трансформизм», «эволюционизм»; 2) точки зрения ведущих ученых - Аристотеля, К. Линнея, Ж.-Л. Бюффона, Ж. Кювье, Ж. Сент-Илера - по вопросам происхождения живых организмов и изменчивости видов; 3) содержание первой эволюционной теории Ж.Б. Ламарка (факторы, законы и направления эволюции); 4) научные и социальные предпосылки возникновения теории Ч. Дарвина и историю разработки; 5) содержание

эволюционной теории Ч. Дарвина (факторы эволюции, направления, борьба за существование и ее формы, дивергенция); б) доказательства эволюции органического мира: цитологические, сравнительно-анатомические, биохимические, эмбриологические, палеонтологические и др.; 7) результаты эволюции: биологическую целесообразность, многообразие видов, появление все более сложно устроенных форм жизни.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Эволюционная теория Ж.Б. Ламарка признает:

- 1) относительную целесообразность в природе;
- 2) абсолютную целесообразность в природе;
- 3) эволюционирующую единицу - вид;
- 4) эволюционирующую единицу - особь;
- 5) эволюционирующую единицу - популяцию.

2. Эволюционная теория Ч. Дарвина признает:

- 1) относительную целесообразность в природе;
- 2) абсолютную целесообразность в природе;
- 3) эволюционирующую единицу - вид;
- 4) эволюционирующую единицу - особь;
- 5) эволюционирующую единицу - популяцию.

3. Великие биологи-креационисты:

- 1) Ж.Б. Ламарк;
- 2) Ж. Кювье;
- 3) Ч. Дарвин;
- 4) К. Линней;
- 5) Ж.-Л. Бюффон.

4. Великие биологи-трансформисты:

- 1) Ж.Б. Ламарк;
- 2) Ж. Кювье;
- 3) Ч. Дарвин;
- 4) К. Линней;
- 5) Ж.-Л. Бюффон.

5. Идея о существовании в природе естественного отбора принадлежит:

- 1) Ж.Б. Ламарку;
- 2) Ч. Дарвину;
- 3) У. Уоллесу;
- 4) Ж.-Л. Бюффону;
- 5) Э. Сент-Иллеру.

Аудиторная работа

Содержание: заслушивание и обсуждение рефератов по темам 1-15.

Темы рефератов:

1. Представления о возникновении (или сотворении) и неизменяемости (или изменяемости) мира в трудах ученых Древнего мира (Фалес Милетский, Анаксимандр, Гераклит, Аристотель).

2. Накопление фактических знаний в биологии в XVII-XIX вв. Сущность креационизма.

3. К. Линней - яркий выразитель метафизических воззрений об изначальности и неизменности видов в природе.

4. Концепции трансформизма. Воззрения Ж. Робине и Ж.-Л. Бюффона.

5. Философские основы трансформизма в трудах французских философов XVIII в. (Д. Дидро, П. Гольбах, К. Гельвеций и др.).

6. Философские взгляды на возникновение жизни и изменяемость живой природы в трудах Ж.-Л. Бюффона.

7. Значение для биологии трудов Ж. Кювье. Воззрения Ж. Кювье по вопросам возникновения и изменяемости видов.

8. Сущность дискуссии между Ж. Кювье и Э. Сент-Илером в 1831 г.

9. Эволюционные идеи в трудах русских ученых - М.В. Ломоносова, А.Н. Радищева, К.Ф. Вольфа, А.А. Каверзнева.

10. Эволюционная теория Ж.Б. Ламарка. Ее значение для дальнейшего развития эволюционного учения.

11. Русские эволюционисты первой половины XIX в.: И.В. Дядьковский, К.М. Бэр, К.Ф. Рулье, Н.А. Северцов. Их работы.

12. Биография Ч. Дарвина. Научные и социально-экономические предпосылки возникновения эволюционной теории Ч. Дарвина.

13. Учение Ч. Дарвина о формах искусственного отбора.

14. Причины изменяемости видов и возникновения биологической целесообразности по теории Ч. Дарвина.

15. Причины многообразия видов по Ч. Дарвину. Дивергенция.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Укажите справедливые аргументы одной и другой стороны исторического спора трансформизма и креационизма (СентИллера и учеников Кювье).

Задание 2. Вместо Дарвина приведите доводы в защиту естественного отбора математику Дженкинсу, утверждавшему, что на поле с красными маками не сможет увеличивать свое присутствие белый мак.

Тема 30. Современное состояние эволюционного учения (семинар)

Цель занятия. Изучить современное состояние эволюционного учения

Уметь:

- Использовать понятия: «вид», «его критерии», «популяция», «генофонд популяций», «характеристики генофондов популяций»;

- анализировать влияние на генофонды популяций факторов эволюции: мутационного процесса, изоляции, популяционных волн, гибридизации, дрейфа генов, естественного отбора;

- классифицировать пути и механизмы видообразования, формы естественного отбора в популяциях;
- разбираться в понятиях микро- и макроэволюции, критериях и путях достижения биологического прогресса;
- анализировать факторы, влияющие на качество генофондов популяций человека;
- анализировать последствия влияния человека (антропогенного давления) на генофонды природных популяций организмов.

Мотивационная характеристика. Изучение современного состояния эволюционного учения необходимо для глубокого понимания закономерностей развития органического мира и влияния на него человека. Изучение данной темы позволит студентам понять механизмы и следствия возрастающего влияния человека на генофонды популяций.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) понятия микро- и макроэволюции, их взаимосвязь; 2) критерии морфологического и биологического прогресса; 3) понятия: «особь», «вид», «популяция»; 4) основные постулаты синтетической теории эволюции (СТЭ): факторы эволюции по СТЭ, элементарную единицу эволюции, элементарное эволюционное явление; 5) характеристики генофондов популяций (генетическую гетерогенность, общность, определенное соотношение количества аллелей и генотипов, закон Харди-Вайнберга, его значение в медицине) и определяющие их факторы; 6) экологические характеристики популяции (численность, плотность, возрастной и половой состав); 7) критерии и пути достижения биологического прогресса по А.Н. Северцеву; 8) последствия воздействий человека на генофонды природных популяций и направления эволюции в них.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Факторы, влияющие на реализацию репродуктивного потенциала:
 - 1) мутации;
 - 2) численность популяции;
 - 3) возрастной состав популяции;
 - 4) количество конкурентов;
 - 5) изоляция.
2. «Меланизм» бабочек в новых промышленных районах служит примером:
 - 1) стабилизирующего отбора;
 - 2) движущего отбора;
 - 3) новых мутаций;
 - 4) изоляции;
 - 5) дивергенции;
3. Стабилизирующий отбор открыл:
 - 1) Ч. Дарвин;
 - 2) С. Четвериков;
 - 3) И. Шмальгаузен;
 - 4) Э. Геккель;

5) У. Уоллес.

4. Обязательные условия для «дрейфа генов»:

- 1) изоляц и я;
- 2) спад волны численности;
- 3) новые мутации;
- 4) движущий отбор;
- 5) отсутствие отбора.

5. Естественный отбор бывает:

- 1) методическим;
- 2) дизруптивным;
- 3) бессознательным;
- 4) стабилизирующим;
- 5) движущим.

Аудиторная работа

Содержание: заслушивание и обсуждение рефератов по темам 1-8.

Темы рефератов:

1. Популяция и ее генетические характеристики.
2. Ведущие факторы микроэволюции (мутации, популяционные волны, изоляция, естественный отбор).
3. Формы естественного отбора в популяциях.
4. Изоляция. Ее виды и значение в процессах видообразования.
5. Процессы видообразования (микроэволюционные процессы). Их классификация и характеристика.
6. Факторы, определяющие специфику генофондов популяций человека.
7. Генетический полиморфизм природных популяций и его формы (балансированный и гетерозиготный).
8. Влияние человека на генофонды природных популяций и его последствия.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. Примером какого эволюционного явления служит появление новой волны воспалительного процесса у больного пневмонией, принимавшего антибиотики меньше назначенного срока.

Задание 2. Почему применять повторно варфарин - сильный дератизатор, действующий как антикоагулянт в популяции крыс поселка, неэффективно?

Тема 31. Генетическая структура популяций

Цель занятия. Сформировать представление о генетической структуре популяций и закономерностях распространения в них отдельных аллелей и генотипов.

Уметь:

- построить научно обоснованную систему медико-профилактических мероприятий в отношении наследственных патологий;

- рассчитывать частоты встречаемости в популяциях отдельных аллелей;
- рассчитывать частоту встречаемости генотипов гомо- и гетерозигот по данным аллелям;
- объяснить сущность и значение для медицины закона Харди-Вайнберга.

Мотивационная характеристика. Знание состава и структуры генофондов популяций человека (частота встречаемости и количественное соотношение в них разных аллелей и генотипов) необходимо для организации медико-профилактических мероприятий в отношении наследственных болезней: медико-генетического консультирования, определения влияния на генофонды популяций факторов окружающей среды, определения эффективности проводимых медицинских и профилактических мероприятий и т.д.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) понятия идеальной и реальной популяции; 2) понятие генофонда популяций; 3) генетическую гетерогенность природных популяций (полиморфизм); 4) факторы, определяющие характеристики генофондов популяций: мутационный процесс, дрейф-генов, свободное скрещивание (панмиксия) и действие закона Харди-Вайнберга.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Популяцией называется:
 - 1) совокупность видов одного рода;
 - 2) субъединица вида;
 - 3) субъединица класса;
 - 4) совокупность всех видов, живущих на одной территории;
 - 5) любая совокупность особей одного вида.
2. Панмиксическая популяция:
 - 1) все особи с разными аллелями имеют равные шансы оставить потомство (быть избранными, вступить в брак);
 - 2) преимущество имеют особи с адаптивными аллелями;
 - 3) преимущество имеют гетерозиготы;
 - 4) преимущество имеют гомозиготы по доминантному аллелю;
 - 5) преимущество имеют гомозиготы по рецессиву.
3. Признаки идеальной популяции:
 - 1) малая численность, нет свободного скрещивания;
 - 2) неограниченная численность, действует естественный отбор;
 - 3) не действуют факторы эволюции, существует неопределенно долго;
 - 4) происходит свободное скрещивание;
 - 5) большая численность и нет естественного отбора.
4. Сколько вариантов генотипов образуется в популяции из одной пары аллелей Аа:
 - 1) 2;
 - 2) 3;
 - 3) 4;

4) 8;

5) 1.

5. Закон Харди-Вайнберга:

1) количество особей с определенными генотипами постоянно из поколения в поколение;

2) при длительном существовании популяции рецессивные аллели постепенно удаляются из нее;

3) соотношение числа особей с генотипами, образованными из одной пары аллелей, постоянно из поколения в поколение;

4) естественный отбор оставляет в популяции аллели, имеющие адаптивную ценность;

5) процентное соотношение генов в генофонде постоянно.

Аудиторная работа

Содержание: решение задач по определению генетической структуры популяций.

Оборудование: задачи, альбом, калькулятор.

Теоретическое обоснование

Распределение в популяциях частот встречаемости отдельных аллелей и образованных ими генотипов гомо- и гетерозигот не случайно подчинено определенным закономерностям. В 1908-1909 гг. английский математик Г. Харди и немецкий врач В. Вайнберг независимо друг от друга математически объяснили феномен длительного существования в популяциях рецессивных аллелей (закон Харди-Вайнберга: в идеальной популяции при отсутствии действия факторов эволюции рецессивные аллели не удаляются, а остаются в ней неопределенно долго). Соотношение частот встречаемости двух аллелей (A , a) и образованных ими генотипов (AA , Aa , aa) описывается формулой

$$p^2 + 2pq + q^2,$$

где p - частота аллеля A ; q - частота аллеля a ; p^2 - количество особей с генотипом AA ; $2pq$ - с генотипом Aa ; q^2 - с генотипом aa . Критерии идеальной популяции:

- бесконечно большая;
- существует неопределенно долго;
- происходит свободное скрещивание особей (панмиксия);
- не действуют факторы эволюции: нет новых мутаций, нет потока генов из других популяций, аллели a и A не подвержены естественному отбору, численность популяции постоянна.

Идеальных популяций в природе не бывает, но закон Харди-Вайнберга можно использовать с определенным уровнем вероятности, что имеет большое практическое значение:

1. Используя формулу закона, по частоте встречаемости только одного аллеля (обычно известно распространение рецессивного аллеля a , так как число и долю гомозигот aa можно определить по фенотипу) можно рассчитать полную генетическую структуру популяции по данному аллелю: доли гомозигот AA и aa и гетерозигот Aa .

Знание числа гетерозигот очень важно, поскольку они являются носителями рецессивных генов наследственных болезней в скрытом состоянии и служат постоянным источником (генетическим резервом) наследственной патологии в популяциях.

2. Закон позволяет проследить состояние генофонда популяции в динамике (сравнивать генетическую структуру разных поколений по определенным аллелям).

В сопоставлении с другими сведениями эти данные позволяют оценивать частоту встречаемости в популяции определенных аллелей и генотипов; выявлять причины их появления в популяциях; проследить их динамику: растет или снижается встречаемость данных аллелей в разных поколениях; следить за направлением действия по данным аллелям естественного отбора: убирает он эти аллели или оставляет; в отношении каких генотипов действует отбор (рецессивных, доминантных гомозигот, гетерозигот); выявлять причины такого действия и т.д.

Все эти данные необходимы для разработки системы медико-профилактических мероприятий в отношении наследственных заболеваний и оценки их эффективности в динамике.

Работа 31.1. Определение частот генотипов в популяции

Задача 91. При определении MN групп крови в популяции города Р. из 4200 обследованных 1218 человек имели антиген М (генотип $L^M L^M$), 882 человека - антиген N (генотип $L^N L^N$) и 2100 человек - оба антигена (генотип $L^M L^N$). Вычислите частоты всех трех генотипов в популяции, выразив их: а) в процентах; б) в долях единицы.

Задача 92. При определении MN групп крови в популяции коренного населения Австралии из 2800 обследованных 84 человека имели антиген М (генотип $L^M L^M$), 1876 человек - антиген N (генотип $L^N L^N$) и 840 человек - оба антигена (генотип $L^M L^N$). Вычислите частоту всех трех генотипов в популяции, выразив их: а) в процентах; б) в долях единицы.

Задача 93. При определении MN групп крови в популяции эскимосов Восточной Гренландии установлено, что из 3000 обследованных 2505 человек имеют генотип $L^M L^M$, 27 человек - генотип $L^N L^N$ и 468 человек - генотип $L^M L^N$. Определите частоты всех трех генотипов, выразив их: а) в процентах; б) в долях единицы.

Задача 94. В районе с населением 280 тыс. человек при полной регистрации случаев болезни Шпильмейера-Фогта (юношеская форма амавротической семейной идиотии) обнаружено 7 больных. Болезнь наследуется по аутосомно-рецессивному типу (генотип SS). Определите частоту генотипа, вычислив количество больных на 1 млн населения.

Задача 95. Из 84 тыс. детей, родившихся в течение 10 лет в родильных домах города К., у 210 детей обнаружен патологический рецессивный признак d (генотип dd). Определите: а) частоту генотипа; б) на какое количество новорожденных приходится 1 ребенок с генотипом dd.

Задача 96. В популяции Европы частота альбинизма (генотип aa) составляет $7 \cdot 10^{-5}$. На какое количество особей в популяции приходится 1 альбинос?

Работа 31.2. Определение частоты аллелей в популяции

Задача 97. Группа особей состоит из 30 гетерозигот Aa. Вычислите частоту (p) нормального аллеля A и частоту (q) мутантного аллеля a, выразив частоты в долях единицы и процентах от общего числа аллелей (a+A) в данной группе особей.

Задача 98. Из 84 тыс. детей, родившихся в течение 10 лет в городе К., у 240 детей обнаружен патологический рецессивный признак - (1). Популяция признана панмиксической. Определите: а) частоту аллелей и $L^{(p)}$ в популяции города К.; б) частоту гетерозиготных носителей патологического признака в той же популяции; в) генетическую структуру популяции, вычислите частоты доминантных гомозигот (LL), гетерозигот (Ll) и рецессивов (ll).

Задача 99. В популяции частота генотипа по ко-доминантным аллелям AaA' составила: AA - 64%, aa - 4%, AA' - 32%. Определите частоту (p) аллеля A и частоту (q) аллеля A' , выразив частоты в долях единицы.

Задача 100. Среди населения земного шара группы крови системы ABO распределены неравномерно. Имеются популяции, в которых встречаются лишь два аллеля из трех и соответствующие генотипы. Так, среди американских индейцев племен ута, навахо, а также аборигенов Западной Австралии не встречаются лица с B (III) и AB (IV) группами крови, присутствуют индивидуумы с O (I) и A (II) группами крови (генотип I^0I^0 , I^AI^0 , I^AI^A), среди бушменов - только с O (I) и B (III) группами крови (генотип I^0I^0 , I^BI^0 , I^BI^B). Установлено количество лиц с O (I) группой крови в каждой из популяций, %: ута - 97,4; австралийские аборигены - 48,1; навахо - 77,7; бушмены - 83; черноногие - 23,5. Определите генетическую структуру указанных популяций.

Работа 31.3. Определение частоты гетерозигот в популяции

Задача 101. Известно, что чувствительность к тиомочевине определяется доминантным геном (T). Среди населения негроидной группы частота рецессивного гена (t), определяющего нечувствительность, составляет 0,45, среди кавказской группы - 0,65, а в древнеевропейской - 0,5. Вычислите частоту встречаемости лиц, чувствительных к тиомочевине, среди каждой из указанных групп.

Задача 102. В одном городе с устоявшимся составом населения в течение 5 лет среди 25 тыс. новорожденных зарегистрировано два случая фенилкетонурии. Болезнь наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Определите количество гетерозигот в популяции.

Задача 103. Галактоземия (болезнь, связанная с отсутствием фермента β -галактозидазы, расщепляющего молочный сахар на лактозу) встречается с частотой 7:1 000 000 и наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Определите количество гетерозигот в популяции.

Задача 104. В районе с населением 50 тыс человек зарегистрировано 4 больных алкаптонурией (наследование аутосомно-рецессивное). Определите количество гетерозигот по алкаптонурии в данной популяции.

Задача 105. Глухонмота связана с врожденной глухотой, которая препятствует нормальному усвоению речи. Наследование аутосомно-рецессивное. Средняя частота заболевания колеблется для разных стран. Для европейских стран она составляет 2:10 000. Определите возможное количество гетерозиготных по глухонмоте людей в районе, включающем 8 млн жителей.

Пояснения к решению задач по генетике популяций

Частота определенного генотипа - относительное количество особей с данным генотипом в популяции. Если частоты генов и генотипов выражаются в процентах, то общее количество генов или особей популяции принимается за 100%. Если частоту генов или генотипов хотят выразить в долях единицы, то общее количество особей популяции или аллелей принимается за единицу (1).

Определение частоты генотипов в популяции. Разберем решение задачи 92 (вариант «а»). По MN -системе групп крови каждая популяция состоит из трех генотипов: L^ML^M , L^ML^N и L^NL^N . По условию задачи в популяции города К. 4200 человек, из них 1218 человек имеют генотип L^ML^M , 882 человека являются гомозиготами L^NL^N и 2100 человек имеют генотип L^ML^N . Следует определить частоты всех трех генотипов, выразив их в процентах.

Примем, что все особи популяции города К., т.е. 4200 человек, составляют 100%. Затем вычислим лиц с генотипом L^ML^M :

$$\frac{1218}{4200} \cdot 100 = 29\%$$

Таким же образом рассчитаем частоты гетерозигот ($L^M L^N$) и гомозигот по рецессивному гену ($L^N L^N$). Они соответственно равны: для гетерозигот $L^M L^N$ - 50%, для гомозигот $L^N L^N$ - 21%.

Сумма частот всех трех генотипов равна: $29\% + 50\% + 21\% = 100\%$. Для решения варианта «б» примем, что число всех особей популяции, т.е. 4200 человек, равно единице (1). Частота генотипа $L^M L^M$ в этом случае составит и генотипа $L^N L^N$ - 0,21.

$$0,29 \left(\frac{1218}{4200} \right), \text{ частота генотипа } L^M L^N = 0,50$$

Сумма частот трех генотипов равна единице - $0,21 + 0,29 + 0,50 = 1$. Для того чтобы перевести частоты, выраженные в долях единицы, в процентное соотношение, следует умножить показатели на 100.

Если ген или генотип встречаются очень редко, то для большей наглядности его частоту выражают в виде простой дроби, где знаменатель равен 1 млн, а числитель - количеству особей с данным генотипом. Например, в районе с населением в 280 тыс. человек обнаружено 7 больных с наследственной патологией.

Вычислив частоту генотипа в долях единицы, получим:

$$\frac{7}{280\,000} = 0,000025$$

, т.е. 25 миллионных. Этот же

$$\frac{25}{1\,000\,000}$$

результат записываем в виде простой дроби: , со знаменателем 1. Такая запись более наглядна, так как показывает, что 25 больных приходилось на 1 000 000 особей.

Определение частот генов (аллелей) в популяции. Для определения частоты аллелей используют формулу $p + q = 1$, где p - частота гена А; q - частота гена а. Разберем решение задачи 100. По условию задачи даны частоты генотипов. Популяция состоит из гомозигот АА (64%), гетерозигот Аа (32%), гомозигот аа (4%). Требуется определить частоту (p) аллеля А и частоту (q) аллеля а.

Примем общее количество аллелей (А и а) в популяции за 100%. В этом случае частота аллеля А определяется следующим образом: 64% особей АА дают 64% аллелей от общего количества аллелей популяции и все это аллели А. Гетерозиготы Аа дают 32% аллелей от общего количества, из них 16% составляют аллели А и 16% - аллели а. Особи с генотипом аа гамет с геном А не продуцируют. Следовательно, частоты аллеля А в популяции будут выражаться суммой $64\% А + 16\% А = 80\% А$.

Частота аллеля а в популяции будет равна $100\% - 80\% = 20\%$.

Чтобы выразить частоту аллеля А (p) и частоту аллеля а (q) в долях единицы, нужно разделить количество аллелей А на общее количество аллелей (А + а) в данной группе особей:

$$pA \frac{80}{100} = 0,8 \text{ а } = 1 - 0,8 = 0,2.$$

Определение частот гетерозигот в популяции. В качестве примера используем решение следующей задачи: альбинизм общий наследуется как рецессивный аутосомный признак. Заболевание встречается с частотой 1:20 000. Вычислите количество гетерозигот в популяции.

Обозначим ген, отвечающий за нормальное содержание меланина в тканях, - А, а ген альбинизма - а.

Частота аллеля а = q; частота аллеля А = p. Сначала вычислим частоту аллеля а, т.е. q. По условию q = 1/20 000. Отсюда

$$q = \sqrt{\frac{1}{20000}} = \frac{1}{141}.$$

$$\text{Частота аллеля А} - p = 1 - q = \frac{141}{141} - \frac{1}{141} = \frac{140}{141}.$$

Количество гетерозигот в популяции равно

$$2pq = 2 \cdot \frac{140}{141} \cdot \frac{1}{141} = \frac{1}{70}.$$

Если выразить ответ в процентах, то частота генотипа Аа будет равна 1,4%.

Контроль итогового уровня знаний (примеры ситуационных задач)

Задание 1. В южноамериканских джунглях живет популяция аборигенов численностью 127 человек (включая детей). Частота группы крови М составляет 64%. Можно ли вычислить частоты группы крови N и MN в этой популяции?

Задание 2. В результате эпидемии натуральной оспы, намеренно распространявшейся колонизаторами Америки, численность одного из индейских племен в XVI в. сократилась с 1000 человек до нескольких десятков. В дальнейшем она постепенно возросла и в настоящее время составляет 600 человек. Характерной особенностью данного племени является частота групп крови АВ0. Нулевая группа отсутствует, а II группа установлена у 486 человек. Сколько в популяции людей с III и IV группами крови? Какие микроэволюционные факторы обусловили необычное соотношение групп крови?

Задание 3. Определите вероятность рождения ребенка с серповидноклеточной анемией в популяциях А и Б, в которых концентрация данного гена у нынешнего поколения составляет 10%. Популяция А проживает в малярийном районе, где половина гомозигот по нормальному гену погибает от малярии до вступления в брак, а популяция Б проживает в стране, где малярия ликвидирована. Численность каждой популяции составляет 10 тыс. человек.

Контрольные вопросы к теме 31 (генетика популяций)

1. Понятия: «вид», «популяция», «определения», «критерии вида». Реальная и идеальная популяции.

2. Генетическая характеристика популяций. Понятие генофонда и аллелофонда. Закон Харди-Вайнберга.

3. Экологические характеристики популяций (численность, плотность, половой и возрастной состав).
4. Характеристика популяций людей. Дем, изолят.
5. Действие элементарных эволюционных факторов в популяциях людей.
6. Генетический полиморфизм (балансированный и гетерозиготный) природных популяций. Генетический груз.

Вопросы экологии

Тема 32. Динамика численности популяций. Типы роста популяций. Скорость роста популяций. Влияние факторов среды на динамику численности популяций

Цель занятия. Иметь представление о законах популяционной экологии; факторах, определяющих численность и типы роста природных популяций; специфике действия экологических факторов на динамику численности популяций.

Уметь:

- определять типы роста популяций;
- рассчитывать скорость роста популяций при разных типах их роста;
- определять максимально возможную численность популяций в местах обитания.

Мотивационная характеристика. Знание законов популяционной экологии необходимо для понимания процессов развития и функционирования экосистем и биосферы в целом. Знание специфики действия этих законов в популяциях человека необходимо для планирования стратегии устойчивого существования цивилизации человека в биосфере, в том числе организации профилактических медицинских мероприятий и медицинской помощи населению.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные экологические характеристики популяций: численность, плотность, типы роста популяций - экспоненциальный, логистический; 2) зависимости типов роста популяций от условий среды; 3) понятие биотического (репродуктивного) потенциала популяции r_{max} ; 4) понятие емкости среды и определяющие ее факторы; 5) экологические факторы, регулирующие численность популяций в экосистемах (внутри- и внепопуляционные); 6) специфику действия этих факторов в популяциях человека.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Термин «экосистема» в 1935 г. ввел:

- 1) А. Тенсли;
- 2) М. Мебиус;
- 3) Э. Геккель;
- 4) В. Сукачев;
- 5) Ж.Б. Ламарк.

2. Учение о биосфере разработал:

- 1) Э. Геккель;
- 2) Ж.Б. Ламарк;
- 3) В. Сукачев;

- 4) В. Вернадский;
- 5) А. Тенсли.
3. Учение о биогеоценозе разработал:
 - 1) Э. Геккель;
 - 2) Ж.Б. Ламарк;
 - 3) В. Сукачев;
 - 4) В. Вернадский;
 - 5) А. Тенсли.
4. Экологическая система:
 - 1) не имеет четких границ;
 - 2) закрытая, неустойчивая во времени;
 - 3) открытая, саморегулирующаяся;
 - 4) непостоянная по видовому составу;
 - 5) с незамкнутым круговоротом веществ.
5. В биоценозе взаимодействуют факторы:
 - 1) почвенные, климатические, биотические;
 - 2) климатические и межвидовые;
 - 3) межвидовые и почвенные;
 - 4) внутривидовые и гидрологические;
 - 5) внутривидовые и межвидовые.



Рис. 5.50. Кривые экспоненциального и логистического типов роста популяций

Поддерживающая емкость среды (K) - максимально возможная численность, которую устойчиво может содержать данная среда на протяжении длительного времени.

Логистический тип роста популяции описывают S-образная кривая, которая при достижении уровня K выходит на плато, и уравнение

$$\frac{dN}{dt} = r_{\max} N \left(\frac{K - N}{K} \right),$$

где r_{\max} - удельная скорость роста, наблюдаемая в начальный момент роста популяции при $N=0$.

Практически на начальной стадии роста (при $N < K$) график зависимости $\ln N$ от t представляет собой почти прямую. Таким образом, для определения начальной удельной скорости логистического роста нужно построить график зависимости $\ln N$ от t и для ее начального наиболее прямолинейного участка кривой вычислить соотношение (1).

Уравнение логистической кривой

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right)$$

в интегральной форме имеет

$$N_t = \frac{K}{1 + \left[\frac{K - N_0}{N_0} \right] e^{-rt}}.$$

вид
узнать значение

Отсюда можно

$$K = \frac{N_t N_0 (1 - e^{-rt})}{N_0 - N_t e^{-rt}}.$$

Пример вычисления

В результате периодических измерений численности популяции получены данные, представленные в табл. 5.23. Вычислим натуральные логарифмы численности и построим график зависимости $\ln N$ от t (см. рис. 5.50).

Таблица 5.23. Динамика численности популяции во времени

Время дни	t, Численность, N	lnN
0	1	0,000
1	2	0,695
2	4	1,385
3	8	2,065
4	15	2,726
5	29	3,351
6	50	3,916
7	81	4,389
8	115	4,747
10	169	5,132
11	183	5,212
12	191	5,252
13	196	5,276
14	198	5,287
15	199	5,293

Если начальный участок полученной кривой является более или менее прямой линией, то рост популяции в данном временном интервале может быть приближенно описан экспоненциальным законом. При этом график представляет собой практически прямую на участке от $t = 0$ до $t = 4$. Соответствующие значения $\ln N$ равны 0 и 2,726. Таким образом,

$$\frac{\ln N_4 - \ln N_0}{t_4 - t_0} = \frac{2,726 - 0}{4 - 0} \approx 0,68.$$

В случае реальных данных часто бывает трудно точно оценить прямолинейность начального участка графика. Поэтому лучше не ограничиваться одним вычислением r для двух случайно выбранных точек на прямой, а провести несколько вычислений для нескольких временных интервалов, например $t_0 - t_1$, $t_0 - t_2$, $t_0 - t_3$ и т.д. Полученные оценки можно усреднить, лучше предварительно выбраковав сильно отличающиеся значения (см. любой учебник статистики). Следует помнить, что чем больше взят временной интервал от t_0 , тем больше будет сказываться влияние емкости среды K и тем более заниженным будет значение r_{max} .

Работа 32.1. Определение типов роста и скорости роста популяций

Задача 106. При изучении двух популяций получены следующие данные (табл. 5.24 и 5.25).

Таблица 5.24. Динамика численности популяции во времени

Время t , дни	Численность, N	$\ln N$
0	5	1,61
1	8	2,08
2	20	3,0
3	60	4,1
4	120	4,79
5	320	5,76
6	900	6,8
7	2200	7,7

Таблица 5.25. Динамика численности популяции бразильских муравьев во времени

Время t , мес	Численность бразильские муравьев, N	$\ln N$
0	15	2,71
2	20	3,0
4	30	3,4
6	40	3,69
8	50	3,91
10	80	4,38
12	100	4,61
14	140	4,94
16	300	5,7
18	400	5,99
20	700	6,55
22	800	6,68
24	900	6,80
26	950	6,85
28	1000	6,90
30	960	6,86

1. Определить тип роста популяций.
2. Для популяции, размножающейся экспоненциально, построить график роста численности (зависимости $\ln N$ от t) и определить скорость роста r .
3. Для популяции, размножающейся по логистическому типу:
 - построить такой же график;
 - определить участок с максимальной скоростью роста и вычислить r_{max} на этом участке;
 - указать время от начала роста популяции, когда под давлением факторов среды скорость роста стала снижаться;
 - определить уровень поддерживающей емкости среды (по графику) и указать время достижения популяцией этого уровня.

Задача 107. При изучении двух популяций получены следующие данные: табл. 5.26 и 5.27.

Таблица 5.26. Динамика численности популяции во времени

Время t , дни	Численность, N	$\ln N$
0	2	0,69
1	4	1,39
2	10	2,3
3	23	3,13
4	30	3,46
5	49	3,89
6	85	4,44
7	150	5,01
8	245	5,5
9	410	6,02
10	805	6,69

Таблица 5.27. Динамика численности популяции гидры во времени

Время, t (сут)	Численность гидры, N	$\ln N$
0	10	2,3
3	15	2,71
5	28	,3
6	30	3,4

8	60	4,09
10	81	4,39
12	120	4,79
14	140	4,94
16	180	5,19
18	200	5,30
20	210	5,35
22	380	5,94
24	500	6,21
26	600	6,40
28	920	6,82
30	1000	6,91
32	1120	7,02
34	1200	7,09
36	1350	7,21
38	1520	7,33
40	1500	7,31

1. Определить тип роста популяций.
2. Для популяции, размножающейся экспоненциально:
 - построить график роста численности (зависимости $\ln N$ от t) и определить скорость роста r .
3. Для популяции, размножающейся по логистическому типу:
 - построить такой же график;
 - определить участок с максимальной скоростью роста и вычислить r_{\max} на этом участке;
 - указать время от начала роста популяции, когда под давлением факторов среды скорость роста начинает снижаться;
 - определить уровень поддерживающей емкости среды (по графику) и указать время достижения популяцией этого уровня.

Задача 108. При изучении двух популяций получены следующие данные (табл. 5.28 и 5.29).

Таблица 5.28. Динамика численности популяции во времени

Время t , сут	Численность, N	$\ln N$
0	4	1,39
1	6	1,79
2	10	2,3
3	20	
4	60	4,09
5	119	4,78
6	150	5,01
7	550	6,31
8	1115	7,02

Таблица 5.29. Динамика численности популяции инфузорий во времени

Время t , сут	Численность инфузорий, N	$\ln N$
0	85	,4
3	130	4,87
4	150	5,01
5	180	5,19
6	300	5,7
7	550	6,31

Окончание табл. 5.29

Время t , сут	Численность инфузорий, N	$\ln N$
8	610	6,41
9	770	6,65
10	785	6,67
11	810	6,7
12	900	6,8
13	895	6,8
14	815	6,88
15	980	6,84
16	930	6,66

1. Определить тип роста популяций.
2. Для популяции, размножающейся экспоненциально построить график роста численности (зависимости $\ln N$ от t) и определить скорость роста r .
3. Для популяции, размножающейся по логистическому типу:
 - построить такой же график;
 - определить участок с максимальной скоростью роста и вычислить r_{\max} на этом участке;
 - указать время от начала роста популяции, когда под давлением факторов среды скорость роста начинает снижаться;
 - определить уровень поддерживающей емкости среды (по графику) и указать время достижения популяцией этого уровня.

Задача 109. Интродукция фазанов на острове Протекшн.

В 1937 г. на небольшой остров Протекшн (у северозападного побережья США) были завезены (интродуцированы) 2 самца и 6 самок фазана *Phasianus colchicus*, ранее на острове не встречавшегося. В том же году фазаны начали размножаться. Учеты численности фазанов проводились дважды в год. Через 6 лет их число достигло 1898 особей. В 1943 г., с началом военных действий, на остров были введены войска, ежегодные учеты прекратились и за короткий срок популяция фазанов была почти полностью истреблена.

При построении кривой роста популяции, используя показатели табл. 5.30, примите временной интервал равным 0,5 года.

Таблица 5.30. Динамика численности популяции фазанов во времени

Период времени	Численность фазанов, N	$\ln N$
Весна 1937 г.	8	2,08
Лето 1937 г.	13	2,56
Весна 1938 г.	23	3,14
Лето 1938 г.	38	3,64
Весна 1939 г.	63	4,14
Лето 1939 г.	105	4,65
Весна 1940 г.	173	5,15
Лето 1940 г.	282	5,64
Весна 1941 г.	450	6,11
Лето 1941 г.	696	6,55
Весна 1942 г.	1031	6,94
Лето 1942 г.	1444	7,26
Весна 1943 г.	1898	7,55

1. Определить тип роста данной популяции.
2. Определить участок с максимальной скоростью роста и вычислить Γ_{\max} на этом участке.
3. Определить время от начала роста популяции, когда под давлением факторов среды скорость роста начинает снижаться.
4. Определить время достижения поддерживающей емкости среды и максимально возможную численность фазанов на острове.

Работа 32.2. Влияние факторов среды на скорость роста популяций Задача 110. Влияние температуры на скорость роста дрожжей. Пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* выращивали в колбах в жидкой питательной среде при пяти разных температурах. Периодически из каждой колбы отбирали образцы и определяли концентрацию клеток дрожжей, подсчитывая их под микроскопом в специальной камере.

Результаты представлены в табл. 5.31.

Таблица 5.31. Численность клеток дрожжей, млн клеток/мл

Время, ч	Температура культивирования, °C				
	30	25	20	15	10
0	8,8	6,7	7,3	6,8	8,0
0,5	10,9	9,9	9,3	7,4	8,8

Окончание табл. 5.31

Время, ч	Температура культивирования, °C				
	30	25	20	15	10
1	13,3	14,6	13,2	9,0	8,5
1,5	16,1	19,3	17,5	10,2	10,2
2	18,0	31,0	23,3	11,7	10,9
3	26,0	62,8	40,4	16,4	12,6
4	41,1	111,3	67,5	21,1	14,7
5	55,5	190,1	106,9	28,8	16,6
6	79,2	264,9	157,5	34,6	19,6
7	113,6	321,7	212,5	49,0	22,6
8	155,0	356,0	263,1	63,6	26,1
9	200,7	374,0	288,9	81,4	30,0
10	238,4	382,6	329,6	102,2	34,6
15	435,9	368,1	367,8	236,5	67,9
20	490,8	390,0	369,9	301,9	118,3

1. Построить графики изменения численности (N) клеток дрожжей во времени при разных температурах (t). Показатель численности N предварительно прологарифмировать ($\ln N$).

2. Определить тип роста популяций.

3. По соответствующей формуле рассчитать r_{max} для каждой температуры. Построить график зависимости r_{max} от температуры. По графику определить зону температурного оптимума для скорости роста дрожжей.

4. По графику определить поддерживающую емкость среды K для каждой температуры.

5. Объяснить полученную зависимость.

Задача 111. Влияние концентрации гербицида на скорость роста популяции почвенных коллембол.

Изучали влияние нового гербицида на размножение почвенных членистоногих коллембол *Onychiurus slachianus*. Коллемболы выполняют в почве важнейшие функции: потребляют мертвые органические остатки (детрит) и регулируют численность почвенных грибов.

Коллембол выращивали в лаборатории в пяти бюксах. В каждый бюкс помещали около 20 особей коллембол и одинаковое количество питательного субстрата, обработанного различными дозами гербицида. В течение 4 мес подсчитывали число коллембол в каждом бюксе.

Данные представлены в табл. 5.32.

Таблица 5.32. Численность коллембол в бюксах с разной концентрацией гербицида

Время, сут	Концентрация гербицида, мкг/г субстрата				
	10	50	100	150	200
0	20	23	25	18	25
5	18	20	25	18	24
10	20	24	25	17	25
11	22	28	30	19	25
12	29	30	38	18	23
13	36	42	45	22	25
14	45	47	51	23	25
15	51	62	62	25	27
20	107	120	120	33	26
30	173	180	172	56	33
40	184	185	209	77	32
60	190	175	210	132	43
85	190	200	191	172	60

110	190	200	210	176	64
110	190	172	205	162	68
120	190	202	201	179	65
130	182	184	210	156	79

1. Построить графики изменения численности коллембол (N) во времени для разных концентраций гербицида (C). Показатель численности (N) предварительно прологарифмировать (lnN).

2. Определить тип роста популяций.

3. По соответствующей формуле рассчитать r_{max} для каждой концентрации гербицида. Построить график зависимости r_{max} от концентрации гербицида. Указать минимальную концентрацию гербицида, снижающую численность почвенных коллембол.

4. Определить по графику поддерживающую емкость среды (K) для каждой концентрации.

5. Объяснить полученную зависимость.

Задача 112. Влияние температуры на скорость роста популяции мучного хрущака.

Несколько видов мелких жуков, легко культивируемых в муке, являются классическими объектами для модельных экспериментов по изучению динамики популяций. К ним относится мучной хрущак *Tribolium confusum*.

Определяли зависимость скорости роста популяции мучного хрущака от температуры. В пять стаканов с одинаковым количеством муки поместили по 20 особей мучного хрущака. Стаканы инкубировали в термостатах при пяти разных температурах (от 10 до 50 °C). Каждые 10 дней содержимое стаканов высыпали в кювету и подсчитывали количество жуков.

Полученные данные представлены в табл. 5.33.

Таблица 5.33. Рост популяции мучного хрущака при разных температурах, особи

Время, сут	Температура, °C				
	10	20	30	40	50
0	20	20	20	20	20
10	8	70	106	65	44
20	13	175	302	196	77
30	20	377	505	427	124
40	36	544	573	629	210
50	57	696	547	723	315
60	84	733	599	675	412
70	141	745	600	748	537
80	210	748	563	750	637

90	301	750	600	717	702
100	396	750	587	750	694
110	490	750	600	680	706
120	569	678	600	750	763
130	709	750	596	684	790
140	774	689	600	750	748

1. Построить графики изменения численности жука (N) во времени при разных температурах (t). Показатель численности (N) предварительно прологарифмировать ($\ln N$).

2. Определить тип роста популяций.

3. По соответствующей формуле рассчитать r_{\max} для каждой температуры. Построить график зависимости r_{\max} от температуры. По этому графику определить зону температурного оптимума.

4. Определить по графику поддерживающую емкость среды (K) для каждой температуры.

5. Объяснить полученную зависимость.

Тема 33. Демографические показатели популяций. Таблицы выживания. Ожидаемая продолжительность жизни. Кривые выживания

Цель занятия. Сформировать представление о демографических показателях популяций и влияющих на них факторах среды. Уметь:

- строить таблицу выживания популяций;
- рассчитывать ожидаемую продолжительность жизни для разных возрастных групп;
- определять чистую скорость воспроизводства популяции;
- строить кривую выживания и определять ее тип.

Мотивационная характеристика. Знание демографических показателей популяций необходимо для составления прогнозов динамики численности, а в популяциях человека - для планирования организации медицинской помощи населению. Знания о демографических показателях популяций на старших курсах должны быть экстраполированы на популяции человека.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) основные демографические показатели популяций: численность, рождаемость, смертность, возрастной состав; 2) понятие кривых выживания, их типы, зависимость типов кривых выживания в популяциях человека от уровня экономического развития стран и медицинской помощи.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. У популяции стойкость к условиям среды по сравнению с отдельными особями:
 - 1) не отличается;
 - 2) выше;

- 3) ниже;
- 4) меняется во времени;
- 5) зависит от вида организмов.

2. Устойчивым существованием характеризуются популяции, где отмечаются:

- 1) экспоненциальный (J-образный) тип роста;
- 2) логистический (S-образный) тип роста;
- 3) r-отбор;
- 4) стабильность численности;
- 5) K-отбор.

3. Рост популяции в геометрической прогрессии (экспоненциально) может происходить:

- 1) в лабораторных условиях;
- 2) при полном отсутствии хищников;
- 3) когда лимитирующим фактором является пища;
- 4) в условиях конкурентного вакуума;
- 5) когда лимитирующим фактором является вода.

4. При экспоненциальном типе роста популяции при нарастании плотности скорость роста:

- 1) увеличивается;
- 2) остается прежней;
- 3) снижается;
- 4) зависит от емкости среды;
- 5) зависит от вида организмов.

5. При логистическом типе роста популяции при нарастании плотности скорость роста:

- 1) увеличивается;
- 2) остается прежней;
- 3) снижается постепенно;
- 4) подвергается колебаниям;
- 5) снижается резко.

Аудиторная работа

Содержание: 1) решение ситуационных задач на построение таблиц выживания; 2) расчет ожидаемой продолжительности жизни в разных возрастных группах; 3) определение чистой скорости воспроизводства популяции; 4) построение кривой выживания, определение ее типа.

Оборудование: альбом, калькулятор.

Пояснения к решению задач на построение таблиц выживания и кривой выживания

1. Таблицы выживания (табл. 5.34).

Демографические данные о популяции можно представить в виде таблиц выживания.

Для этого наблюдают группу особей и регистрируют возраст их гибели.

В первой графе таблицы указывают возраст - x , во второй - число особей, доживших до этого возраста, $-n_x$.

По этим данным для каждого возрастного интервала вычисляют смертность (отношение числа особей, погибших за время данного возрастного интервала, к числу особей, доживших до данного возраста) и среднюю ожидаемую продолжительность жизни.

График зависимости n_x от x называют кривой выживания (см. далее).

Если к таблице выживания добавить данные по средней плодовитости особей каждого возраста m_x (т.е. среднему количеству потомков, появившихся в течение данного возрастного интервала в расчете на одну особь), то можно вычислить чистую скорость воспроизводства популяции (во сколько раз возрастает численность популяции за одно поколение).

Заполнение таблицы (номер показателя соответствует номеру колонки в таблице).

В колонки 1-3 заносят исходные данные:

- 1) x - возрастной интервал;
- 2) n_x - число особей, выживших (доживших) до возраста x ;
- 3) среднее число потомков m_x (средняя плодовитость) особей каждого возраста.

Показатели в колонках 4-10 рассчитывают по формулам:

- 4) доля особей, выживших (доживших) до начала возрастного интервала x :

$$l_x = \frac{n_x}{n_0},$$

где n_0 - число особей начального возраста ($62 / 142 = 0,437$);

- 5) число особей, погибших от начала интервала x до начала интервала $x+1$:

$$d_x = n_x - n_{x+1} + 1 = (142 - 62 = 80);$$

- 6) смертность в интервале x :

$$q_x = \frac{d_x}{n_x} (80/142 = 0,56);$$

- 7) среднее число особей, которые были живыми в интервале от x до $x + 1$:

$$L_x = \frac{n_x + n_{x+1}}{2} = (142 + 62) / 2 = 102;$$

Таблица 5.34. Пример таблицы выживания

Исходные данные			Расчетные данные						
Возраст x	Число выживших n_x	Среднее число потомков m_x	Доля выживших	Число погибших	Смертность $q_x = \frac{d_x}{n_x}$	Число живых от x	T_x	Ожидаемая продолжительность жизни e_x	$L_x m_x$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	142	0	1,000	80	0,56	102	224	1,58	0,00
1	62	0	0,437	28	0,45	48	122	1,97	0,00
2	34	2	0,239	14	0,41	27	74	2,18	0,48
3	20	2,5	0,141	5	0,25	17,5	47	2,35	0,35
4	15	1,5	0,106	4	0,27	13	29,5	1,97	0,16
5	11	1	0,077	5	0,45	8,5	16,5	1,5	0,08
6	6	0,5	0,042	3	0,5	4,5	8	1,33	0,02
7	3	0,1	0,021	1	0,33	2,5	3,5	1,17	0,00
8	2	0	0,014	2	1	1	—	0,5	0,00
9	0	0	0,000	—	—	—	—	—	0,00
Чистая скорость воспроизводства R_0									1,09

8, 9) средняя ожидаемая продолжительность жизни в интервале x :

$$e_x = \frac{T_x}{n_x}, \quad T_x = \sum L_x,$$

где T_x = сумма L_x ;

$$e_x = 224 / 142 = 1,58;$$

10) чистую скорость воспроизведения популяции определяют

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

как , где m_x - среднее число потомков у одной особи за интервал x .

2. Кривые выживания.

Кривые выживания строят для наглядного изображения важнейшего демографического показателя популяции - выживаемости особей, достигших определенного возраста (в пересчете на 1000).

Для разных видов, находящихся в одних и тех же условиях, кривые выживания принимают разную форму, так как все виды имеют специфическую зависимость уровня смертности от возраста.

Отмечено, что тип кривой выживания напрямую зависит от степени родительской заботы о потомстве и степени защищенности потомства.

Различают три типа кривых выживания (рис. 5.51).

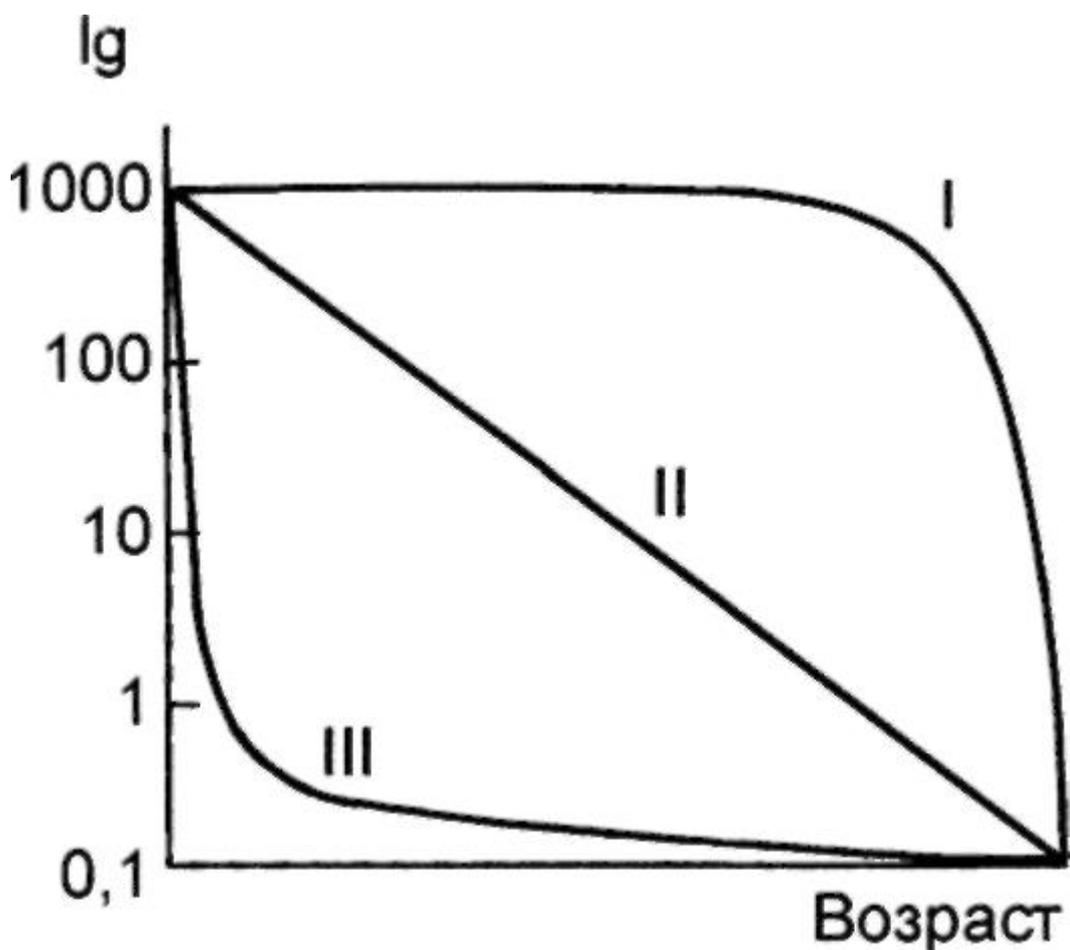


Рис. 5.51. Различные типы кривых выживания [Гиляров А.М., 1990]. Объяснение в тексте

I тип - выпуклая кривая, долгое время почти не снижается, а затем резко падает вниз.

Такой тип кривой выживания имеется у видов с малым влиянием на смертность факторов среды: крупных позвоночных, у которых мало врагов, насекомых с короткими сроками жизни и других, смерть которых происходит в основном из-за физиологических причин, старости.

В природных условиях этот тип кривой выживания встречается редко, чаще он бывает при содержании животных в неволе, где у них нет врагов.

Данный тип кривой выживания характерен для населения развитых стран с высоким уровнем жизни и медицинской помощи.

В слаборазвитых странах с низким уровнем жизни, медицинской помощи и высокой детской смертностью на начальных стадиях кривой наблюдается снижение.

II тип - почти прямая (диагональ), она отражает смертность, равномерную во всех возрастах, и характерна для видов, производящих относительно защищенное, самостоятельное потомство: многих млекопитающих, птиц, рептилий.

III тип - вогнутая кривая, встречается чаще всего, поскольку высокая смертность в ранних возрастах характерна для большинства видов в природе: растений, беспозвоночных, рыб, земноводных.

Необходимо отметить, что причиной взрывообразного роста численности людей Земли в XX в. было резкое снижение детской смертности, достигнутое улучшением медицинской помощи.

Работа 33.1. Расчет демографических показателей популяций.

Построение таблиц выживания и кривых выживания

Задача 113. Построение таблицы выживания популяции морских желудей (по данным Conuel J., 1970).

В приливно-отливной зоне одного из островов северо-западного побережья США в течение ряда лет наблюдали колонию усоногих ракообразных *Balanus glandula* (так называемых морских желудей). Изначально была выбрана группа рачков из 150 особей, а затем ежегодно подсчитывали число особей, выживших с начала наблюдений. Последние особи из группы погибли через 10 лет.

По результатам наблюдений была составлена табл. 5.35.

Таблица 5.35. Количество особей, доживших до разных возрастов

Возраст, лет	Количество особей, выживших с начала наблюдений
0	150
1	55
2	31
3	22
4	16
5	10
6	7
7	4
8	2
9	1

1. Составить таблицу выживания популяции *Balanus glandula*.
2. Построить график зависимости показателя смертности от возраста.
3. Построить кривую выживания (график зависимости доли выживших особей L_x от возраста). Определить тип кривой выживания.
4. Построить график изменения средней ожидаемой продолжительности жизни по возрастам.
5. Прокомментировать результаты.

Задача 114. Построение таблицы выживания для популяции барана Далла (данные Murie, 1944)

В Национальном парке Мак-Кинли (США, Аляска) были собраны остатки 593 скелетов барана Далла (*Ovis d. dalli*).

По числу костных колец на их рогах определяли возраст животных в момент гибели.

Данные представлены в табл. 5.36.

Таблица 5.36. Количество особей баранов, доживших до разных возрастов

Возраст, лет	Количество особей, погибших в данном возрасте
1	96
2	8
3	7
4	8
5	20
6	25
7	28

Окончание табл. 5.36

Возраст, лет	Количество особей, погибших в данном возрасте
8	44
9	76
10	118
11	94
12	53
13	12
14	3
15	1

1. Составить таблицу выживания для популяции барана Далла.
2. Построить график зависимости показателя смертности от возраста.
3. Построить кривую выживания (график зависимости доли выживших особей L_x от возраста). Определить тип кривой выживания.
4. Построить график изменения средней ожидаемой продолжительности жизни по возрастам.
5. Прокомментировать результаты.

Задача 115. Построение таблицы выживания для популяции карпа.

В рыбопродуктивный пруд поместили около 3 млн мальков карпа *Cyprinus carpio*. Ранее карпа в этом пруду не было. Ежегодно методом пробных выловов проводили учет численности карпа.

По результатам эксперимента составлена табл. 5.37 изменения численности карпа (учитывались только особи соответствующего возраста).

Таблица 5.37. Количество особей, доживших до разных возрастов

Возраст, лет	Количество выживших особей
0	3 000 000
0,5	120 000
1	5560
2	1840
3	890
4	
5	280
6	180
7	70
8	0

1. Составить таблицу выживания для популяции карпа.
2. Построить график зависимости показателя смертности от возраста.
3. Построить кривую выживания (график зависимости доли выживших особей L_x от возраста). Определить тип кривой выживания.
4. Построить график изменения средней ожидаемой продолжительности жизни по возрастам.
5. Прокомментировать результаты.

Задача 116. Построение таблицы выживания и определение чистой скорости размножения популяции рисового долгоносика.

В лабораторных условиях культивировали популяцию рисового долгоносика *Calandra oryzae*. В сосуд с рисом поместили 100 помеченных особей, а затем в течение 8 мес еженедельно подсчитывали количество выживших особей из исходной группы и число отложенных самками яиц. По количеству отложенных яиц для каждого интервала времени определяли удельную рождаемость (число потомков на одну самку данного возраста).

Полученные данные представлены в табл. 5.38.

Таблица 5.38. Демографические показатели популяции рисового долгоносика

Возраст, сут	Количество выживших особей	Среднее количество потомков на одну самку
0	100	0
32	87	20
70	83	23

84	81	15
98	80	12,5
112	79	12,5
126	77	14
140	74	12,5
154	66	14,5
168	59	11
182	52	9,5
196	45	2,5
210	36	2,5
224	29	2,5
238	25	4
252	19	1

1. Составить таблицу выживания для популяции долгоносика.
2. Построить график зависимости показателя смертности от возраста.
3. Построить кривую выживания (график зависимости доли выживших особей L_x от возраста). Определить тип кривой выживания.
4. Определить среднее количество потомков, произведенных одной самкой долгоносика за всю жизнь (т.е. чистую скорость размножения популяции). Может ли такая популяция стабильно существовать в природных условиях?

Тема 34. Биологическое разнообразие. Видовое разнообразие и видовая структура сообществ. Их изменение под влиянием факторов среды и деятельности человека

Цель занятия. Сформировать представление о биологическом разнообразии, его значении для функционирования экосистем и биосферы в целом; последствиях снижения биологического разнообразия из-за воздействий человека.

Уметь:

- рассчитывать индексы видового разнообразия экосистем;
- проводить сравнительную оценку экосистем по их видовому составу и структуре;
- оценивать степень антропогенного давления на экосистемы по изменению показателей их видового разнообразия.

Мотивационная характеристика. Знание значения биологического разнообразия на всех уровнях организации живого необходимо для понимания процессов развития и функционирования экосистем, биосферы, прогнозирования последствий снижения биологического разнообразия человеком.

Задание для самоподготовки

Знать: 1) сущность понятия биологического разнообразия; 2) значение биологического разнообразия на разных уровнях организации живого (молекулярно-генетическом, организменном, популяционном, видовом, экосистемном) для стабильного функционирования экосистем.

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Межвидовые биотические связи:

- 1) эффект группы, мутуализм;
- 2) паразитизм, квартирантство;
- 3) мутуализм, паразитизм;
- 4) эффект массы, конкуренция;
- 5) нейтрализм и комменсализм.

2. Редуценты в экосистемах:

- 1) железобактерии и азотфиксирующие бактерии;
- 2) азотфиксирующие бактерии и бактерии гниения;
- 3) бактерии гниения и грибы;
- 4) грибы и сине-зеленые водоросли;
- 5) сине-зеленые водоросли и круглые черви.

3. Паразитов человека относят:

- 1) к продуцентам;
- 2) консументам 1-го порядка;
- 3) редуцентам;
- 4) консументам 2-го порядка;
- 5) консументам 2-3-го порядка.

4. Организмы с ограниченными адаптивными возможностями:

- 1) эврибионты;
- 2) стенобионты;
- 3) стенотермы;
- 4) эвритермы;
- 5) сукукуленты.

5. К антропогенным экосистемам относят:

- 1) фитоценоз, зооценоз;
- 2) фитоценоз, биоценоз, урбаноценоз;
- 3) агроценоз, урбаноценоз;
- 4) агроценоз, зооценоз, фитоценоз;
- 5) микробиоценоз, фитоценоз, урбаноценоз.

Аудиторная работа

Содержание: 1) решение ситуационных задач по определению видового разнообразия экосистем; 2) определение изменения видового разнообразия экосистем под влиянием человека.

Оборудование: альбом, калькулятор.

Теоретическое обоснование.

Биологическое разнообразие (БР) - все разнообразие форм и процессов в органическом мире на всех уровнях организации живого: молекулярно-генетическом, организменном, популяционном, видовом, экосистемном.

Биологическое разнообразие сформировалось в процессе эволюции биосферы вследствие различий жизненных условий организмов и их разной функциональной роли в биоценозах.

Наличие на Земле биологического разнообразия имеет принципиальное значение.

1. Обеспечивает главные функции биосферы: производство органического вещества, его деструкцию, ход биогеохимических круговоротов веществ, потоков энергии.

2. Биологическое разнообразие на всех уровнях позволяет использовать ресурсы среды наиболее эффективно: все виды организмов и все системы надорганизменных уровней организации приспособлены для наиболее эффективного функционирования в определенных экологических условиях, собственных экологических нишах. Многовидовые сообщества, где каждый вид занимает свою нишу, используют ресурсы среды наиболее полно.

В искусственных экосистемах - агроценозах, состоящих из одного или нескольких видов, эффективность использования ресурсов среды снижена настолько, что они не могут существовать самостоятельно, без поддержки человека.

3. Биологическое разнообразие обеспечивает непрерывность живого покрова Земли, «всюдность жизни», по В.И. Вернадскому: в разных климатических зонах функционируют разные типы экосистем, в разных средах биосферы обитают разные виды организмов. Даже в пределах одного вида имеется разнообразие аллелей, генотипов, географических рас, популяций, приспособленных к конкретным условиям.

4. Биологическое разнообразие обеспечивает непрерывность жизни во времени: во все эпохи на Земле происходили и происходят изменения условий среды, но среди организмов имелись формы, способные жить в новых условиях, в то время как другие организмы вымирали.

5. Биологическое разнообразие обеспечивает гомеостаз экосистем и биосферы: каждый вид (популяция) находится под регулирующим воздействием других видов, препятствующих их избыточному размножению. В экосистемах, бедных по видовому составу, часто имеют место вспышки численности отдельных популяций.

6. Биологическое разнообразие обеспечивает развитие экосистем - экологические сукцессии и восстановление сообществ после повреждений. Наличие в экосистемах видов, характерных для разных стадий сукцессии, позволяет им быстрее залечивать повреждения при действии стрессовых факторов.

При стрессовых воздействиях число населяющих экосистемы видов, как правило, уменьшается, поскольку неадаптированные виды погибают. При этом число и значимость выживших видов возрастает.

Экосистемы, находящиеся в экстремальных условиях, - арктической зоне, тундре, пустынях, где мало видового разнообразия, короткие и малоразветвленные пищевые цепи, - весьма уязвимы для внешних воздействий. Малое число видов повышает зависимость одних видов от других и приводит к взаимозависимым колебаниям их численности.

Таким образом, наличие биологического разнообразия на всех уровнях организации живого - важнейшее условие устойчивого функционирования биосферы.

В настоящее время имеет место значительное снижение биологического разнообразия на всех уровнях: генетическом, организменном, популяционном, видовом, экосистемном. Причиной является деятельность человека. Она выражается как в общем давлении на биосферу, так и в локальном влиянии на отдельные виды и экосистемы. Вырубая леса и распахивая степи, человек создает на месте сложных многовидовых сообществ более простые, главным образом монокультуры. Снижение биоразнообразия негативно влияет на продуктивность экосистем и биосферы в целом, их средообразующую функцию, способность к саморегуляции.

Состояние и динамика биоразнообразия - важнейшие критерии состояния экосистем.

Пояснения к решению задач по оценке видового разнообразия и структуры сообществ

Термин «видовое разнообразие экосистем» используют в экологии в двух значениях:

- конкретном - как количество и перечень населяющих сообщество видов;
- как меру сложности сообщества вне зависимости от его конкретного таксономического состава.

Высокий уровень видового разнообразия обеспечивает полное и эффективное усвоение ресурсов среды, устойчивость экосистем к стрессовым факторам, быстрый ход экологических сукцессии и т.д.

Во втором случае разнообразие часто оценивают индексом Шеннона (1949). Для определения индекса разнообразия Шеннона необходимо предварительно вычислить:

- общее количество видов в сообществе S ;
- относительное обилие p_i (долю от общей численности) каждого вида:

$$p_i = n_i / N,$$

где n_i - численность (или биомасса) данного вида; N - общая численность (или биомасса) всех видов. Индекс Шеннона H' :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i,$$

где S - общее количество видов в сообществе; p_i - доля i -го вида в сообществе ($p_i = n_i / N$).

Индекс разнообразия Шеннона тем выше, чем больше видов населяет сообщество. Если $S = 1$, то $H' = 0$.

На величину индекса разнообразия Шеннона оказывает влияние показатель выравненности - соотношение частот встречаемости видов.

Например, если сообщество А состоит из пяти видов и каждый составляет 20% общей численности (1:1:1:1:1), а сообщество В тоже из пяти видов, но доля одного 99%, а остальных четырех 1%, то индекс разнообразия в сообществе А будет выше.

При равном количестве видов индекс Шеннона выше там, где больше выравненность. Максимально возможное значение H' имеется в сообществе из S видов: $H_{\max} = \log_2 S$, когда все виды имеют равную численность и $p_i = N/S$.

Реальные значения H' обычно составляют от 1,5 до 3,5.

Пример вычисления (табл. 5.39).

Пусть сообщество состоит из пяти видов. Численность первого вида - 120 особей, второго - 50, третьего - 18, четвертого - 5, пятого - 2 особи.

Таблица 5.39. Пример расчета индекса Шеннона

Вид i	Численность n_i , особи	Доля от общей численности $p_i = n_i/N$	$\log_2 p_i$	$p_i \cdot \log_2 p_i$
1	120	$120/195 = 0,615$	-0,705	-0,431
2	50	$50/195 = 0,256$	-1,963	-0,503
3	18	$18/195 = 0,092$	-3,437	-0,317
4	5	$5/195 = 0,026$	-5,285	-0,136
5	2	$2/195 = 0,010$	-6,607	-0,068
$S=5$	Сумма: $N=195$	Сумма: 1,000		Сумма: -1,455

Индекс Шеннона: $H' = 1,455$.

Примечание. В формуле применяется двоичный логарифм, заимствованный из теории информации. Если возникнут трудности с его вычислением, вспомните, что $\log_b a = \log_c a / \log_c b$.

$$\text{Например: } \ln_2 5 = \frac{\ln 5}{\ln 2} = \frac{1,61}{0,69} = 2,33 \text{ или } \ln_2 5 = \frac{\ln 5}{\ln 2} = \frac{0,7}{0,3} = 2,33$$

$$\text{Пример из таблицы: } \frac{\ln p_i}{\ln 2} = \frac{0,615}{0,69} = -0,75.$$

Если нужно сравнить индексы разнообразия для двух сообществ, возможно также использовать логарифм по любому основанию (например, натуральный), главное, чтобы сравниваемые индексы были вычислены с использованием одинаковых логарифмов.

Отдельно оценивают выравненность обилий видов - показатель Пиелу (1966):

$$E = H' / \log_2 S.$$

Он изменяется от 0 (при $S = 1$, когда сообщество на 100% состоит из одного вида) до 1 при равном обилии всех видов. Выравненность:

$$E = 1,455 / \log_2 (5) = 1,455 / 2,33 = 0,627.$$

Работа 34.1. Влияние человека на разнообразие природных сообществ

Задача 117. Влияние стоков химического завода на разнообразие рыб в реке.

Проводили учет видового разнообразия рыб в реке методом пробных выловов. Места ловли находились на разном расстоянии от химического завода, сбрасывающего в реку сточные воды. Данные представлены в табл. 5.40.

Таблица 5.40. Количество рыб, пойманных за год на разном расстоянии от завода

Вид	Расстояние от завода, км				
	0,5	1	1,5	2	3
<i>Notropis roseipinnis</i>	126	945	780	918	514
<i>Notropis venustus</i>	1456	122	186	205	179
<i>Notropis texanus</i>	60	122	157	330	432
<i>Fundulus olivaceus</i>	32	190	130	123	585

Окончание табл. 5.40

Вид	Расстояние от завода, км				
	0,5	1	1,5	2	3
<i>Lepomis macrochirus</i>	12	19	20	34	281
<i>Ammocrypta beani</i>	13	30	105	72	60
<i>Notropis volucellus</i>	42	67	47	56	56
<i>Noturus leptacanthus</i>	4	12	24	54	140
<i>Lepomis megalotis</i>	78	31	32	77	38
<i>Ethostoma swaini</i>	24	46	40	52	39
<i>Ethostoma stigmaeum</i>	39	36	25	33	58
<i>Labidesthes sicculus</i>	-	7	-	4	145
<i>Gambusia affinis</i>	14	10	7	-	78
<i>Ericymba buccata</i>	89	1	6		4
<i>Ethostoma zonale</i>	-	51	-	38	4
<i>Notropis longirostris</i>	-	9	2	56	3
<i>Percina sciera</i>	22	15	7	11	7
<i>Aphredoderus sayanus</i>	-	-	1	1	57
<i>Ellassoma zonatum</i>	12	4	-	5	43
<i>Micropterus salmoides</i>	2	3	-	4	20
<i>Lepomis microlophus</i>	7	4	2	-	23
<i>Lepomis cyanellus</i>	-	5	7	1	23
<i>Lepomis punctatus</i>	-	-	-	-	26
<i>Esox americanus</i>	-	1		-	13

1. Рассчитать изменение видового разнообразия рыб на разном расстоянии от завода. Результаты представить в табл. 5.41.

Таблица 5.41. Итоги вычисления показателей видового разнообразия экосистем

Показатель	Расстояние от завода, км				
	0,5	1	1,5	2	3
Количество видов S					
Общее количество особей N					
Индекс Шеннона H					
Показатель Пиелу E					

2. Построить графики изменения этих показателей на разном расстоянии от завода.

3. Прокомментировать результаты.

Задача 118. Влияние техногенных факторов на разнообразие мелких млекопитающих тайги.

Изучали численность и видовой состав мелких млекопитающих в таежных районах Среднего Урала (табл. 5.42). Исследования проводили в течение 3 лет в двух пунктах:

а) в заповедной тайге;

б) в техногенных ландшафтах вблизи промышленного предприятия.

1. Оценить влияние техногенных факторов на разнообразие мелких млекопитающих. Результаты представить в табл. 5.43.

2. Начертить графики этих показателей для двух сообществ по годам.

3. Прокомментировать результаты.

Таблица 5.42. Количество животных, пойманных за 100 ловушко-дней (биотопы: а - заповедные; б - техногенные)

Вид	Год					
	1987		1988		1989	
	а	б	а	б	а	б
Рыжая полевка (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	48	177	208	509	111	743
Красно-серая полевка (<i>Clethrionomys rufocanus</i>)	-	15	-	20	-	27
Красная полевка (<i>Clethrionomys rutilus</i>)	11	-	38	2	10	4
Полевка-экономка (<i>Microtus oeconomus</i>)	-	-	28	2	2	4
Пашенная полевка (<i>Microtus agrestis</i>)	-	-	11	-	7	3
Обыкновенная полевка (<i>Microtus arvalis</i>)	8	-	2	-	2	-
Полевая мышь (<i>Apodemus agrarius</i>)	8	-	12	-	2	-
Лесная мышь (<i>Apodemus sylvaticus</i>)	1	-	20	-	25	3

Лесная мышовка (<i>Sicista betulina</i>)	3	-	1	-	-	-
Обыкновенная бурозубка (<i>Sorex araneus</i>)	4	11	14	30	15	39
Средняя бурозубка (<i>Sorex caecutiens</i>)	13	23	21	11	13	17
Крошечная бурозубка (<i>Sorex minutissimus</i>)	-	-	-	1	-	11
Малая бурозубка (<i>Sorex minutus</i>)	1	3	2	-	-	-
Водяная кутора (<i>Neomys fodiens</i>)	4	-	-	-	-	-

Таблица 5.43. Итоги вычисления показателей видового разнообразия экосистем

Показатель	Год					
	1987		1988		1989	
	а	б	а	б	а	б
Количество видов S						
Общее количество особей N						
Индекс Шеннона H						
Показатель Пиелу E						

Тема 35. Экологические сукцессии. Влияние антропогенного фактора на ход экологических сукцессий

Цель занятия. Сформировать представление об экологических сукцессиях, их видах, причинах; направленности изменения параметров экосистем в ходе сукцессии; последствиях влияния человека на ход экологических сукцессий.

Уметь:

- определять виды и причины экологических сукцессий;
- оценивать динамику состояния экосистем в ходе сукцессии по показателям их продуктивности и биоразнообразия;
- оценивать параметры экосистем, изменяющиеся в ходе сукцессии и направления этих изменений.

Мотивационная характеристика. Знание причин и движущих сил (механизмов) экологических сукцессий необходимо для понимания общих процессов развития отдельных экосистем и биосферы, прогнозирования состояния экосистем и хода сукцессии в них при вмешательстве человека.

Задания для самоподготовки

Знать: 1) понятие экологических сукцессий, их виды (первичная, вторичная, аутоτροφная, гетеротрофная, естественная, антропогенная); 2) направленность изменения основных характеристик экосистем в ходе сукцессии; 3) понятие климаксного сообщества, виды климаксов - климатические и локальные (эдафические), феномен «снятия климаксной фазы».

Контроль исходного уровня знаний (примеры тестовых заданий)

Выберите правильные ответы.

1. Первичная экологическая сукцессия:

- 1) скала→лишайники→мхи→сосудистые растения;
- 2) пожарище → травы → кустарники → деревья;
- 3) олиготрофное озеро в трещине земной коры → эвтрофное озеро→ болото → луг;
- 4) заброшенное поле → травы → кустарники → деревья;
- 5) песчаная дюна → травы → кустарники.

2. Вторичная экологическая сукцессия:

- 1) скала → лишайники → мхи → сосудистые растения;
- 2) пожарище →травы → кустарники → деревья;
- 3) олиготрофное озеро в трещине земной коры - эвтрофное озеро → болото → луг;
- 4) заброшенное поле → травы→ кустарники → деревья;
- 5) песчаная дюна → травы → кустарники.

3. По ходу экологической сукцессии продуктивность экосистемы:

- 1) уменьшается;
- 2) повышается;
- 3) не изменяется;
- 4) колеблется;
- 5) сначала снижается, а затем повышается.

4. По ходу экологической сукцессии видовое разнообразие экосистемы:

- 1) уменьшается;
- 2) повышается;
- 3) не изменяется;
- 4) колеблется;
- 5) сначала снижается, а затем повышается.

5. В природных экосистемах через трофические уровни осуществляется:

- 1) круговорот веществ и энергии;
- 2) круговорот веществ и поток энергии;
- 3) круговорот энергии и поток веществ;
- 4) потоки веществ и энергии;
- 5) последовательное увеличение числа участвующих организмов.

Аудиторная работа

Содержание: решение ситуационных задач на определение вида сукцессии и динамики изменения биоразнообразия и продуктивности экосистем.

Оборудование: альбом, калькулятор.

Теоретическое обоснование. Сукцессии (от лат. *successio* - последовательность) - последовательные изменения (смены) биоценозов во времени.

Цепи сменяющихся друг друга биоценозов называются сукцессионными рядами (сериями).

Общее направление развития экосистем сходно с общей стратегией эволюции живого:

- снижение неупорядоченности (энтропии);
- усиление контроля над физической средой;
- приобретение максимальной устойчивости к ее изменениям, защищенность экосистем от внешних воздействий.

Кульминацией развития экосистем является достижение ими стадии климаксного сообщества, или климакса (от лат. *climax* - покой). Климаксные сообщества являются наиболее совершенными по вышеуказанным характеристикам и способны устойчиво существовать в данной среде длительное время.

Повышение устойчивости экосистем и эффективности использования ими ресурсов среды достигается следующими тенденциями:

- возрастанием количества населяющих экосистемы видов;
- ростом количества и усложнением пищевых цепей;
- возрастанием потока энергии;
- возрастанием биомассы;
- изменением соотношения между продукцией органического вещества (P) и тратами энергии на самоподдержание системы - «дыхание» (R).

При возрастании биомассы траты энергии на ее поддержание растут и в климаксных сообществах продукция органики и траты на «дыхание» почти равны: $P/R=1$. Из-за этого биомасса зрелых экосистем остается относительно постоянной и не возрастает.

Классификация сукцессии.

I. По наличию в среде органического вещества:

- первичные (автотрофные) сукцессии - идут на первично свободном субстрате, т.е. изначально не содержащем органического вещества;
- вторичные (гетеротрофные) - восстановление экосистем, ранее уже существовавших на данном участке, но удаленных с него.

II. По причинам:

- автогенные сукцессии (от лат. *auto* - сам) - вызванные внутренними процессами, происходящими в самих экосистемах;
- аллогенные (от лат. *allos* - другой) - вызванные внешними причинами, в том числе антропогенными.

III. По направлению:

- прогрессивные - в направлении климаксной фазы;
- регрессивные - в обратном направлении.

Первичные сукцессии: развитие и смена биоценозов на незаселенных ранее участках, не содержащих органического вещества: голый скале, вулканических островах, песчаной дюне и т.д.

Первые поселяющиеся здесь организмы («пионеры») создают почву - основу для внедрения в формирующуюся экосистему других видов, которые вытесняют и «пионеров»: субстрат → «пионеры» → мхи → травы → деревья (бактерии, грибы, водоросли, лишайники).

Вслед за растениями внедряются питающиеся ими животные. С каждой новой стадией видовое богатство биоценоза растет, но на конечном этапе несколько снижается, поскольку возрастает конкуренция.

Первичной сукцессией является также зарастание стоячих водоемов - прудов, озер, болот. Они являются углублениями в земной коре, заполненными водой. Постепенно на дне накапливаются донные отложения, в которых укореняются береговые растения, а затем деревья и кустарники. Водная экосистема превращается в наземную.

Вторичные (восстановительные) сукцессии идут на субстратах, с которых были удалены ранее существовавшие на них сообщества пожарами, ураганами, деятельностью человека и т.д. Поскольку в субстрате уже имеются органические вещества (почва), вторичные сукцессии идут намного быстрее, чем первичные. Развитие леса на заброшенном поле идет 80-120 лет: травы → березы → смешанный лес → еловый лес.

Движущими силами сукцессии являются:

1) абиотические факторы (внешние по отношению к экосистемам) - изменения климата, рельефа и др.;

2) биотические (внутренние) - изменения в среде, производимые самими организмами: изменение освещенности, свойств почвы (ее увлажненности, кислотности) и др. Организмы ранних сукцессионных стадий делают среду менее пригодной для себя, но пригодной для заселения другими видами.

Классификация организмов сукцессионного ряда: виды-«пионеры» → ранние сукцессионные виды → поздние сукцессионные виды → климаксные виды.

Пионерами, как правило, являются неприхотливые виды, производящие много мелких, легко разносимых ветром спор или семян. «Пионеры» следуют стратегии быстрого роста и размножения по экспоненциальному типу с целью как можно более быстрого заселения среды (r-стратегия).

Для видов средних и поздних стадий сукцессии характерна K-стратегия - высокая конкурентоспособность, производство малого количества хорошо защищенных потомков.

Видовое разнообразие экосистем складывается из видов, характерных для всех стадий сукцессии, поскольку виды ранних и средних стадий сукцессии не вытесняются климаксными полностью, а образуют с ними динамические системы. Их наличие позволяет экосистемам быстро восстанавливаться при повреждениях. Таким образом, разнообразие видов придает экосистемам устойчивость.

Зрелые климаксные сообщества не производят в среде значительных изменений и способны существовать в ней длительное время, пока на них не подействуют внешние факторы: изменится климат, произойдут стихийные бедствия, внедрятся новые виды, человек и т.д. Различают два типа климаксных сообществ: климатические (обусловленные климатом) и локальные (эдафические) климаксы. Для каждой климатической зоны характерны свои варианты климатических климаксов. Кроме того, из-за различий локальных (местных) факторов отдельных участков (состава их почв, рельефа, микроклимата) в одной климатической зоне всегда имеется несколько дополнительных вариантов климаксов, отличных от эталонного, - локальные, или эдафические, климаксы (от лат. *edafos* - почва).

Нарушение хода сукцессии. Из-за действия каких-то причин ход сукцессии может замедляться, останавливаться и климакс может не наступить совсем. Такое явление называют «снятием климаксной фазы». При этом на данных участках остаются длительно существовать сообщества промежуточных стадий сукцессии - субклимаксы (от лат. *sub* - до).

Климаксные сообщества не являются вечными, они меняются в масштабах геологического времени в силу изменений климата, рельефа, гидрогеологических условий, вселения новых видов и т.д.

В естественных условиях смена биоценозов идет медленно. Но возможны их внезапные, резкие изменения. Часто это происходит из-за вмешательства человека.

На поврежденных местах идут восстановительные вторичные сукцессии, но если вредные воздействия не прекращаются, климакс не достигается.

Вторичные климаксные сообщества, образующиеся на месте первичных (девственных), обычно беднее по видовому составу, имеют меньшую биомассу и продуктивность.

Работа 35.1. Влияние антропогенного фактора на ход экологических сукцессии

Задача 119. Изменение видового разнообразия древостоя при зарастании вырубок.

В смешанном лесу Йошкар-Олинского района изучали состав древесных пород на вырубках разного возраста.

Результаты представлены в табл. 5.44.

Таблица 5.44. Количество экземпляров деревьев разных видов, тыс. экз./га

Породы деревьев	Возраст вырубки, лет		
	2	6	11
Липа	1,5	3,0	3,1
Береза	25,6	16,0	7,5
Осина	6,5	8,8	7,0
Клен	0,6	2,1	1,0
Ольха	0,7	0,4	0,1
Черемуха	-	0,6	0,1
Дуб	0,1	0,5	0,4
Рябина	0,3	3,1	2
Ива	-	0,1	0,3
Ель	0,5	0,3	0,4

1. Назвать вид сукцессии на вырубках.

2. Оценить изменение состава и разнообразия сообщества во времени, результаты представьте в табл. 5.45.

3. Построить графики изменения этих показателей по годам.

4. Прокомментировать результаты.

Таблица 5.45. Итоги вычисления показателей видового разнообразия экосистем

Показатель	Возраст вырубки, лет
------------	----------------------

	2	4	6
Количество видов S			
Общее число деревьев M			
Индекс Шеннона H'			
Показатель Пиелу E			

Задание 120. Влияние антропогенного фактора на разнообразие луговых растений.

Изучали видовой состав трав суходольных лугов Московской области. На пробных площадках 1 м² выстригали все надземные части растений и определяли фитомассу каждого вида. Луга с ежегодной заготовкой сена и некосимые луга учитывали отдельно.

Усредненные данные состава надземной фитомассы представлены в табл. 5.46.

Таблица 5.46. Фитомасса разных видов растений на косимых и некосимых лугах, г/м²

Вид	Косимый луг	Некосимый луг
<i>Agropyron repens</i>	-	35,69
<i>Agrostis stolonifera</i>	0,06	1,64
<i>Alopecurus pratensis</i>	2,56	22,67
<i>Cynosurus cristatus</i>	2,95	-
<i>Dactylis glomerata</i>	4,91	123,60
<i>Deschampsia caespitosa</i>	3,25	13,91
<i>Festuca ovina</i>	-	1,11
<i>Festuca pratensis</i>	2,47	0,20
<i>Phleum pratense</i>	9,43	15,60
<i>Poa pratensis</i>	1,06	35,52
<i>Trisetum flavescens</i>	356,70	52,24
<i>Lathyrus pratensis</i>	1,67	5,41
<i>Trifolium pratense</i>	3,56	-
<i>Vicia sepium</i>	9,20	1,70
<i>Achillea millefolium</i>	0,23	-

Окончание табл. 5.46

Вид	Косимый луг	Некосимый луг
<i>Ajuga reptans</i>	0,11	1,30

<i>Alchimilla vulgaris</i>	8,70	10,12
<i>Anthriscus silvestris</i>	0,12	-
<i>Carex hirta</i>	0,16	7,42
<i>Carum carvi</i>	0,08	0,20
<i>Centaurea jacea</i>	1,87	-
<i>Cerastium holosteoides</i>	0,15	-
<i>Equisetum arvense</i>	1,20	0,67
<i>Geranium pratense</i>	0,43	0,86
<i>Geum rivale</i>	0,82	7,99
<i>Heracleum sibiricum</i>	0,08	-
<i>Hieracium pratense</i>	0,16	-
<i>Leontodon hispidus</i>	0,18	-
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3,51	0,83
<i>Lysimachia nummularia</i>	0,67	0,12
<i>Melanpyrum nemorosum</i>	2,13	-
<i>Plantago lanceolata</i>	4,20	-
<i>Potentilla erecta</i>	0,43	0,52
<i>Prunella vulgaris</i>	0,17	-
<i>Ranunculus acris</i>	-	0,04
<i>Ranunculus auricomus</i>	1,97	0,02
<i>Rhinanthus vernalis</i>	0,60	-
<i>Rumex acetosa</i>	0,90	-
<i>Taraxacum officinale</i>	34,60	0,14
<i>Tragopogon pratensis</i>	1,87	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	3,04	3,25

1. Назвать вид сукцесии.
 2. Сравнить показатели видового разнообразия и общей фитомассы растений на косимых и некосимых лугах. Результаты представить в табл. 5.47.
 3. Начертить столбиковые диаграммы для двух сообществ по данным показателям.
 4. Прокомментировать результаты.
- Таблица 5.47. Итоги вычисления показателей видового разнообразия экосистем

Показатель	Косимый луг	Некосимый луг
Количество видов <i>S</i>		
Общая фитомасса растений <i>M</i>		
Индекс Шеннона <i>H'</i>		
Показатель Пиелу <i>E</i>		

Задача 121. Изменение разнообразия почвенных животных при восстановлении гарей.

В средней тайге в районе г. Бор (среднее течение Енисея) на гарях разного возраста методом ручной разборки почвенных проб изучали состав мезофауны - почвенных животных средних размеров. Результаты представлены в табл. 5.48.

Таблица 5.48. Средняя численность беспозвоночных в почвах разновозрастных гарей, экз./м²

Группа мезофауны	Возраст гарей, лет		
	15	50	100
Дождевые черви (<i>Lumbricidae</i>)	70	2	34
Энхитреиды (<i>Enchytraeidae</i>)	95	2	17
Моллюски (<i>Mollusca</i>)	4	28	61
Пауки (<i>Aranei</i>)	14	75	36
Губоногие многоножки (<i>Chilopoda</i>)	32	3	42
Кивсяки (<i>Diplopoda</i>)	-	8	2
Клопы (<i>Heteroptera</i>)	1	3	2
Щитовки (<i>Coccidea</i>)	1	1	250
Тли (<i>Aphididae</i>)	3	-	-
Цикады (<i>Cicadidae</i>)	1	-	3
Личинки жужелиц (<i>Carabidae</i>)	21	15	7
Стафилины (<i>Staphilinidae</i>)	20	3	12
Личинки жуков-щелкунов (<i>Elateridae</i>)	7	-	-
Личинки жуков-мягкотелок (<i>Cantharidae</i>)	11	-	1
Личинки жуков-долгоносиков (<i>Curculionidae</i>)	1	1	-
Личинки жуков-листоедов (<i>Chrysomelidae</i>)	-	3	-
Личинки мух-сапромизид (<i>Sapromyzidae</i>)	2	-	-

Личинки комаров-ликориид (<i>Lycoriidae</i>)	64	13	84
Личинки мух-бекасиц (<i>Rhagionidae</i>)	1	2	1

Окончание табл. 5.48

Группа мезофауны	Возраст гарей, лет		
	15	50	100
Личинки мух-журчалок (<i>Syrphidae</i>)	1	-	-
Личинки настоящих мух (<i>Muscidae</i>)	1	4	1
Личинки мух-толкунчиков (<i>Empididae</i>)	-	-	1
Личинки комаров-скатописид (<i>Scatopsidae</i>)	-	-	1
Личинки комаров-долгоножек (<i>Tipulidae</i>)	-	2	-
Личинки зимних комаров (<i>Trichoceridae</i>)	-	1	-
Личинки комаров-звонцов (<i>Tendipedidae</i>)	1	3	-
Перепончатокрылые (<i>Hymenoptera</i>)	4	4	1
Личинки бабочек (<i>Lepidoptera</i>)	6	9	6

1. Назвать вид сукцессии на гарях.
2. Определить показатели видового разнообразия мезофауны на гарях разного возраста. Результаты представить в табл. 5.49.
3. Построить графики динамики этих показателей во времени.
4. Прокомментировать результаты.

Таблица 5.49. Итоги вычисления показателей видового разнообразия мезофауны на гарях

Показатель	Возраст, лет		
	15	50	100
Количество видов S			
Общая численность животных N			
Индекс Шеннона H			
Показатель Пиелу E			