МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ЗООЛОГИЯ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
в сфере высшего образования Республики Беларусь
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений образования, обеспечивающих
получение общего высшего образования по специальностям
6-05-0811-02 Производство продукции животного происхождения,
6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура*

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2026

УДК 59(075.8)
ББК 28.6я73
З-85

Рекомендовано методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры 25.03.2025 (протокол № 7) и Научно-методическим советом Белорусской государственной сельскохозяйственной академии 26.03.2025 (протокол № 8)

Авторы:
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. И. Лавушев*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н. А. Татаринов*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Л. А. Шамсуддин*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. И. Бородулина*

Рецензенты:
доктор сельскохозяйственных наук, доцент *Д. Н. Ходосовский*;
кандидат ветеринарных наук, доцент *Т. В. Медведская*

Зоология : учебно-методическое пособие / В. И. Лавушев, З-85 Н. А. Татаринов, Л. А. Шамсуддин, В. И. Бородулина. – Горки : Белорус. гос. с.-х. акад., 2026. – 238 с.
ISBN 978-985-882-874-5.

Рассмотрено многообразие животного мира и его классификация, морфологический и систематический обзоры.

Систематизированные типы животного мира рассматриваются в порядке относительного усложнения их строения. Практически во всем материале приводится биологическое и хозяйственное значение каждого типа животных.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальностям 6-05-0811-02 Производство продукции животного происхождения, 6-05-0831-01 Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 59(075.8)
ББК 28.6я73

ISBN 978-985-882-874-5

© Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Зоология (от др.-греч. *zoon* – животное и *logos* – наука, учение) представляет собой комплексную науку, изучающую различные стороны строения и жизнедеятельности животных.

Одним из первых звеньев подготовки специалистов в высших учебных заведениях является изучение зоологии, которая служит базой для специальных дисциплин. Видную роль помимо лекций играют лабораторные занятия. В предлагаемом пособии при выборе объектов для практических работ учтена необходимость для будущих зооинженеров и ветеринаров общей зоологической подготовки.

При изучении зоологии студенты знакомятся с основными понятиями систематики и принципами классификации животных, формируется базовое представление о разнообразии представителей царства Животные, анатомо-морфологических особенностях животных из различных таксономических групп.

В пособие включены объекты, имеющие как общебиологический интерес, так и непосредственно относящиеся к сельскохозяйственному производству.

На лабораторных занятиях студенты изучают натуральных или фиксированных в специальных жидкостях животных – представителей различных систематических групп. Занятия идут параллельно и в тесном контакте с лекционным курсом, при этом существенно дополняя его.

Таким образом, именно лабораторные занятия наполняют изучаемую дисциплину фактическим материалом и способствуют выработке глубоких прочных знаний.

1. ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)

1. Все простейшие являются одноклеточными организмами.

2. Клетка простейшего – это самостоятельный организм, которому свойственны функции обмена веществ, движения, роста и развития, раздражения и размножения.

3. Практически все простейшие имеют специальные органоиды, с помощью которых они осуществляют движение: жгутики, ложноножки (или псевдоподии), реснички.

4. По способу питания простейшие делятся на автотрофные и гетеротрофные организмы, а также сочетающие тот и другой типы, т. е. миксотрофы.

5. Простейшие встречаются во всех средах обитания: почвенной, воздушной и водной.

6. Среди простейших встречаются и паразитические формы, которые являются возбудителями многих болезней животных и человека.

7. Всего известно около 39 тыс. видов простейших.

1.1. Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)

Подтип Саркодовые (Sarcodina)

Материальное обеспечение: микроскопические препараты саркодовых, живая культура амеб, микроскопы, предметные стекла, пипетки, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение микропрепаратов живой культуры амеб, рисунков, слайдов, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Представители саркодовых на протяжении жизненного цикла или большей его части передвигаются с помощью псевдоподий; жгутиками саркодовые могут обладать лишь на кратковременных стадиях развития (гаметы и зооспоры). Основная масса саркодовых размножается бесполым путем: делением на две клетки или на множество клеток. Половое размножение присуще немногим видам и осуществляется путем слия-

ния гамет. Большинство саркодовых – свободноживущие виды, обитающие в соленых водах, часть из них живет в пресных водоемах, заселяет почву, участвуя в почвообразовательных процессах, и только немногие являются паразитами животных и человека. Всего насчитывают около 10 тыс. видов саркодовых.

По типу питания саркодовые являются типичными животными, поедая бактерии, одноклеточные водоросли и другие микроскопические организмы. Это связано с наличием у саркодовых особых органелл – пищеварительных вакуолей. Пресноводные саркодовые имеют особые органеллы – сократительные вакуоли, выполняющие осморегулирующую, выделительную и дыхательную функции.

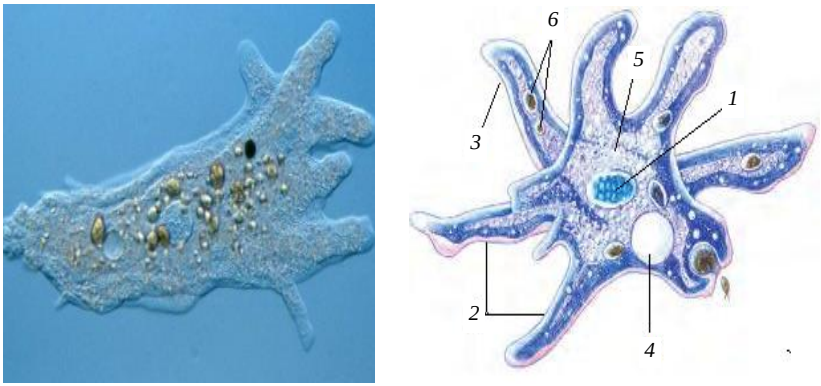
Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Простейшие (Protozoa).
Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora).
Подтип Саркодовые (Sarcodina).
Класс Корненожки (Rhizopoda).
Отряд Голые амебы (Amoebida).
Виды: дизентерийная амеба (*Entamoeba histolytica*);
кишечная амеба (*Entamoeba coli*);
ротовая амеба (*Entamoeba gingivalis*).
Отряд Раковинные амебы (Testacea).
Виды: арцеяла (*Arcella vulgaris*);
диффлюгия (*Difflugia* sp.).
Отряд Фораминиферы (Foraminifera).
Вид полистомелла (*Polystomella* sp.).

Морфологический обзор. Наиболее примитивно устроены представители голых амеб (класс Корненожки – Rhizopoda, отряд голые Амебы – Amoebida), населяющие пресные водоемы и почвы. Где они питаются мелкими простейшими, одноклеточными водорослями, микроорганизмами и гниющими остатками. Тончайшая мембрана, покрывающая тело этих микроскопических животных, позволяет им образовывать временные выросты – псевдоподии, по своей форме напоминающие корни растений, что и определило название класса. С помощью псевдоподий амебы медленно перетекают с одного места на другое.

При этом они обтекают мелкие пищевые частицы (одноклеточные водоросли, бактерии и др.) со всех сторон, и те оказываются внутри цитоплазмы амебы, где образуются пищеварительные вакуоли. С помощью пищеварительных ферментов пищевые частицы перевариваются (внутриклеточное пищеварение). Жидкие продукты переваривания поступают в эндоплазму, а непереваренные остатки транспортируются к поверхности тела и выбрасываются наружу через мембрану клетки.

Типичным представителем отряда является пресноводная амеба (*Amoeba proteus*) (рис. 1).



а *б*

Рис. 1. Амеба протей: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: *1* – ядро; *2* – псевдоподии; *3* – эктоплазма; *4* – сократительная вакуоль; *5* – эндоплазма; *6* – пищеварительная вакуоль

Подобный способ захвата пищевых частиц с помощью псевдоподий называют фагоцитозом. Существует и другой способ поступления жидких веществ в тело амебы – пиноцитоз. При этом внутрь цитоплазмы впячивается тонкий канал, в который засасывается капелька жидкости с растворенными в ней органическими веществами.

Образовавшаяся вокруг этой капельки вакуоль с жидкостью отшнуровывается от канала, и после всасывания жидкости она прекращает свое существование.

Для поддержания осмотического давления у амеб, обитающих в пресных водах и почве, есть особый аппарат для удаления излишков

воды из организма – сократительная вакуоль; обычно сократительная вакуоль бывает одна, реже две. У морских и паразитических амеб сократительные вакуоли отсутствуют или пульсируют очень редко. Помимо регулирования осмотического давления, сократительные вакуоли участвуют в процессах выделения продуктов обмена и дыхания, обеспечивая организм кислородом из окружающей воды.

Амебам присуще бесполое размножение путем деления на две клетки или на несколько дочерних особей.

При неблагоприятных условиях амебы инцистируются, выделяя вокруг тела плотную оболочку. При наступлении благоприятных условий среды цисты разрушаются и амебы начинают вести активный образ жизни.

В кишечнике позвоночных животных, в том числе домашних животных и человека, обитает множество видов амеб, не принося вреда своим хозяевам. Большая их часть питается содержимым кишечника, в том числе бактериями (*Entamoeba coli*). Среди амеб, обитающих в толстом кишечнике человека, есть виды, которые могут вызывать тяжелые заболевания, например дизентерийная амеба *E. histolytica*. Обычно пищей ей служат бактерии, но в ряде случаев эта амеба может проникать под слизистую оболочку кишечника, где питается и размножается, вызывая кровавый понос (кишечный амебиаз). Симптомы заболевания сходны с симптомами дизентерии, поэтому эту амебу называют дизентерийной. С каловыми массами наружу выходит множество цист, которые длительное время остаются инвазионными (сохраняют способность к заражению). Некоторые люди могут быть носителями дизентерийных амеб.

У представителей отряда Раковинные амебы (Testacea) тело заключено в раковину, образованную органическими рогоподобными веществами, выделяемыми цитоплазмой; нередко в такую раковину включены песчинки и другие посторонние частицы. Раковины имеют отверстие – устье, из которого амебы выдвигают псевдоподии. Раковинные и голые амебы в большом количестве населяют пресные водоемы, сфагновые мхи и почву, участвуя в процессах почвообразования. Благодаря своим микроскопическим размерам они способны существовать в тончайшем водном слое, окружающем частички почвы. При пересыхании почвы амебы инцистируются и в виде цист могут переноситься ветром с пылью на значительные расстояния. В благоприятных условиях почвенные амебы быстро размножаются делением надвое: одна дочерняя

клетка остается в материнской раковине, а другая строит себе новую раковину. В увлажненных и заболоченных почвах наиболее многочисленны диффлюгия и арцелла (рис. 2).

Более сложно устроены обитатели морей из отряда Фораминиферы (Foraminifera), у которых раковина образуется из веществ (близких по природе к псевдохитину), выделяемых эктоплазмой. Это самая многочисленная и разнообразная группа саркодовых, встречающихся во всех морях на значительной глубине. У некоторых видов псевдохитиновые раковины инкрустированы песчинками, у других – пропитаны углекислым кальцием.

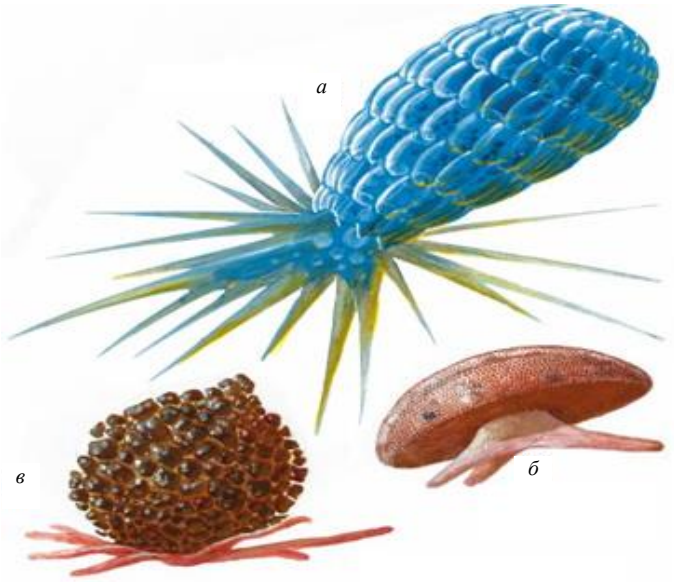


Рис. 2. Раковинные амебы: *а* – эуглифа; *б* – арцелла; *в* – диффлюгия

Форма раковин разнообразна, внутри они имеют одну или несколько сообщающихся камер, в которых находится тело корненожки. Кроме устья у раковины имеется множество пор, через которые наружу выходят тончайшие нитевидные псевдоподии – ризоподии, образующие вокруг раковины сложную цитоплазматическую сеть; с помощью этой сети корненожки передвигаются и питаются. Пищей им служат бактерии, мелкие простейшие и даже некоторые многоклеточные.

Наряду с бесполым размножением фораминиферы размножаются и половым путем. Сначала тело корненожки распадается на множество амебоидных клеток, которые покидают материнскую раковину, растут и образуют вокруг себя новую раковину. Дочерние корненожки дают начало другому поколению раковинных корненожек: путем множественного деления образуют гаметы – мелкие клетки с двумя жгутиками. Через поры раковины одинаковые по форме и размерам гаметы выходят в воду и попарно сливаются, образуя зиготу, которая дает начало новому поколению. Таким образом, в жизненном цикле фораминифер происходит чередование бесполого и полового размножения.

Большая часть фораминифер живет в придонном слое морей и океанов, входя в состав бентоса и питаясь мелкими организмами. Некоторые виды, обладающие легкой раковиной, входят в состав планктона.

В верхних слоях морей живут саркодовые со сложным внутренним скелетом (класс Радиолярии, или Лучевики, – Radiolaria). Большинство из них имеет тело округлой формы, от которого в виде лучей отходят многочисленные тонкие псевдоподии. Часто у радиолярий в цитоплазме находятся симбионты – водоросли, снабжающие хозяина кислородом и служащие ему пищей. Радиолярии размножаются простым делением или путем образования мелких дочерних клеток – зооспор. Присущ также и половой способ размножения.

Контрольные вопросы

1. Определение протозоологии как науки.
2. Общая характеристика простейших.
3. Систематика саркодовых.
4. Передвижение и питание амебы.
5. Строение цитоплазмы амебы.
6. Сущность амебоидного движения.
7. Функции сократительной вакуоли.
8. Размножение амебы.
9. Инцистирование и эксцистирование простейших.
10. Паразитические виды амеб.
11. Представители раковинных амеб.
12. Размножение раковинных амеб.
13. Значение саркодовых в природе и жизни человека.

Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora, s. Flagellata)

Материальное обеспечение: микроскопические препараты жгутиконосцев, живые культуры жгутиконосцев, микроскопы, предметные и покровные стекла, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение микропрепаратов и живых культур жгутиконосцев, рисунков и их зарисовка, просмотр слайдов и презентации, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

1. Характерной особенностью жгутиковых является наличие жгутиков, которые обеспечивают их передвижение.
2. Снаружи клетка жгутиковых покрыта выраженной оболочкой – пиликулой, которая обеспечивает им постоянную форму тела.
3. Размножаются жгутиковые двумя способами: бесполым и половым.
4. По способу питания жгутиконосцы делятся на автотрофные, гетеротрофные и миксотрофные (объединяют первый и второй способы питания) организмы.
5. Среди жгутиковых есть свободноживущие и паразитические виды, вызывающие заболевания человека и животных.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Простейшие (Protozoa).
Тип Саркомастигофоры (Sarcomustigophora).
Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora, s. Flagellata).
Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea).
Отряд Эвглены (Euglenida).
Вид эвглена зеленая (*Euglena viridis*).
Отряд Вольвоксы (Volvocida).
Виды: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*);
вольвокс глобатор (*Volvox globator*).
Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea).
Отряд Кинетопластиды (Kinetoplastida).

Виды: трипаносомы (*Trypanosoma gambiense*);
(*Trypanosoma cruzi*);
(*Trypanosoma brucei*);
(*Trypanosoma ninaekohljakimowi*);
(*Trypanosoma equiperdum*);
лейшмании (*Leishmania tropica*);
(*Leishmania donovani*);
(*Leishmania brasiliensis*).
Отряд Дипломонады (*Diplomonadida*).
Вид лямблия кишечная (*Lamblia intestinalis*).
Отряд Трихомонады (*Trichomonadida*).
Виды: трихомонада вагинальная (*Trichomonas vaginalis*);
трихомонада человеческая (*Trichomonas vaginalis*);
трихомонада свиная (*Trichomonas suis*);
трихомонада плодная (*Trichomonas foetus*).

Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea)

Морфологический обзор. Для представителей класса Растительные жгутиконосцы характерен автотрофный тип питания, реже среди них встречаются виды с гетеротрофным типом питания. Обитают жгутиконосцы в соленой и пресной воде. У них есть хроматофоры, содержащие хлорофилл, а многие имеют светочувствительный глазок – стигму, позволяющий выбирать наиболее освещенные участки водоема для оптимизации процессов фотосинтеза. У пресноводных форм имеется сократительная вакуоль. Встречаются колониальные формы. Колонии образуются при неполном делении, в результате которого не полностью отделившиеся друг от друга особи остаются связанными друг с другом.

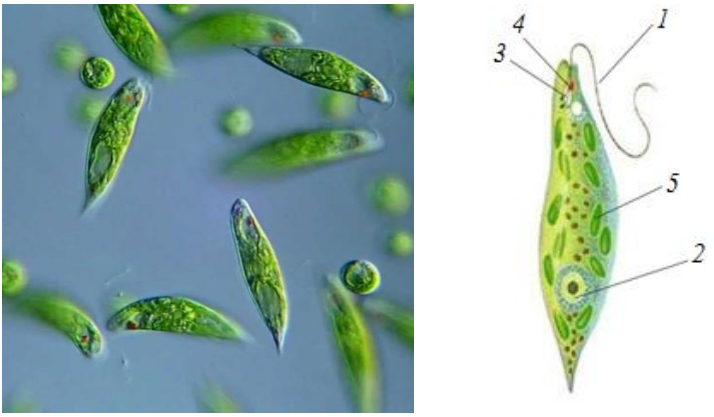
Типичным представителем фитомастигофор является эвглена зеленая (*Euglena viridis*). Она имеет веретенообразную форму тела, заостренного сзади и округлого впереди. Снаружи эвглена покрыта *пелликулой* – тонкой эластичной и плотной оболочкой, определяющей форму ее тела.

На переднем конце эвглены заметен длинный *жгутик*, находящийся в непрерывном движении, благодаря чему обеспечивается направленное движение. У основания жгутика находится узкая *глотка*, ведущая в округлой формы *резервуар сократительной вакуоли.* Сбоку от резервуара располагается *стигма*, или *светочувствительный глазок* красноватого цвета из-за присутствия в нем каротиноидов.

Несколько ниже стигмы находится единственная *сократительная вакуоль*, выполняющая те же функции, что и у саркодовых. Вокруг сократительной вакуоли располагается несколько маленьких *приводящих вакуолей*, которые периодически в нее изливаются.

Цитоплазма эвглены, как и у амебы, делится на *эктоплазму* и *эндоплазму*. В последней находятся *хроматофоры*, заполненные хлорофиллом, и поэтому они имеют зеленый цвет. Ближе к задней части тела в цитоплазме находится *ядро* крупных размеров. В результате фотосинтеза образуется углевод *парамил*, близкий по химическому составу к крахмалу. Избыток парамила скапливается в цитоплазме, формируя так называемые *парамиловые зерна*.

По способу питания эвглена относится к *миксотрофным организмам* (в определенных условиях она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное и наоборот). На свету эвглена питается автотрофно, как растение. Если эвглену поместить в темноту, то фотосинтез становится невозможен и она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, как типичное животное (рис. 3).



а *б*

Рис. 3. Эвглена зеленая: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: *1* – жгутик; *2* – ядро; *3* – стигма; *4* – резервуар сократительной вакуоли; *5* – хромотофоры

Размножаются эвглены продольным делением. Все органоиды делятся перешнуровкой цитоплазмы, образуя две самостоятельные дочерние особи.

При неблагоприятных условиях внешней среды эвглены *инцистируются*. Жгутик отбрасывается, тело эвглены округляется и на его поверхности выделяется *циста*. В благоприятных условиях эвглены *эксцистируются*.

Обитают эвглены в небольших мелководных пресных водоемах, богатых органическими веществами (лужах, канавах, прудах), и часто вызывают образование зеленой пленки на поверхности – «цветение» воды.

Среди фитомастигофор встречаются и колониальные формы. Наиболее широко распространенными следует считать два вида вольвоксовых: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*) и вольвокс глобатор (*Volvox globator*) (рис. 4).

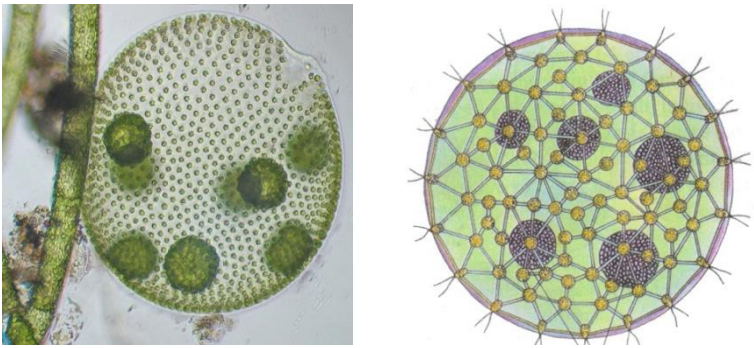


Рис. 4. Вольвокс

Вольвоксы представляют собой крупные (до 2 мм) шаровидные колонии, состоящие из нескольких тысяч клеток. Каждая особь имеет ядро, хроматофор, стигму, сократительную вакуоль и два жгутика равной длины, направленные наружу. Основная масса колонии состоит из студенистого вещества, а центральная часть заполнена полужидким содержимым.

Движение вольвокса происходит благодаря синхронизированному биению жгутиков. В воде колония может не только «перекатываться», но и ориентированно двигаться: она плывет вперед тем полюсом, на котором стигмы развиты сильнее.

Размножение вольвокса происходит иначе, чем эвглены. Рассмотрим бесполое размножение вольвокса. В колонии имеется всего около 10 клеток, обладающих способностью к делению. Эти клетки но-

сят название «*вегетативные*». Они располагаются в нижней части колонии, где стигмы наименее развиты. При делении этих клеток внутри материнской колонии вольвокса развиваются дочерние колонии. Когда их размеры увеличатся настолько, что материнская колония не сможет их вмещать, она разрывается и погибает, а дочерние колонии выходят наружу.

При половом размножении вегетативные клетки дают начало крупным неподвижным женским макрогаметам и мелким многочисленным мужским микрогаметам. Микрогаметы освобождаются от оболочки, выходят в воду и сливаются с макрогаметами. Этот процесс называется *копуляцией*. В результате образуются зиготы, дающие начало новым колониям.

Вольвокс может рассматриваться как пример переходной формы от одноклеточных животных к многоклеточным. Отличительными чертами многоклеточного организма в строении вольвокса являются:

1) соединение клеток колонии между собой протоплазматическими нитями;

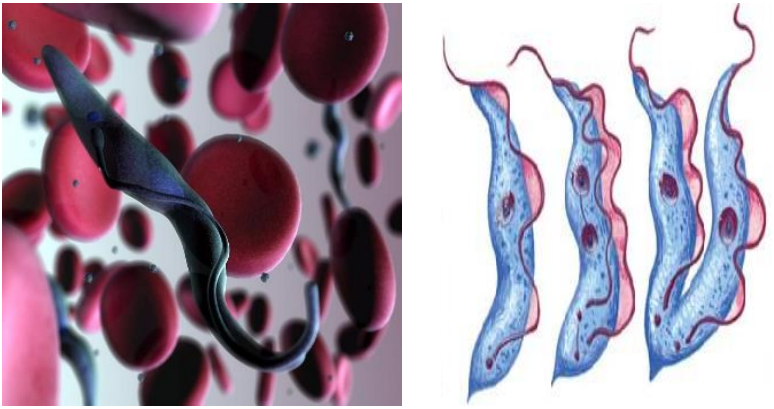
2) дифференциация клеток по выполняемым функциям: вегетативные и генеративные клетки.

Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea)

Всем животным жгутиконосцам свойствен гетеротрофный тип питания. Большая их часть является паразитами растений и животных. Особенно опасны эндопаразиты животных и человека, относящиеся к отряду Кинетопластиды (Kinetoplastida). В плазме крови животных и человека паразитируют различные виды трипаносом (*Trypanosoma*), имеющих лентовидное тело с одним (реже с двумя) жгутиком.

Трипаносомы паразитируют в основном в крови и спинномозговой жидкости животных и человека, вызывая тяжелейшие заболевания, называемые трипаносомозами. В тропической Африке трипаносомы (*Trypanosoma rhodesiense* и *T. brucei gambiense*) вызывают «сонную болезнь» человека (рис. 5). Это длительное и тяжелое заболевание, унесшее свыше миллиона жизней, начинается небольшой лихорадкой, сопровождается сонливостью и постепенно приводит к полному истощению организма человека. Без лечения болезнь заканчивается смертью.

Природным резервуаром трипаносом являются антилопы и другие животные, почти не страдающие от этих жгутиконосцев, но являющиеся их носителями.



а *б*

Рис. 5. Трипаносома: *а* – внешний вид; *б* – деление клетки жгутиконосца

Есть немало видов трипаносом, вызывающих тяжелые заболевания у крупного рогатого скота и верблюдов. В Африке *T. brucei* поражает рогатый скот, вызывая болезнь Нагана. Переносчиком возбудителя являются мухи цеце.

Среди представителей кинетопластид есть родичи трипаносом – лейшмании (*Leishmania*), вызывающие лейшманиоз у человека.

Один вид лейшмании *(L. donovani)* вызывает у человека заболевание, называемое висцеральным лейшманиозом (кала-азар). Это распространенное в Средней Азии, Индии, Южной Америке и Индокитае заболевание поражает в основном детей, у которых увеличиваются в размерах печень и селезенка. Болезнь сопровождается лихорадкой, истощением и малокровием. Природным резервуаром паразита являются в основном бродячие собаки.

В средней Азии и Закавказье *L. tropica* вызывает восточную язву, или пендинку. Переносчиком и вторым их хозяином являются москиты рода *Phlebotomus*.

В кишечнике и желчных протоках человека паразитирует лямблия (*Lamblia intestinalis*), вызывая болезнь лямблиоз. Тело этого паразита грушевидной формы, имеет несколько жгутиков и оснащено присоской, с помощью которой лямблия прикрепляется к слизистой кишечника.

Среди отряда Трихомонадовые (Trichomonadida) есть опасные паразиты человека.

Трихомонады имеют четыре – шесть жгутиков, из которых один является рулевым и образует ундулирующую мембрану. *Trichomonas hominis* вызывает хронические поносы, *T. vaginalis* паразитирует в мочеполовых путях, вызывая трудноизлечимые заболевания.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика жгутиконосцев.
2. Систематика жгутиконосцев.
3. Строение зеленой эвглены.
4. Питание, размножение и инцистирование зеленой эвглены.
5. Особенности морфологии вольвокса.
6. Размножение вольвокса.
7. Признаки сходства вольвокса с многоклеточными животными.
8. Экологическое значение фитомастигофор.
9. «Сонная болезнь» человека.
10. Виды трипаносом и вызываемые ими заболевания.
11. Строение лейшманий и заболевания, вызываемые ими.
12. Строение трихомонад и заболевания, вызываемые ими.

1.2. Тип Инфузории (Ciliophora)

Материальное обеспечение: микроскопические препараты инфузорий, живые культуры инфузорий, микроскопы, предметные и покровные стекла, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение микропрепаратов и живых культур инфузорий, рисунков и их зарисовка, просмотр слайдов, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

1. Тип Инфузории – это простейшие, органоидами передвижения которых являются многочисленные реснички.

2. Инфузории имеют плотную пелликулу, что обеспечивает им постоянную форму тела.

3. Инфузории являются более высокоорганизованными среди простейших, так как имеющиеся у них органоиды более дифференцированы.

4. У инфузорий имеется два ядра – большое ядро (макронуклеус) и малое ядро (микронуклеус).

5. Размножение у инфузорий идет попеременно: бесполое сменяется сложным половым – путем конъюгации.

6. В природе инфузории существуют как свободноживущие, так и паразитирующие.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Простейшие (Protozoa).
Тип Инфузории (Ciliophora).
Класс Ресничные (Ciliata).
Подкласс Равноресничные (Holotricha).
Отряд Трихостоматиды (Trichostomatida).
Виды: балантидиум кишечный (*Balantidium coli*);
балантидиум свиной (*Balantidium suis*);
ихтиофтириус (*Ichthyophtirius multifiliis*);
хилодонелла (*Chilodonella cyprini*).
Отряд Гименостоматиды (Hymenostomatida).
Вид инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*).
Подкласс Кругоресничные (Peritrichict).
Отряд Перитрихиды (Peritrichida).
Виды: сувойка (*Vorxicella* sp.);
триходина (*Trichodina* sp.);
Подкласс Спиральноресничные (Spirotrichia).
Отряд Разноресничные (Heterotrichida).
Вид трубач (*Stentor* sp.).
Подкласс Сосущие инфузории (Suctoria).

Морфологический обзор. Инфузории отличаются наиболее сложной организацией среди одноклеточных животных. Их тело покрыто пелликулой, которая позволяет им иметь относительно постоянную форму. Под пелликулой расположена эктоплазма, в которой находятся многие органеллы, в том числе базальные тельца ресничек, сократи-

тельные волоконца – мионемы и защитные органеллы – трихоцисты. При раздражении инфузории выбрасывают из трихоцист множество упругих нитей, которые поражают врага, парализуя его.

Известно более 7,5 тыс. видов инфузорий, населяющих моря и пресные водоемы и входящих в состав планктона, бентоса и детрита; некоторые виды обитают в почве. Среди инфузорий много хищных и паразитических форм, в кишечнике жвачных животных обитают симбиотические формы. Органеллами движения инфузорий служат многочисленные реснички. При этом подавляющее большинство этих животных обладает ресничками в течение всей жизни. Реснички инфузорий по своему строению сходны со жгутиками. Ресничный аппарат весьма разнообразен. Особенно сложный ресничный аппарат расположен около рта.

Вторым отличительным признаком представителей этого типа является присутствие в их теле двух ядер (ядерный дуализм): крупного вегетативного ядра (макронуклеуса) и значительно более мелкого генеративного ядра (микронуклеуса).

Многие инфузории обладают сложной системой пищеварения. Расположенный в углублении тела (перистоме) рот, или цитостом, окружен длинными ресничками, с помощью которых пищевые частички и загоняются в него. Часто рот ведет в глотку, погруженную в эндоплазму. В эндоплазме пищевые частицы окружаются пузырьками, содержащими пищеварительные ферменты, в результате образуются пищеварительные вакуоли. Непереваренные остатки пищи выбрасываются из тела инфузории в определенном месте через порошицу. Есть виды хищных инфузорий, вооруженных ротовым хоботком, с помощью которого они прокалывают покровы своей жертвы.

Большинство инфузорий питается бактериями, немногие поедают одноклеточные водоросли, и среди них встречаются даже монофитофаги. Хищные инфузории порой охотятся на жертв, которые по размерам больше самих хищниц; это, например, инфузория-туфелька. Жертву они поражают хоботком и высасывают ее содержимое. Свободноживущие инфузории являются важным звеном в пищевых цепях экосистем.

У пресноводных инфузорий имеются сократительные вакуоли, выполняющие функции осморегуляции и выделения. Иногда сократительные вакуоли усложнены несколькими приводящими каналами. В этих каналах накапливается избыток жидкости, которая затем вы-

брасывается в основной резервуар, из него жидкость выталкивается за пределы тела одноклеточного.

Инфузории размножаются бесполым путем, делясь надвое, но в поперечном направлении. При этом ядро делится с помощью митоза. Половой процесс в виде конъюгации не приводит к увеличению числа особей. При конъюгации две размножающиеся особи соединяются попарно. Перед соединением в каждой особи разрушаются макронуклеусы, а микронуклеусы делятся мейотически, образуя четыре гаплоидных ядра. Из них три также разрушаются, а четвертое митотически делится на два ядра. Одно из этих ядер остается в клетке, а второе мигрирует в другую особь. После такого обмена ядрами оставшееся в клетке стационарное ядро сливается с ядром-мигрантом. В результате образуется диплоидное ядро. Затем конъюгирующие особи расходятся.

У каждой особи после расхождения из диплоидного ядра формируется макронуклеус и микронуклеус. Таким образом, в результате конъюгации в каждой особи изменяется генотип.

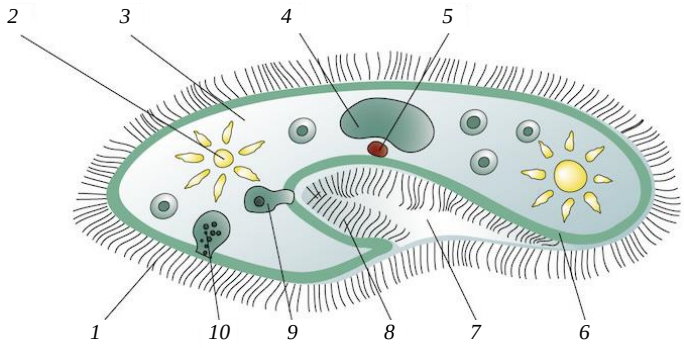
Класс *Ресничные инфузории* наиболее многочисленный. Представители этого класса покрыты ресничками на протяжении всех стадий жизненного цикла. Среди представителей подкласса Равноресничные инфузории (Holotricha), характеризующихся равномерным расположением на теле ресничек равной длины, много свободноживущих (например, инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*) (рис. 6), питающихся своими собратьями, и паразитических форм. Среди последних следует отметить инфузорию балантидий (*Balantidium coli*), которая встречается в кишечнике свиней и человека.

Эта инфузория питается в основном содержимым кишечника, но может разрушать слизистую кишечника, вызывая заболевание балантидиоз. Заражение происходит при потреблении загрязненных цистами балантидия пищи и воды.

В природных водоемах и в прудовых хозяйствах, занимающихся разведением рыбы, большой вред наносят паразитические инфузории. Например, равноресничная инфузория *Ichthyophtirius* внедряется в кожу рыб и начинает питаться клетками хозяина. В результате на их теле образуются многочисленные язвочки. Заболевание может привести к гибели рыб, особенно молоди карпа. На жабрах и коже часто паразитируют инфузории из рода *Trichodina*, причиняя молоди рыб существенный вред.



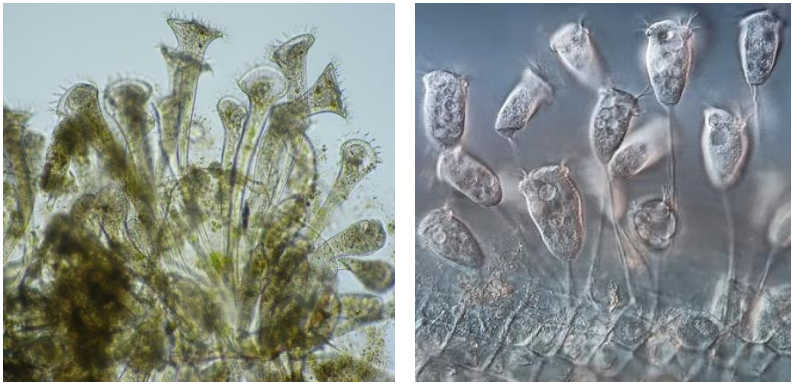
а *б*



в

Рис. 6. Инфузория-туфелька: *а, б* – внешний вид; *в* – внутреннее строение: *1* – реснички; *2* – сократительная вакуоль; *3* – цитоплазма; *4* – большое ядро; *5* – малое ядро; *6* – оболочка клетки; *7* – клеточный рот; *8* – клеточная глотка; *9* – пищеварительная вакуоль; *10* – порошица

У большинства кругоресничных инфузорий (подкласс Кругоресничные инфузории – Peritrichia) реснички располагаются левоспирально только вокруг предротовой воронки. Многие формы ведут прикрепленный образ жизни. Так, сувойки *(Vorticella,* отряд Peritrichida*)* имеют сократимый стебелек, с помощью которого они прикрепляются к субстрату. Среди них есть и колониальные формы (рис. 7).



а *б*

Рис. 7. Инфузории: *а* – трубач; *б* – сувойка

У спиральноресничных инфузорий (подкласс Спиральноресничные инфузории – Spirotricha) полоса ресничек, ведущих ко рту, закручена вправо. Среди этих одноклеточных особое место принадлежит инфузориям, живущим в рубце жвачных животных (отряд Entodiniomorpha). Их тело одето в прочный панцирь с многочисленными отростками, поэтому их называют панцирными инфузориями. Питаются они бактериями рубца и способствуют расщеплению клетчатки корма, взаимодействуя сложным образом с целлюлозорасщепляющими бактериями. Эти полезные симбионты не только участвуют в переваривании пищи, но и сами служат источником питания для жвачных животных.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика инфузорий.
2. Систематика инфузорий.
3. Строение инфузории-туфельки.
4. Питание и размножение инфузории-туфельки.
5. Конъюгация и ее значение в жизни инфузорий.
6. Особенности строения сувойки.
7. Виды паразитических инфузорий и вызываемые ими заболевания.
8. Экологическое и практическое значение инфузорий.

1.3. Тип Апикомплексы (Apicomplexa)

Материальное обеспечение: микроскопические препараты кокцидий, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение микропрепаратов, рисунков и их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

1. У представителей типа Апикомплексы спереди клетки имеются органоиды, которые называются апикальным комплексом.
2. Тип Споровики представлен простейшими, которые ведут исключительно паразитический образ жизни.
3. В развитии этих простейших идет неизбежное чередование бесполого и полового типов размножения с образованием спор.
4. У представителей данного типа отсутствуют органоиды передвижения, перистома и пищеварительные вакуоли.
5. Споровики паразитируют практически у всех классов многоклеточных животных.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Простейшие (Protozoa).
Тип Апикомплексы (Apicomplexa).
Класс Споровики (Sporozoa).
Отряд Кокцидии (Coccidia).
Подотряд Эймерии (Eimeriina).
Род Эймерия (*Eimeria*).
Виды: эймерия свиная (*Eimeria suis*);
эймерия цилиндрическая (*Eimeria cylindrical*);
эймерия кроличья (*Eimeria stiedae*);
Подсемейство Изоспоры (Isospora).
Род Токсоплазма (*Toxoplasma*).
Вид *Toxoplasma gondii.*
Отряд Пироплазмы (Piroplasmida).
Род *Babesia*.
Род *Piroplasma*.
Род *Nuttallia*.
Род *Francaiella*.
Отряд Гемоспоридии (Haemosporina).
Вид плазмодиум малярийный (*Plasmodium malariae*).

Морфологический обзор. Тип Апикомплексы насчитывает около 4,8 тыс. видов исключительно паразитических простейших, среди которых много паразитов животных и человека. Основная масса этих простейших проходит особую фазу развития – спору, которая служит для перехода паразита от одного хозяина к другому.

Ранее представителей этого типа объединяли с другими паразитическими группами простейших, образующих споры (миксоспоридиями, микроспоридиями), которые в настоящее время выделены в самостоятельные типы. Апикомплексы отличаются от свободноживущих простейших отсутствием органелл движения, жгутики у них появляются только на стадии гамет.

Отряд Кокцидии **(Coccidia).** Кокцидиеобразные – в основном внутриклеточные паразиты. У большинства происходит чередование полового и бесполого размножения. Макрогамета (женская половая гамета, или яйцо) образуется непосредственно в процессе роста гамонта (гаметоцита) без деления. Микрогаметы образуются в результате многочисленных делений гамонта с образованием мелких мужских половых гамет (спермиев). Наиболее опасны представители трех подотрядов: Эймериевые (Eimeriina), Кровяные споровики (Haemosporina) и Пироплазмы (Piroplasmida).

У большинства кокцидий один хозяин, в организме которого паразиты размножаются шизогонией. Спорогония же протекает частично или полностью во внешней среде. У некоторых кокцидий два хозяина; в первом паразиты размножаются бесполым путем, во втором происходит половой процесс и спорогония.

Многие виды паразитических кокцидий из рода *Eimeria* приносят значительный ущерб животноводству. Паразитируя только у позвоночных животных, кокцидии чаще всего поражают кроликов, птиц разных видов, рогатый скот. При этом наиболее подвержен заболеванию молодняк животных. Кокцидии паразитируют в клетках кишечника и вызывают кровавый понос, приводящий к гибели большей части молодняка. Болезнь называется кокцидиозом.

Особый ущерб наносит *Eimeria stiedae*, поражающая кроликов, в организм которых ооцисты паразита попадают с загрязненными кормом и водой (рис. 8). В кишечнике кролика из ооцист выходят спорозоиты, которые внедряются в клетки стенок кишечника. В этих клетках кокцидии растут и размножаются бесполым путем посредством множественного деления – шизогонии. Дочерние особи носят название мерозоитов.

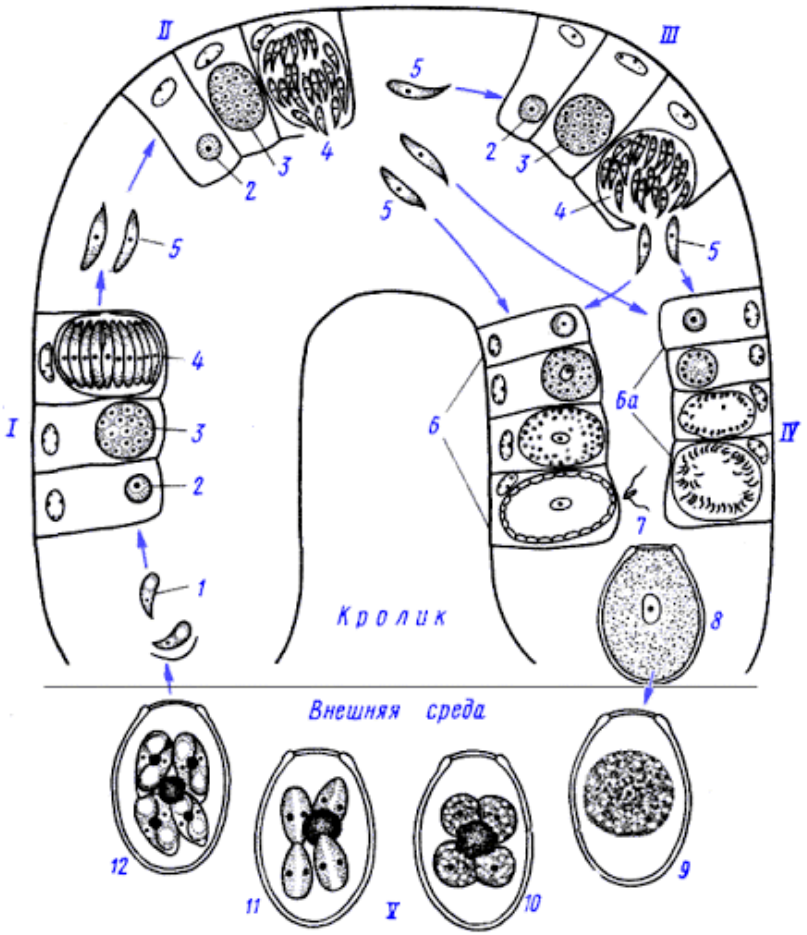


Рис. 8. Цикл развития эймерий: *I* – первое поколение шизогонии; *II* – второе поколение шизогонии; *III* – третье поколение шизогонии; *IV* – гаметогония; *V* – спорогония: *1* – спорозоиты; *2* – молодой шизонт; *3* – растущий шизонт с множеством ядер; *4* – шизонт, распавшийся на мерозоиты; *5* – развитие макрогаметы; *6, 6а* – развитие микрогамет; *7* – микрогаметы; *8* – ооциста; *9* – ооциста, приступающая к спорогонии; *10* – ооциста с четырьмя споробластами и остаточным телом; *11* – развитие споробластов; *12* – зрелые ооцисты с четырьмя спорами, в каждой споре по два спорозоита

Мерозоиты из пораженных клеток выходят в просвет кишечника, внедряются в здоровые клетки, растут и снова размножаются шизогонией. У *E. stiedae* развивается пять поколений мерозоитов. Последняя, пятая, генерация мерозоитов в клетках кишечника преобразуется в гамонтов. Макрогамонты не делятся и дают начало макрогаметам (яйцам), микрогамонты путем деления образуют множество подвижных микрогамет с двумя жгутиками (спермии). Микрогаметы подвижны и выходят в просвет кишечника. Одна из микрогамет проникает к макрогамете и копулирует с ней. После копуляции гамет образуется зигота. Зигота обволакивается прочной оболочкой и превращается в ооцисту, которая выводится из кишечника кролика с испражнениями наружу.

Во внешней среде в присутствии кислорода в ооцисте проходит процесс спорогонии: сначала образуются четыре споробласта, которые покрываются собственными оболочками и превращаются в споры. В каждой споре формируется по два спорозоита. По окончании спорогонии споры становятся инвазионными. В каждой инвазионной ооцисте содержится по восемь спорозоитов. Если такая ооциста попадает в кишечник кролика, то спорозоиты выходят из споробластов и ооцисты, начиная новый цикл развития. Весь цикл развития этого паразита завершается за 7–8 сут, и если не происходит повторного заражения, то организм кролика освобождается от кокцидий. Именно поэтому так важно принимать меры по исключению возможности повторной инвазии.

Подотряд Кровяные споровики (Haemosporina) представлен большой группой широко распространенных внутриклеточных паразитов крови, часть жизненного цикла которых протекает в эритроцитах млекопитающих и птиц. В отличие от кокцидий у кровяных споровиков спорогония никогда не протекает во внешней среде, а происходит в организме кровососущих насекомых, чаще комаров, которые одновременно являются и переносчиками паразитов. К этим паразитам относится возбудитель малярии, являющийся бичом населения многих тропических и субтропических стран.

В человеке паразитируют четыре вида плазмодия (род *Plasmodium*). Жизненный цикл малярийного плазмодия (*Plasmodium malariae*) типичен для остальных видов. Человек заражается при укусе комаром рода *Anopheles,* который в кровь человека вместе со слюной вносит спорозоитов малярийного плазмодия. С током крови спорозоиты достигают печени, где внедряются в паренхимные клетки, превращаются в шизонтов и дают первое поколение путем шизогонии. Вышедшие из

разрушенных клеток печени мерозоиты проникают в кровь и внедряются в эритроциты, где снова делятся в процессе шизогонии. Вышедшие из разрушенных эритроцитов мерозоиты (образуется 10–20 мерозоитов из одного шизонта) снова внедряются в здоровые эритроциты (рис. 9).

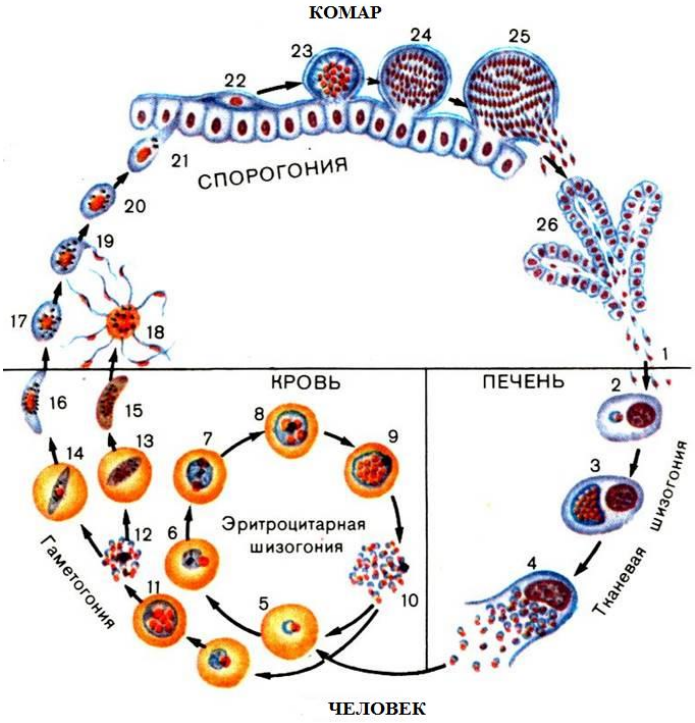


Рис. 9. Цикл развития малярийного плазмодия:
1, 2 – спорозоиты, проникающие в клетки кровеносных сосудов печени человека; *3, 4* – мерогония (шизогония) (образование мерозоитов); *5* – проникновение мерозоита в эритроцит; *6–9* – рост мерозоита и мерогония (шизогония); *10* – выход мерозоитов из эритроцита (далее эритроцитарный цикл повторяется); *11, 12* – развитие макрогаметоцита, микрогаметоцита; *13* – макрогамета; *14* – микрогаметоцит; *15* – образование микрогамет; *16* – копуляция гамет; *17* – зигота; *18* – оокинета; *19* – проникновение оокинеты через стенку желудка комара; *20* – превращение оокинеты в ооцисту; *21–23* – рост ооцисты с образованием спорозоитов; *24, 25* – выход спорозоитов из ооцисты в гемолимфу комара; *26* – спорозоиты, проникшие в слюнные железы комара

Продолжительность одного этапа шизогонии специфична для каждого вида плазмодия. У *Pl. malariae* промежутки между двумя последовательными бесполыми размножениями составляют 72 ч, поэтому заболевание получило название 4-дневной лихорадки. У наиболее широко распространенного вида *Pl. vivax* этот промежуток равен 48 ч; это 3-дневная лихорадка.

У *Pl. falciparum* срок между двумя размножениями шизогонией составляет тоже около 48 ч, но промежутки между двумя приступами лихорадки сокращаются до 24 ч из-за периода высокой температуры тела у больного человека (тропическая лихорадка). Еще один вид плазмодия встречается лишь в тропической Африке – *Pl. ovale.*

Выход мерозоитов из эритроцитов сопровождается приступами лихорадки с повышением температуры, так как вместе с мерозоитами из разрушенных эритроцитов в кровь поступают продукты обмена паразитов, вызывающие интоксикацию организма человека.

После нескольких циклов бесполого размножения шизогонией начинается подготовка к половому процессу. Внедрившиеся в эритроциты мерозоиты дают начало гамонтам, а не шизонтам, как при шизогонии. При этом образуется две группы гамонтов: макрогамонты и микрогамонты. Дальнейшего развития гамонтов в крови человека не происходит: человек становится носителем малярийного паразита.

У комара, напившегося крови больного малярией человека, в кишечнике из макрогамонта формируется женская макрогамета, а из микрогамонта образуется четыре – восемь мелких мужских микрогамет. После копуляции макро- и микрогамет образуется подвижная зигота – оокинета.

Оокинета внедряется в стенку кишки комара. В полости тела комара она преобразуется в ооцисту. В ооцисте происходит процесс спорогонии с образованием множества спорозоитов – до 500 особей. Стенки ооцисты разрушаются, и спорозоиты попадают в полость тела комара, откуда проникают в слюнные железы и протоки желез.

При укусе человека комар со слюной вводит в кровь через хоботок спорозоиты. Таким образом, в жизненном цикле малярийного плазмодия отсутствуют стадии развития, протекающие во внешней среде. Поэтому на всем протяжении своего развития паразит не имеет стадий, когда он обволакивается защитными оболочками, что отличает его от кокцидий.

Малярия широко распространена на планете. У человека, больного малярией, наблюдается малокровие (анемия), интоксикация всего ор-

ганизма; болезнь сопровождается приступами лихорадки. От кровяных споровиков в мире погибло больше людей, чем во всех войнах. Переносят малярию комары рода *Anopheles*, в основном *A. maculipennis*. В Европе существуют шесть видов-двойников малярийного комара, которых ранее объединяли в один вид.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика типа Апикомплексы.
2. Систематика типа.
3. Жизненный цикл кокцидий на примере кроличьей эймерии.
4. Биологическое значение мерогонии, гаметогонии и спорогонии.
5. Видовая специфичность кокцидий.
6. Жизненный цикл малярийного плазмодия.
7. Отличительные черты цикла развития кокцидий и плазмодия.
8. Малярия и меры борьбы с ней.

2. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (METAZOA)

2.1. Тип Губки (Spondia)

Материальное обеспечение: влажные препараты пресноводной губки (бадяги), микропрепараты спикул бадяги, микроскопы, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение макро- и микропрепаратов, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Губки представляют собой примитивных многоклеточных животных, ведущих прикрепленный образ жизни. Клетки тела губок дифференцированы и имеют тенденцию к образованию тканей. Тело губок состоит из двух клеточных слоев: наружного, состоящего из плоских эпителиальных клеток, и внутреннего, состоящего из воротничковых клеток – хоаноцитов. Между наружным и внутренним слоями клеток располагается студенистое вещество – мезоглея с различными клеточными элементами. У большинства губок имеется скелет, состоящий из отдельных элементов – спикул и органического вещества спонгина.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Губки (Porifera, s. Spongia).
Класс Известковые губки (Calcispongiae).
Вид сикон (*Sycon* sp.).
Класс Стеклянные губки (Hyalospongiae).
Вид корзинка Венеры (*Euplectella aspergillum*).
Класс Обыкновенные губки (Demvspongiae).
Вид бадяга (*Spongilla lacustris*).

Морфологический обзор. Губки – водные сидячие многоклеточные животные, обитающие в основном в морях, но есть и пресноводные виды. Обычно они имеют форму мешка или глубокого бокала, который своим основанием прикреплен к субстрату, а отверстием обращен вверх. Помимо этого отверстия (устья) стенки губки пронизаны многочисленными тончайшими порами и каналами, ведущими в полость тела.

Размеры губок очень разнообразны: есть карликовые губки длиной несколько миллиметров и губки-гиганты до 1 м и более в высоту. Многие из них ярко окрашены в коричневый, желтый, зеленый, красный и фиолетовый цвета. Большинство губок – колониальные формы, лишь немногие являются одиночными.

Губки – двухслойные животные: наружный слой – эктодерма, внутренний – энтодерма. Между ними расположен слой неклеточного студенистого вещества – мезоглея с разбросанными в ней клетками. Мезоглея содержит клетки амебоциты (археоциты), имеющие недифференцированный характер и способные превращаться в клетки-скелетообразователи, женские и мужские гаметы, сократительные и пигментные клетки. Наружный слой образован плоскими эктодермальными клетками, внутренний – воротничковыми клетками – хоаноцитами, из свободного конца которых торчит длинный жгутик, способный двигаться. Все эти клетки имеют огромное значение для жизни губок.

Скелет состоит из минерального вещества: или углекислой извести, или кремнезема, или органического вещества спонгина, напоминающего по свойствам рог.

Питаются губки взвешенными в воде мелкими частицами органических веществ и различными микроорганизмами. Частицы пищи с

током воды попадают в каналы в стенках тела губки, здесь они захватываются особыми воротничковыми жгутиковыми клетками и передаются амебовидным клеткам, которые находятся в межклеточном пространстве. Внутри этих клеток перевариваются пищевые частицы. Непереваренные остатки с током воды выносятся из них в полость тела. Такой способ питания называется биофильтрацией, а губки, соответственно, являются биофильтраторами. Мелкая губка способна очистить за сутки 3 л замутненной воды. Непрерывный ток воды через тело губок приносит им кислород, способствует удалению продуктов диссимиляции. Полость губок называется парагастральной и служит только для прохождения воды. В ней пища не накапливается и не переваривается, следовательно, пищеварение у губок внутриклеточное. В связи с этим губки играют важную роль в процессах очищения пресных водоемов от гниющих органических остатков, бактерий и планктонных организмов.

Губки размножаются бесполым и половым способами. Бесполое размножение происходит путем почкования. На поверхности губки появляется бугор. Он постепенно растет, а затем почка отделяется от материнского организма и переходит к самостоятельной жизни. Полностью почка отделяется редко; обычно дочерние особи сохраняют связь с материнской и таким образом возникают колонии. Отдельные особи сливаются между собой.

Благодаря простоте организации губки обладают уникальной способностью к регенерации, т. е. восстановлению утраченных частей тела.

В настоящее время известно около 10 тыс. видов губок, из них около 50 – пресноводные. В арктических и дальневосточных морях обитает около 350 видов (рис. 10). Наибольшее разнообразие губок встречается в теплых тропических районах Мирового океана. На дне морей губки обитают на различной глубине. Большинство видов – сравнительно мелководные формы, обитающие на глубине 400–500 м. Глубже 1 500 м губки встречаются очень редко, хотя их находили даже на дне самых глубоких океанических впадин (до 11 км).

По составу и строению скелета губки подразделяют на три класса: известковые, стеклянные и обыкновенные.

Практическое значение губок невелико. Туалетные губки – обитатели южных морей, живут в неглубоких местах на камнях, скалах.

В медицине они используются для изготовления тампонов, а также как шлифовочный и полировочный материал в различных производствах. Пресноводная губка – бадяга, обитает в озерах, реках, прудах, встречается на камнях, скалах. Сушеную и растертую в порошок бадягу применяют как средство народной медицины при ревматизме, ушибах, из нее изготавливают некоторые гомеопатические препараты.



а *б*

Рис. 10. Губки: *а* – пресноводная губка (бадяга); *б* – морская губка

На пресноводных губках могут жить личинки ручейников и некоторых других насекомых, а также личинки водяных клещей. Эти животные частично используют губок в пищу. Колонии морских губок служат местом поселения самых разных организмов – кольчатых червей, ракообразных, иглокожих. Губки часто поселяются на других животных, в том числе подвижных, например, на панцире крабов, раковинах брюхоногих моллюсков.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика губок.
2. Систематика губок.
3. Особенности морфологии губок.
4. Размножение губок.
5. Значение губок в природе и жизни человека.

2.2. Тип Кишечнополостные (Cnidaria)

Материальное обеспечение: влажные препараты кишечнополостных, микропрепараты гидры, скелеты коралловых полипов, микроскопы, предметные стекла, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение макро- и микропрепаратов, рисунков и их зарисовка, слайдов, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Тип объединяет более 10 тыс. видов примитивных многоклеточных животных, ведущих исключительно водный образ жизни и обитающих в основном в морях. Часть из них ведет свободноплавающий образ жизни, другие – сидячий и прикрепленный к дну.

Кишечнополостным свойственна радиальная симметрия, что связано с их образом жизни. У сидячих форм один полюс тела обычно служит для прикрепления к субстрату, на другом – имеется рот. Кишечнополостные – двухслойные животные: у них формируются только два зародышевых листка – эктодерма и энтодерма. Между ними находится первичная полость тела, заполненная мезоглеей, которая у одних представителей имеет вид пластинки, а у других – это большая масса студенистого вещества.

Тело кишечнополостных имеет вид открытого на одном конце мешка. В его кишечной (гастральной) полости, выстланной клетками энтодермы, происходит переваривание пищи. Отверстие служит для кишечнополостных ртом, оно окружено венцом щупалец, помогающих захватывать частицы пищи. Анальное отверстие отсутствует, а непереваренные остатки пищи выбрасываются через ротовое отверстие. Свободноживущие формы имеют уплощенное тело. Это медузы, которые активно и пассивно с течениями передвигаются в водной среде. Тело медуз имеет вид прозрачного студенистого зонтика.

Для кишечнополостных характерно наличие стрекательных клеток, служащих для добывания пищи и защиты.

Размножаются кишечнополостные бесполым (почкованием) и половым путем. У многих форм при этом наблюдается чередование поколений: бесполое поколение полипов сменяется половым поколением медуз.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Кишечнополостные (Coelenterata).
Подтип Стрекающие (Cnidaria).
Класс Гидроидные (Hydrozoa).
Подкласс Гидроиды (Hydroidea).
Отряд Гидры (Hydrida).
Виды: гидра обыкновенная (*Hydra vulgaris*);
гидра зеленая (*Chlorogidra viridissima*);
гидра длинностебельчатая (*Pelmatohydra oligactis*).
Отряд Гидроиды (Leptolida).
Вид гидроид обелия (*Obelia* sp.).
Класс Сцифоидные (Scyphozoa).
Отряд Дискомедузы (Semaeostomeae).
Вид аурелия ушастая (*Aurelia aurita*).
Отряд Корнеротые медузы (Rhizostomeae).
Вид корнерот (*Rhizosltoma pulmo*).
Отряд Ставромедузы (Stauromedusae).
Вид люцернария (*Lucernaria complanata*).
Класс Коралловые полипы (Anthozoa).
Подкласс Шестилучевые кораллы (Hexacorallia).
Отряд Актинии (Actiniaria).
Вид конская актиния (*Actinia equina*).
Отряд Мадрепоровые кораллы (Madreporaria).
Виды: акропора (*Acropora* sp.);
мозговик (*Diploria* sp.);
коралл-гриб (*Fungia* sp.).

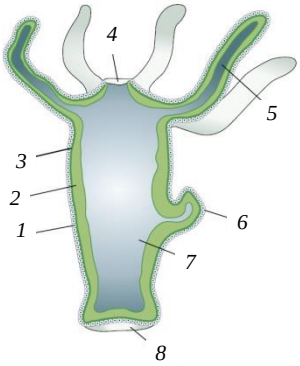
Класс Гидроидные (Hydrozoa)

Морфологический обзор. Класс Гидроидные – это низший класс кишечнополостных, состоящий примерно из 4 тыс. видов. Гидроидные представлены разнообразными одиночными и колониальными формами, населяющими преимущественно моря и океаны. Имеются и пресноводные представители.

Наиболее типичными для пресных вод являются различные виды гидр (*Hydra*), ведущие одиночный образ жизни полипа (рис. 11).



а



б

Рис. 11. Пресноводная гидра: *а* – внешний вид; *б* – схема строения: *1* – эктодерма; *2* – энтодерма; *3* – мезоглея; *4* – рот; *5* – щупальце; *6* – почка; *7* – кишечная полость; *8* – подошва

Гидры – это небольшие животные высотой 1–2 см с расширенным основанием, на котором они удерживаются на субстрате. Ротовое отверстие окружено венчиком из 6–12 щупалец, а более широкое тело переходит в стебель. Мезоглея имеет вид тонкой опорной пластинки, в которой разбросаны нервные, эпителиально-мускульные и промежуточные клетки. Из последних при необходимости формируются половые, стрекательные и другие клетки. Нервная система гидры имеет диффузный характер, хотя вокруг рта и на подошве находятся небольшие скопления нервных клеток.

Обитают гидры в пресных водоемах со стоячей или малоподвижной водой. Гидры могут медленно передвигаться за счет скольжения подошвы по субстрату или «кувырканием» через головной конец. Питаются мелкими ракообразными, инфузориями, коловратками и другими планктонными животными, улавливая добычу щупальцами, вооруженными стрекательными клетками.

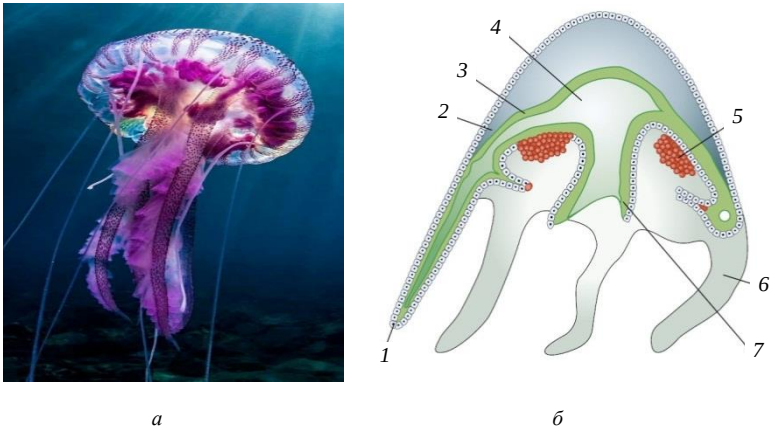
Размножаются гидроидные почкованием и половым путем. Примерно на середине тела гидры имеется пояс почкования. Дочерние организмы отпочковываются и начинают самостоятельную жизнь в течение всего лета. Осенью гидры размножаются половым путем. На поверхности тела появляются особые выпуклости: несколько семенников или один-два яичника, в каждом из которых образуется только одна

яйцеклетка. Гидры раздельнополые, но есть и гермафродиты. Спермии выходят в воду и проникают в яйцеклетку другой особи.

Гидры способны к регенерации, даже из части тела восстанавливается весь организм.

Класс Сцифоидные (Scyphozoa)

Класс Сцифоидные, насчитывающий около 200 видов, представлен крупными и мелкими морскими медузами. Большая часть их жизненного цикла проходит в форме плавающих медуз (немногие формы ведут прикрепленный образ жизни); фаза полипа кратковременна или может отсутствовать. Тело сцифоидных медуз имеет форму зонта, купола и т. п. (рис. 12). Строение нервной, мускульной и пищеварительной систем у этих медуз более сложное. В мезоглее купола имеются мышечные волокна, обеспечивающие сжатие купола.



а *б*

Рис. 12. Сцифоидная медуза: *а* – внешний вид; *б* – схема строения медузы (продольный разрез): *1* – эктодерма; *2* – мезоглея; *3* – энтодерма; *4* – кишечная полость; *5* – половая железа; *6* – щупальце; *7* – ротовой стебелек

Кишечная полость имеет радиальные складки и радиальные каналы, впадающие в кольцевой канал. Центральной частью пищеварительного аппарата является желудок, от которого отходит большое число разветвленных канальцев, выполняющих функции переноса питательных веществ в теле медуз.

Предротовые лопасти имеют многочисленные осязательные и стрекательные клетки. По краю зонтика расположены скопления нервных клеток – ганглии.

Органы чувств сосредоточены в укороченных щупальцах – ропалиях.

В большинстве своем медузы раздельнополые. Половые продукты образуются в энтодерме: половые железы находятся в стенках желудка. Половые клетки выходят через рот в воду, где происходит копуляция мужских и женских гамет. Из оплодотворенных яиц развиваются микроскопических размеров личинки – планулы. Они плавают с помощью ресничек, затем опускаются на дно, прикрепляются к субстрату и превращаются в мелкие одиночные полипы бокаловидной формы – сцифистомы. По мере роста сцифистомы на ее теле появляются поперечные перетяжки, деля полип на ряд дисков – медуз (эфир). Каждая эфира отделяется от сцифистомы, растет и превращается в свободноплавающую взрослую медузу. Таким образом, развитие сцифоидных медуз не прямое, а происходит через стадии планулы и сцифистомы.

Класс Коралловые полипы (Anthozoa)

Класс Коралловые полипы включает одну из древнейших групп морских животных – полипы, которые не только превосходят гидроидных полипов по размерам, но и отличаются более сложным строением. Это одиночные или большей частью колониальные полипы, одной из особенностей которых является отсутствие в жизненном цикле стадии медузы, т. е. у них нет чередования поколений. Это наиболее крупный класс кишечнополостных, включающий более 6 тыс. видов, обитающих в теплых тропических морях с температурой воды не ниже 20 °С на глубине до 50 м.

Ротовое отверстие коралловых полипов окружено венчиком щупалец, число которых у одних полипов равно восьми (восьмилучевые кораллы), у других – шести (шестилучевые кораллы).

Пищевые частицы через рот попадают сначала в сплющенную с боков эктодермальную глотку, а оттуда – в хорошо развитую с перегородками (септами) кишечную полость. Число перегородок может быть либо восемь, либо шесть или кратно числу щупалец. В глотке есть клетки с длинными ресничками, которые непрерывно гонят воду внутрь гастральной полости полипа, откуда та выводится наружу. Так обеспечивается постоянная смена воды.

У колониальных полипов мощный скелет чаще всего представлен углекислыми солями, реже – роговым веществом. Скелет может быть наружным или внутренним.

Коралловые полипы (рис. 13) размножаются бесполым и половым путем. Ведущие одиночный образ жизни актинии иногда размножаются делением, у колониальных видов наблюдается почкование. Половые железы формируются в перегородках между энтодермой и мезоглеей. Спермии выходят через ротовое отверстие наружу и через рот проникают в гастральную полость женской особи, где и происходит оплодотворение. У некоторых форм оплодотворение наружное. Развитие происходит с метаморфозом: из зиготы развивается плавающая личинка – планула, которая прикрепляется к субстрату и дает начало новому полипу.



Рис. 13. Коралловые полипы

Актинии – это одиночные шестилучевые ярко окрашенные полипы, лишенные скелета. Они могут медленно передвигаться с помощью мускулистой подошвы. Актинии очень чувствительны к раздражениям, сильно сокращаются, превращаясь в небольшой комок. Это хищники, питающиеся ракообразными, моллюсками и другими крупными животными, которых они захватывают щупальцами, парализуя стрекательными нитями.

В тропиках широко распространены рифообразующие мадрепоровые шестилучевые кораллы, характеризующиеся крупными размерами – более 4 м высотой. Коралловые рифы служат местом обитания

многих морских организмов. Животные и растения в коралловых рифах образуют своеобразное сообщество (биоценоз) рифа.

Рифы условно делят на три типа: береговые, барьерные и атоллы. Береговые расположены непосредственно по берегам островов или материков, а барьерные рифы – параллельно береговой линии на некотором расстоянии. Атоллы – это кольцеобразные возвышающиеся над океаном коралловые острова с озерцом внутри.

Значение кишечнополостных в Мировом океане трудно переоценить: с их помощью осуществляется круговорот кальция в биосфере, они очищают морскую воду от органической взвеси и являются звеньями в пищевых цепях и т. п. Кишечнополостные (медузы) служат объектом промысла (Япония, Китай), кораллы используются для украшений, коллекций и ювелирных изделий, медицинских препаратов.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика кишечнополостных.
2. Систематика кишечнополостных.
3. Морфология гидры.
4. Строение и значение стрекательных клеток гидры.
5. Размножение гидры.
6. Паразитофауна гидры.
7. Строение сцифоидных медуз.
8. Размножение сцифомедуз.
9. Строение коралловых полипов.
10. Размножение кораллов.
11. Роль кораллов в природе и жизни человека.

Черви (Vermes)

Черви (Vermes) – это обширный и разнообразный тип беспозвоночных животных с удлиненным трубчатым, круглым или плоским мягкокожим телом. Черви являются одним из древнейших и самых распространенных видов животных. Термин «черви» до недавнего времени был широко распространен в системе беспозвоночных. Под ним объединяли в один общий тип червей не только плоских, круглых и кольчатых червей, но и ряд примыкающих к ним групп. В настоящее время черви потеряли свое классификационное значение. Однако само понятие не утратило обиходного зоологического смысла.

Под червями подразумевают организмы, имеющие удлиненную форму тела, лишенные конечностей и четко оформленной головы, снабженные сильной мускулатурой в виде кожно-мускульного мешка, обеспечивающей типичное для червей движение изгибанием тела. Органы движения у червей нечленистые или их вовсе нет; тело голое или покрытое иглами, щетинками, ресницами. Кожа некоторых видов червей выделяет слизь или известь для трубок. У многих червей простые глаза, мягкие нити на голове или членистые нити и стяжки. Некоторые имеют органы дыхания и сосудистую систему. Многие черви раздельнополы, другие гермафродиты.

Самые низкоорганизованные черви – низшие турбеллярии – по многим особенностям строения или физиологии близки к кишечнополостным, а высшие – кольчатые черви – столь же близки к членистоногим.

2.3. Тип Плоские Черви (Plathelminthes)

Материальное обеспечение: влажные препараты печеночного и ланцетовидного сосальщиков, микропрепараты молочной планарии, печеночного и ланцетовидного сосальщиков, микроскопы, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение влажных препаратов, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка, изучение слайдов, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Большинство представителей типа Плоские черви имеют двусторонне-несимметричное тело. Такая симметрия впервые появляется у этой группы животных. Тело обычно уплощено (в виде листа) или вытянуто в длину (в виде ленты). Насчитывают около 15 тыс. видов плоских червей, из которых большинство являются наружными или внутренними паразитами животных и человека, часть червей живет в морях, пресных водоемах и почве.

Совокупность кожного эпителия и подстилающей его мускулатуры образует кожно-мускульный мешок. У свободноживущих форм кожный эпителий имеет реснички. Под кожей залегает несколько слоев мышц: кольцевые, диагональные и продольные, что позволяет червям совершать разнообразные движения. Плоские черви не имеют полости

тела (бесполостные), поскольку все пространство между внутренними органами и стенкой тела заполнено рыхло расположенными клетками – паренхимой (паренхиматозные черви). Паренхима выполняет опорные функции, в ней накапливаются резервные питательные вещества, она участвует в процессах обмена веществ.

Пищеварительный канал примитивен, обычно разветвлен и представлен двумя отделами: эктодермальной глоткой (передняя кишка) и энтодермальной средней кишкой, которая заканчивается слепо. Задней кишки и анального отверстия нет.

Нервная система представлена парным мозговым ганглием и отходящими от него несколькими парами нервных стволов, идущих назад и соединенных между собой кольцевыми перемычками – комиссурами.

Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Свободноживущие плоские черви дышат через кожу; для эндопаразитических форм характерно анаэробное дыхание.

У плоских червей появляются органы выделения, построенные по типу протонефридиев в виде системы разветвленных канальцев. Плоские черви в большинстве своем гермафродиты.

Половая система устроена сложно и обеспечивает внутреннее оплодотворение и высокую плодовитость.

К типу плоских червей относят десять классов, из которых шесть – исключительно паразитические. Наиболее многочисленными являются четыре класса: Ресничные черви (Turbellaria), Дигенетические сосальщики (Trematoda), Моногенетические сосальщики (Monogenea) и Ленточные черви, или Цестоды (Cestoda).

Считается, что плоские черви произошли от древних кишечнополостных, которые перешли к передвижению по дну, где они могли вести хищнический образ жизни.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Плоские черви (Plathelminthes).
Класс Ресничные черви (Turbellaria).
Отряд Трехветвистокишечные (Tricladida).
Вид молочная планария (*Dendrocoelium lacteum*).
Класс Дигенетические сосальщики (Trematoda).
Отряд Фасциолиды (Fasciolida).

Виды: печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*);
ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*);
кошачий сосальщик (*Opistorchis felineus*).
Класс Моногенетические сосальщики (Monogenea).
Отряд Гиродактилиды (Gyrodactylidea).
Вид: лягушачий сосальщик (*Polystoma integerrimum*).

Класс Ресничные черви, или Турбеллярии (Turbellaria)

Морфологический обзор. К классу Ресничные черви относится большая группа (около 3,5 тыс. видов) свободноживущих в воде или почве плоских червей, тело которых не расчленено и покрыто мерцательным (ресничным) эпителием. Все турбеллярии – хищники. На переднем конце тела ресничных червей имеется несколько примитивных глазков. У большинства представителей рот расположен посередине тела на его брюшной стороне (рис. 14) .

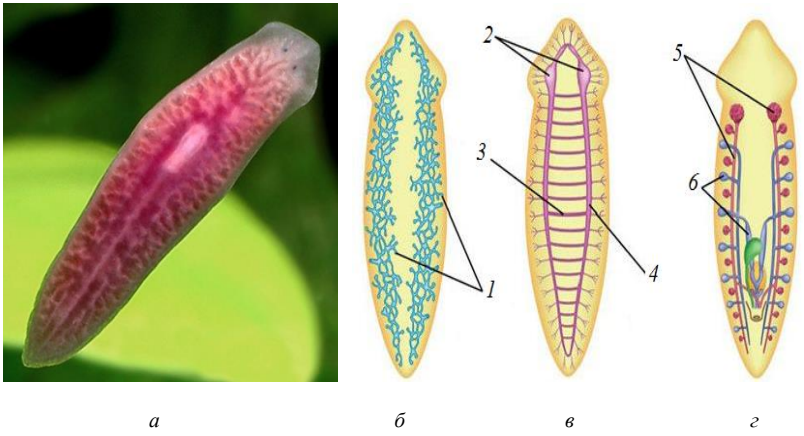


Рис. 14. Молочно-белая планария: *а* – внешний вид; *б* – выделительная система; *в* – нервная система; *г* – половая система: *1* – клетки с ресничками; *2* – головной нервный узел; *3* – поперечный нервный ствол; *4* – продольный нервный ствол; *5* – женская половая система; *6* – мужская половая система

Длина тела может колебаться от долей миллиметра до 35 см. Форма тела уплощена и чрезвычайно разнообразна. Морские турбеллярии ярко окрашены.

Покровы представлены ресничным однослойным эпителием. Реснички способствуют передвижению мелких червей в воде. Более крупные представители этого класса ползают. В кожном эпителии располагаются особые палочковидные образования – рабдиты, выполняющие защитные функции: выбрасываясь наружу, они окутывают врага рыхлой клейкой оболочкой. В покровах ресничных червей много железистых клеток, из которых одни выделяют слизь, а другие – ядовитые вещества.

Нервная система у разных представителей различна по своей сложности. У примитивных форм она диффузного типа. Есть виды, у которых вдоль тела идет несколько нервных тяжей. У более сложноорганизованных имеются ганглии с продольными нервными тяжами (см. рис. 14, *в*).

Органы пищеварения. У большинства видов на брюшной стороне в средней ее части расположен рот, ведущий в глотку, которая может выпячиваться наружу и присасываться к жертве, высасывая ее содержимое. Кишечник чаще всего ветвится на две ветви и более, заканчивающихся слепо. Непереваренные остатки пищи выбрасываются наружу через рот.

Газообмен осуществляется путем диффузии кислорода из воды через покровы внутрь тела, а диоксида углерода – наружу.

Выделительная система протонефридиального типа. Как отдельная система органов впервые появляется у ресничных червей (см. рис. 14, *б*).

Органы размножения устроены довольно сложно. Большая часть ресничных червей гермафродиты. Мужская половая система представлена множеством мелких семенников, разбросанных в паренхиме. От семенников отходят семявыносящие канальцы, которые, сливаясь, образуют два семяпровода. Семяпроводы формируют непарный семяизвергательный канал, пронизывающий совокупительный орган, расположенный в половой клоаке.

Женская половая система представлена одним или множеством яичников. От яичников отходят два яйцевода, принимающие протоки желточников и сливающиеся в один канал – влагалище. Влагалище открывается в половую клоаку.

Интересна способность ресничных червей к регенерации: при расчленении одного червя на сотни частей из каждой части может восстановиться новая особь.

В морях и океанах обитают мелкие ресничные черви. Среди пресноводных представителей отечественной фауны можно отметить молочно-белую планарию. Многочисленные трехветвистокишечные турбеллярии населяют озеро Байкал. Многие виды ресничных червей служат кормом для рыб.

Класс Дигенетические сосальщики, или Трематоды (Trematoda)

Класс Дигенетические сосальщики (Trematoda) полностью состоит из паразитов беспозвоночных и позвоночных животных, насчитывая около 4 тыс. видов.

Наиболее опасны как паразиты сельскохозяйственных животных и человека следующие дигенетические сосальщики.

Печеночный сосальщик (*Fasciola hepatica*), или фасциолапеченочник, имеет листовидное тело до 5 см длиной. На переднем конце тела расположено ротовое отверстие, окруженное ротовой присоской. На брюшной стороне тела имеется брюшная присоска. Кишечник двуветвистый с множеством отростков. Два ветвистых семенника расположены в середине тела ниже компактного ветвистого яичника.

Печеночный сосальщик (рис. 15) паразитирует в желчных протоках печени растительноядных и всеядных животных, где питается желчью. Может поражать и человека, вызывая заболевание фасциолез. Сильнее всего поражаются овцы и молочный скот, которых пасут в поймах рек, на заливных лугах и т. п. Болезнь может привести к летальному исходу из-за закупоривания двуустками желчных протоков и невозможности оттока желчи из печени.

С желчью оплодотворенные яйца, покрытые скорлуповыми оболочками, через кишечный тракт с калом хозяина попадают во внешнюю среду. За сутки один паразит может отложить сотни тысяч яиц.

Чтобы развиваться дальше, яйцо должно попасть в воду, где через 3–6 нед. крышечка открывается и из яйца выходит микроскопическая личинка, покрытая ресничками, – мирацидий. В задней части тела мирацидия лежат партеногенетические яйца.

Внутри спороцисты путем дробления и дифференцировки в течение 3–4 нед. из партеногенетических яиц развивается новое поколение личинок – редии. Редии выходят из погибшей спороцисты через разрывы ее стенок. Они имеют вытянутое тело с развитым пищеварительным аппаратом. Питаются редии тканями хозяина, заглатывая их через рот. В теле каждой редии развивается следующее (второе) поколение партеногенетических редий. Из редий второго поколения образуется новая партеногенетическая форма личинок – церкарии.

Развитие церкариев длится до 6 нед. Церкарии выходят из тела малого прудовика в воду и прикрепляются к водным прибрежным растениям, затем покрываются плотной оболочкой и инцистируются, превращаясь в последнюю стадию развития сосальщика – адолескариев.

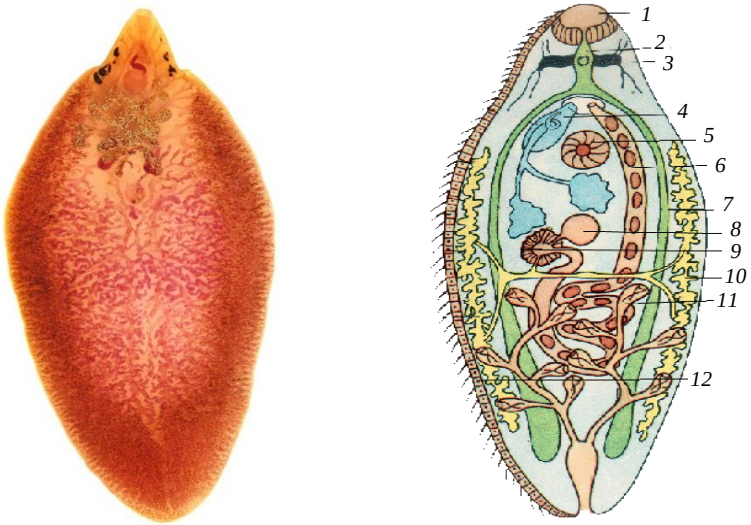


Рис. 15. Печеночный сосальщик: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: *1* – ротовая присоска; *2* – глотка; *3* – нервная система; *4* – мужская половая система; *5* – брюшная присоска; *6* – матка с яйцами; *7* – ветви кишечника; *8* – яичник; *9* – оотип; *10* – желточник; *11* – выделительная система; *12* – эпителий

Адолескарии сохраняют жизнеспособность в воде и влажной среде многие месяцы. Долго живут они в сене, заготовленном из растений, на которых закрепились церкарии.

Окончательные (дефинитивные) хозяева заражаются фасциолезом, заглатывая адолескариев с прибрежной травой, сеном и водой из зараженных водоемов.

В кишечнике дефинитивного хозяина оболочки адолескариев растворяются, зародыш сосальщика через брюшную полость или через кровеносную систему проникает в паренхиму печени, а через некоторое время – в желчные протоки. В печени сосальщик живет до нескольких лет.

Весь цикл развития (от мирацидия до половозрелого состояния) может занимать до 7 мес. Борьба с фасциолезом сводится к лечебным и профилактическим мерам с целью предупреждения попадания адо-

лескариев в организм сельскохозяйственных животных (мелиорация пастбищ, поение скота чистой водой из специальных сооружений, смена пастбищ и т. д.).

Ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*), или ланцетовидная двуустка, – небольшой червь (около 1 см) ланцетовидной формы, распространен в засушливых регионах страны. Имеет две присоски, двуветвистый кишечник без боковых отростков, неветвящиеся яичник и семенники. Паразитирует в печени мелкого и крупного рогатого скота и других травоядных млекопитающих.

Первым промежуточным хозяином ланцетовидного сосальщика служат разные виды сухопутных брюхоногих моллюсков. С каловыми массами дефинитивного хозяина выходят яйца сосальщика, окруженные толстыми оболочками, которые позволяют им сохранять жизнеспособность в течение нескольких месяцев. В яйцах находятся сформированные мирацидии. Моллюски заражаются, поедая эти яйца.

В кишечнике моллюсков мирацидии освобождаются от яйцевых оболочек и проникают в печень промежуточного хозяина. Там мирацидии превращаются в спороцисты, в которых партеногенетически развиваются дочерние спороцисты. Последние дают начало партеногенетическим церкариям. Сотни церкариев проникают в легкие моллюска, обволакиваются слизью в комочки (пакеты церкариев) и в таком виде выбрасываются через дыхательное отверстие наружу.

Вторым промежуточным хозяином являются разные виды муравьев, которые могут поедать слизистые комочки с церкариями. Через стенку кишечника муравьев церкарии проникают в полость тела насекомых, где превращаются в метацеркариев (без хвоста, окруженные оболочками).

Скот на пастбище заглатывает траву с пораженными муравьями. В кишечнике скота муравьи перевариваются, а освободившиеся метацеркарии через желчный проток попадают в печень дефинитивного хозяина.

Кошачий сосальщик (*Opistorchis felineus*), или кошачья двуустка, паразитирует в печени хищных млекопитающих, а иногда и человека, вызывая тяжелое заболевание – описторхоз. По строению и размерам паразит напоминает ланцетовидного сосальщика.

Кошачий сосальщик живет в желчных протоках печени, в желчном пузыре и даже в поджелудочной железе. Первым промежуточным хозяином служит пресноводный брюхоногий моллюск битиния (*Bithynia leachi*), в котором мирацидии проходят те же стадии цикла развития, что

и печеночный сосальщик: мирацидии – спороцисты – редии – церкарии. Церкарии, покинувшие первого промежуточного хозяина, выходят в воду и активно внедряются в тело рыб, в основном различных видов карповых, где превращаются в метацеркариев.

Хищники заражаются, съедая рыбу, пораженную метацеркариями. Заражение человека и животных происходит при поедании вяленой, мороженной или сырой рыбы, инцистированной метацеркариями. Если не оказать человеку своевременную медицинскую помощь, то болезнь может привести к смертельному исходу.

Класс Моногенетические сосальщики (Monogenea)

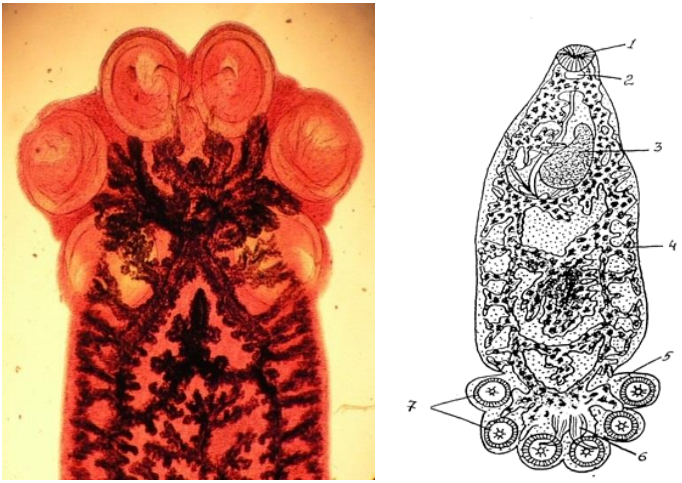
За редким исключением моногенетические сосальщики являются эктопаразитами позвоночных (рыб, амфибий) и беспозвоночных (моллюсков) животных. Известно более 2,5 тыс. видов моногеней. Паразитируют они на жабрах и коже рыб, некоторые поражают мочевой пузырь амфибий и рептилий. По своей организации моногенеи близки к трематодам. Они обладают мощными органами для прикрепления к хозяину. Это присоски и крючья или только крючья, которые расположены на обособленном заднем отделе тела в виде диска, а также мелкие присоски около рта, выделяющие липкий секрет. Ротовая и брюшная присоски у моногенеи отсутствуют. Из органов чувств можно отметить наличие на покровах многочисленных чувствующих клеток, а на переднем конце – глазков.

Тело моногенеи заключено в кожно-мускульный мешок. Кишечник двуветвистый, иногда с боковыми отростками или мешковидный. Половые железы непарные. Парные выделительные каналы протонефридиальной системы открываются на переднем конце тела парными отверстиями.

В половой системе имеется влагалище, по которому сперма вводится в оотип и семяприемник. Матка открывается самостоятельным отверстием в половую клоаку и служит только для выведения оплодотворенных яиц.

Размножаются моногенеи (рис. 16) исключительно половым путем, некоторым видам свойствен партеногенез. Жизненный цикл проходит без смены хозяина, в одном организме.

Из оплодотворенного яйца выходит свободноплавающая личинка с ресничками, глазками и органами прикрепления на заднем конце тела. Личинка напоминает планарию.



а *б*

Рис. 16. Лягушачий сосальщик:
а – внешний вид; *б* – схема строения: *1* – рот; *2* – глотка; *3* – яичник; *4* – кишечник; *5* – прикрепительный диск; *6* – крючья; *7* – присоски

Некоторые моногенетические сосальщики приносят вред рыбному хозяйству, поражая рыб и вызывая их истощение. Например, мелкие черви *Dactylogyrus vastator* длиной 1–3 мм живут на жабрах и коже карповых и других рыб, питаясь кровью. Из яиц, отложенных дактилогирусом, вылупляются личинки, которые затем прикрепляются к жабрам рыб, где превращаются во взрослых паразитов.

На карпах часто паразитирует живородящий вид моногеней – *Gyrodactylus eltgans*.

Встречаются паразиты лягушек, в частности лягушачья многоустка, у которой жизненный цикл усложнен и тесно связан с ростом и развитием хозяев – головастиков и лягушек.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика плоских червей.
2. Систематика плоских червей.
3. Строение ресничных червей на примере молочно-белой планарии.
4. Значение ресничных червей в природе.

5. Особенности морфологии трематод по сравнению с ресничными червями.

6. Основные стадии жизненного цикла сосальщиков.

7. Цикл развития фасциолы.

8. Цикл развития ланцетовидного сосальщика.

9. Строение фасциолы.

10. Особенности морфологии и биологии партеногенетических стадий сосальщиков.

11. Строение моногеней.

12. Биологическое значение сосальщиков.

Класс Ленточные черви (Cestoda)

Материальное обеспечение: влажные препараты ленточных червей, микропрепараты гермафродитного и зрелого члеников бычьего цепня, сколексов свиного и бычьего цепней, зрелого членика лентеца широкого, микроскопы, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение влажных препаратов ленточных червей, микропрепаратов члеников и сколексов цепней, слайдов, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Цестоды – это эндопаразиты различных животных, преимущественно позвоночных и человека. Взрослые черви паразитируют в тонком отделе кишечника дефинитивного хозяина; личинки паразитов развиваются в различных органах и полостях тела промежуточного хозяина – беспозвоночных и позвоночных животных. Известно более 3 тыс. видов цестод, среди которых встречается множество паразитов животных и человека.

У большинства представителей ленточных червей тело имеет вид плоской ленты, часто разделенной на множество члеников. Тело имеет головку – сколекс, которая продолжается в шейку; за шейкой следует тело червя – стробила. Стробила состоит из множества (от нескольких сотен до тысяч, но бывает и два – четыре) члеников – проглоттид. Реже встречаются цестоды с нерасчлененным телом. Головка цестод имеет специальные органы прикрепления: присоски, крючья, ботрии (щелевидные углубления).

В связи с паразитическим образом жизни у ленточных червей слабо развиты нервная система и органы чувств, редуцирована пищеварительная система. Однако половая система у них достигает высокого уровня развития, обеспечивая огромную плодовитость, а следовательно, и возможность выживания.

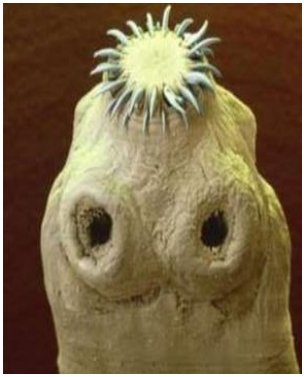
Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Плоские черви (Plathelminthes).
Класс Ленточные черви (Cestoda).
Отряд Цепни (Cyclophyllidea).
Виды: свиной цепень (*Taenia solium*);
бычий цепень (*Taeniarhynchus saginatus*);
огуречный цепень (*Dipylidium caninum*);
карликовый цепень (*Hymenolepis nana*);
эхинококк (*Echinococcus granulosus*);
альвеококк (*Alveococcus multilocularis*);
овечий мозговик (*Multiceps multiceps*);
мониезия (*Moniezia expansa*).
Отряд Лентецы (Pseudophyllidea).
Виды: лентец широкий (*Diphyllobothrium latum*);
ремнец (*Ligula intestinalis*).

Морфологический обзор. Длина тела колеблется от нескольких миллиметров до 15 м. Головка (сколекс) имеет разное строение у различных цестод (рис. 17). У бычьего цепня сколекс имеет только четыре присоски (невооруженный цепень), головка свиного цепня помимо четырех присосок на вершине вооружена дополнительно венчиком из хитиновых крючьев (вооруженный цепень), головка широкого лентеца имеет два щелевидных углубления – ботрии, которыми они зажимают складку стенки кишки хозяина.

Шейка цестод является зоной роста червя, так как в ней происходит отшнуровывание новых члеников, из которых состоит стробила. Только у немногих представителей (ремнец, гвоздичник) тело не подразделяется на членики. На заднем конце тела цестод находятся зрелые членики, наполненные яйцами червя. Они отрываются по мере созревания и увлекаются с калом хозяина во внешнюю среду. Таким образом, у це-

стод происходит постоянный прирост молодых члеников и отрыв старых (зрелых). Число члеников у разных цестод может варьировать в широких пределах: от двух – четырех до нескольких тысяч. В передней части стробилы расположены незрелые членики, у которых еще не развиты половые органы; за незрелыми следуют гермафродитные членики с развитой гермафродитной половой системой. Конец стробилы представлен зрелыми члениками с маткой, набитой яйцами.



а



б



в

Рис. 17. Сколексы ленточных червей: *а* – свиного солитера; *б* – бычьего цепня; *в* – лентеца широкого

Мускулатура представлена наружным кольцевым и внутренним продольными слоями. Может быть и третий слой – диагональный. В кишечнике хозяина ленточные черви совершают медленные движения. Такие же движения совершают и вышедшие наружу с калом зрелые членики.

Нервная система состоит из скопления в сколексе червя нервных клеток и продольных парных тяжей, идущих до конца тела.

Органы чувств выражены слабо.

Органы дыхания и пищеварения у цестод отсутствуют.

Органы выделения по строению однотипны с органами выделения трематод. В паренхиме располагаются звездчатые клетки, несущие реснички; от этих клеток отходят выносящие канальцы, сливающиеся в два крупных выделительных канала, идущих по бокам стробилы.

Половая система цестод похожа на половую систему трематод. У нерасчлененных цестод в паренхиме расположен лишь один комплект мужских и женских половых органов. У расчлененных цестод каждый гермафродитный членик имеет по одному комплекту женских и одному комплекту мужских половых органов.

Систематический обзор ленточных червей

Отряд Цепни **(Cyclophyllidea)** представлен ленточными червями, на сколексе которых имеются четыре присоски, а у многих видов дополнительно есть венчики крючьев.

Невооруженный (бычий) цепень (Taeniarhynchus saginatus) достигает в длину 8–12 м. На головке расположены только четыре присоски, а хоботка с крючьями нет. Паразитирует только в кишечнике человека. В матке зрелого членика может быть до 100 тыс. яиц.

Вышедшие с калом человека зрелые членики могут передвигаться. Промежуточный хозяин – крупный рогатый скот. Заражается, проглатывая яйца с кормом и водой. В кишечнике животных из яиц выходят онкосферы, которые вбуравливаются в стенку кишечника и проникают в кровь. Онкосферы оседают в мышцах внутренних органов, где образуются финны типа цистицерк. Человек может заразиться, потребляя плохо проваренное или недожаренное мясо пораженного скота.

Заболевший человек худеет, происходит интоксикация организма продуктами выделения цепня. Бычий цепень живет до 18 лет, производя за этот период до 11 млрд яиц.

Вооруженный (свиной) цепень (Taenia solium), или свиной солитер, немного уступает бычьему по своим размерам – 2–4 м. Дефинитивным хозяином является человек. На головке помимо четырех присосок имеется хоботок с венчиком острых хитиновых крючьев. Цикл развития этого цепня сходен с циклом развития бычьего цепня. Однако свиной солитер для человека более опасен, так как его труднее изгонять из кишечника (он прочно прикреплен к стенке кишки), а главное, человек может быть и промежуточным хозяином. Финны солитера развиваются в различных внутренних органах, в том числе и в печени, сердце, мозге, что может привести к смерти.

Зрелые членики из тела человека могут выходить целыми обрывками стробилы. Членики не способны передвигаться по субстрату. Промежуточным хозяином могут быть свинья, кабан, собака, кошка, кролик, заяц, медведь, верблюд, иногда и человек. Финны типа цистицерк концентрируются в основном в мышцах, но могут оседать в сердце, печени, мозге и глазах, длительное время (до 6 лет) сохраняя жизнеспособность. Заражение происходит при поедании непрожаренного и непроваренного мяса, чаще всего свиного. Человек может быть промежуточным хозяином, если в его кишечник попадут зрелые яйца. В этом случае финны образуются в мышцах человека, вызывая тяжелое заболевание. Взрослые черви живут в кишечнике человека несколько лет.

Овечий мозговик (Multiceps multiceps) – червь небольших размеров; длина его доходит до 80 см. Головка кроме четырех присосок вооружена хоботком с двумя рядами крючьев. Дефинитивным хозяином являются собака и ее дикие родичи. Зрелые членики с калом собак попадают во внешнюю среду. Если яйца будут проглочены промежуточным хозяином (овца, коза, а также крупный рогатый скот, реже свинья, верблюд и другие животные, очень редко человек), то из яиц выходят онкосферы, которые внедряются в стенки кишечника и с током крови разносятся по организму. В головном мозге животного онкосфера превращается в ценур, достигающий размеров куриного яйца. Пораженная финной овца совершает круговые движения, так как обычно поражается одна половина мозга, что и определило название болезни – вертячка овец. Среди больных овец наблюдается массовая гибель. Собаки заражаются, поедая мозг погибших от вертячки овец. Взрослые черви живут до 6–8 мес.

Мониезии (различные виды рода Moniezia) достигают в длину 5 м и более. Головка червя имеет только четыре присоски. Дефинитивным хозяином паразита является мелкий и крупный рогатый скот. Особенно тяжело переносят заболевание молодые животные.

Промежуточными хозяевами служат некровососущие микроскопические малые панцирные клещи, населяющие почву. Клещи поедают онкосферы, выпавшие из разрушившихся члеников паразита. Онкосферы через стенки кишечника клещей проникают в полость тела и там превращаются в мелкие финны типа цистицеркоид (мельчайшая личинка с одной головкой). Млекопитающие заражаются, поедая с травой пораженных клещей. В борьбе с мониезией важен режим чередования выпаса скота на пастбищах.

Эхинококк (Echinococcus granulosus) достигает в длину около 5 мм. Головка этого паразита имеет четыре присоски и хоботок с двумя рядами крючьев. Для эхинококка характерно наличие всего трех-четырех члеников: незрелый, гермафродитный и зрелый. Зрелый членик, содержащий до 800 яиц, отрывается от тела паразита и выносится с каловыми массами дефинитивного хозяина (собаки, волка, шакала, лисицы, а также других хищных животных) во внешнюю среду. Зрелые членики во внешней среде некоторое время могут передвигаться, в том числе и в шерсти хозяина. Место оторвавшегося зрелого членика после оплодотворения занимает гермафродитный членик, который становится зрелым.

Промежуточным хозяином могут стать мелкий и крупный рогатый скот, свиньи, лошади, кролики, грызуны и другие млекопитающие, кроме семейства собачьих. Им может стать и человек. Заболевание называется эхинококкозом, часты летальные исходы.

В кишечнике промежуточного хозяина из яйца выходит онкосфера. Попадая через стенки кишечника в кровяное русло, онкосфера мигрирует по всему организму, оседая и образуя финны типа эхинококк, чаще всего в печени, реже в легких, мышцах и мозге. У крупного рогатого скота масса финны может достигать более 50 кг.

Источником заражения человека могут стать собаки, особенно пастушьи или при свободном содержании в поселках и городах. Выползающие из анального отверстия зрелые членики вызывают у собак зуд, животные чешутся и разносят яйца по шерсти. Взрослые черви живут в кишечнике собак до 6 мес. Эхинококк распространен в местностях с развитым животноводством.

***Отряд Лентецы* (Pseudophyllidea).** У представителей этого отряда головка не имеет присосок и крючьев. Органами прикрепления служат ботрии – щелевидные ямки, с помощью которых паразиты защемляют стенку кишки. Отряд включает много паразитических видов, из которых наиболее опасен широкий лентец (*Diphyllobothrium latum*). Червь

живет в кишечнике хищных животных, достигая длины 8–10 м. Дефинитивным хозяином может быть человек, заражаются также дельфины и тюлени. Вышедшие с калом во внешнюю среду зрелые яйца с крышечкой должны попасть в пресную воду. Из яиц в воде выходит личинка, покрытая ресничками, – корацидий. Личинку могут съесть веслоногие ракообразные – циклопы и диаптомусы, в кишечнике которых из корацидия выходит сформировавшаяся личинка онкосфера с шестью крючьями. Онкосфера внедряется в полость тела первого промежуточного хозяина и там превращается в покоящуюся фазу – процеркоид, имеющий удлиненную форму с диском на заднем конце тела, несущем крючья.

Если пораженного ракообразного проглотит рыба (например, щука), то в ее теле процеркоид внедрится во внутренние органы и мышцы, где превратится в финнозную стадию – плероцеркоид. Плероцеркоиды имеют червеобразное тело длиной 1–2 см с одной ввернутой головкой на переднем конце тела. Головка вооружена двумя ботриями.

Дефинитивный хозяин заражается, поедая сырую, замороженную или слабо просоленную рыбу. Человек заболевает дифиллоботриозом чаще всего в тех районах, где потребляют в больших количествах сырую рыбу, в основном в виде строганины из замороженной рыбы, в которой остаются жизнеспособные плероцеркоиды. В цикле развития лентеца важны резервуарные хозяева (хищные рыбы). При поедании щуками пораженных плероцеркоидами рыб в их кишечнике паразиты не перевариваются, а проникают в ткани и накапливаются в различных органах.

Контрольные вопросы

1. Морфология цестод.
2. Систематический обзор ленточных червей.
3. Цикл развития бычьего цепня.
4. Цикл развития свиного цепня.
5. Цикл развития эхинококка.
6. Цикл развития овечьего мозговика.
7. Цикл развития мониезии.
8. Вызываемые цестодами заболевания, при которых человек является дефинитивным хозяином.
9. Вызываемые цестодами заболевания, при которых человек является промежуточным хозяином.
10. Особенности морфологии лентецов.
11. Цикл развития лентеца широкого и ремнеца обыкновенного.

2.4. Тип Первичнополостные. Круглые черви (Nemathelminthes)

Материальное обеспечение: влажные препараты круглых червей, микропрепараты поперечного среза аскариды, власоглава, острицы, трихинеллы, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия*:* беседа по плану занятия, изучение влажных препаратов круглых червей, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Круглых червей относят к первичнополостным червям, так как они имеют несегментированное тело с первичной полостью, заполненной полостной жидкостью. Кишечный канал не разветвлен и заканчивается анальным отверстием. Известно более 100 тыс. видов круглых червей, среди которых много свободноживущих форм, встречающихся в морях, пресных водоемах и почве. Почвенные виды червей участвуют в почвообразовательных процессах, а паразитические черви наносят огромный ущерб животноводству и растениеводству. Среди круглых червей много паразитов, которые встречаются практически у всех многоклеточных животных, а также у многих растений.

Первичная полость тела (схизоцель) образуется за счет разрушения паренхимы, заполняющей у плоских червей промежутки между внутренними органами и стенкой тела. Главная функция схизоцеля – транспорт питательных веществ и конечных продуктов обмена, что легче и быстрее осуществляется в полостной жидкости, чем в паренхиме.

Форма тела у этих червей округлая в поперечнике. Покровы представлены кутикулой. Под покровами располагается слой продольных мышц или отдельные мышечные пучки, реже могут быть кольцевые мышцы. Нервная система представлена окологлоточным узлом и отходящими от него продольными нервными тяжами. Органы дыхания отсутствуют.

Кишечник состоит из трех отделов: переднего, среднего и заднего. Ротовое отверстие находится на брюшной поверхности переднего конца тела. Имеется анальное отверстие.

Выделительная система построена по протонефридиальному типу, но без мерцательных клеток или в виде особых кожных (гиподермальных) желез.

Большая часть круглых червей раздельнополые, но встречаются и гермафродитные формы. Часто выражен половой диморфизм. Размножаются только половым путем. Развитие прямое, реже – с метаморфозом. Круглые черви не способны к регенерации.

Тип Круглые черви включает несколько классов, из которых наибольший интерес представляют три класса: клас Круглые черви, или Нематоды (Nematoda), класс Скребни (Acanthocephala) и класс Коловратки (Rotatoria). Для сельского хозяйства наибольшее значение имеют представители класса нематод.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Первичнополостные (Nemathelminthes).
Класс Круглые черви, или Нематоды (Nematoda).
Виды: аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*);
аскарида свиная (*Ascaris suis*);
аскарида лошадиная (*Parascaris equorum*);
неоаскарида (*Neoascaris vitulorum*);
токсокара (*Toxocara canis*);
токсаскарида (*Toxascaris leonina*);
аскарида куриная (*Ascaridia galli*);
власоглав свиной (*Trichocephalus suis*);
трихинелла спиральная (*Trichinella spiralis*);
ришта медицинская (*Dracunculus medinensis*);
острица детская (*Enterobius vermicularis*);
острица лошадиная (*Oxyuris equi*).

Морфологический обзор. Несмотря на большое экологическое разнообразие, нематоды однообразны морфологически. Форма тела обычно веретенообразная, нитевидная и реже колбасовидная. Свободноживущие черви живут в илистом грунте водоемов или гумусовом горизонте почвы, питаясь органикой. Паразитические формы, обитая в тканях растений и теле животных, поглощают органические вещества из организма хозяина.

Покровы нематод образованы гиподермой, покрытой кутикулой. Кутикула может состоять из четырех – десяти слоев. Ее поверхность кольчатая или гладкая. Кутикула благодаря своему составу находится

в биологически активном состоянии и устойчива к действию пищеварительных ферментов хозяина, хотя у погибших червей кутикула легко переваривается в кишечнике животных.

Первичная полость тела заполнена полостной жидкостью и заключена в кожно-мускульный мешок. В полости тела расположены внутренние органы.

Нервная система представлена окологлоточным нервным кольцом, которое опоясывает пищевод, и отходящими от него двумя продольными нервными тяжами: спинным и брюшным.

Органы чувств развиты слабо и представлены осязательными и обонятельными клетками.

Мускулатура образована обычно полосами продольных мышечных волокон, которые разделены по бокам тела выростами (валиками) гиподермы, а на спинной и брюшной сторонах – нервными стволами, лежащими в валиках гиподермы. Мышечные полосы образованы слоем удлиненных клеток, содержащих миофибриллы. Мускулатура нематод позволяет совершать однообразные змеевидные движения.

Пищеварительная система представлена передним (ротовая полость, глотка и пищевод), средним и задним отделами. Ротовое отверстие обычно прикрыто губами.

Органы дыхания. У свободноживущих нематод и фитопаразитов газообмен происходит через покровы тела. У большинства паразитов животных и человека анаэробное дыхание.

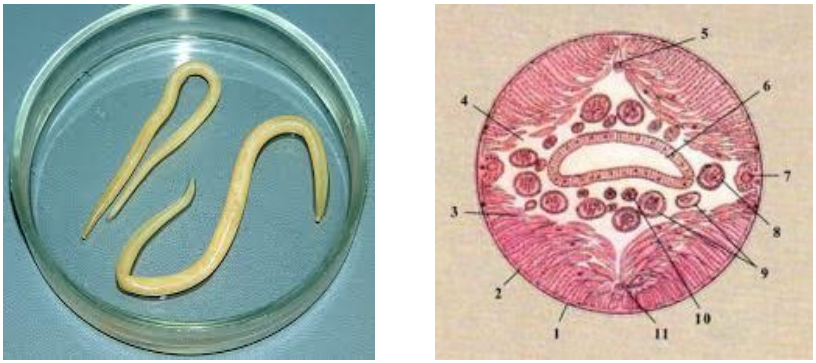
Органы размножения. Нематоды раздельнополы. У них обычно развит половой диморфизм. У паразитических нематод самки крупнее самцов, задний конец тела которых закручен.

Мужские половые органы, как правило, представлены непарной трубкой, самый тонкий конец которой является семенником. Средняя часть трубки – семяпровод, а наиболее толстый отдел – семяизвергательный канал, который открывается в задний отдел кишечника. Анус у самцов выполняет функцию клоаки, совмещая роль ануса и полового отверстия.

Женская половая система парная, хотя есть представители с непарной женской половой системой. Нитевидные яичники постепенно переходят в яйцеводы, которые расширяются и переходят в толстые каналы – две матки. Матки открываются в непарное влагалище, куда поступает сперма самца и через которое в последующем наружу выводятся оплодотворенные яйца.

Круглые черви – паразиты животных и человека. Значительное число круглых червей является паразитами различных сельскохозяйственных животных, а также большинства диких позвоночных. Эти гельминты вызывают опасные заболевания, снижают продуктивность животных, причиняя существенный ущерб животноводству. Некоторые круглые черви паразитируют и у человека. Наиболее часто у животных и человека паразитируют нематоды из группы геогельминтов. Очень опасны для человека биогельминты: трихинелла спиральная, нитчатка Банкрофта и др. Рассмотрим биологические особенности наиболее распространенных в нашей стране и опасных паразитических видов нематод.

Аскариды (различные виды семейства Ascaridae) живут в кишечнике мнгих диких, домашних и сельскохозяйственных млекопитающих (свиньи, лошади, птицы, кролики, мелкий и крупный рогатый скот, собаки и др.), а также человека, особенно часто детей (рис. 18). Особенностью аскарид является их видовая специфичность: каждому виду млекопитающего присущ свой вид аскариды.



а *б*

Рис. 18. Аскариды: *а* – внешний вид; *б* – поперечный разрез тела самки: *1* – кутикула; *2* – гиподерма; *3* – продольные мышцы; *4* – плазматические отростки мышечных клеток; *5* – спинной валик гиподермы; *6* – кишечник; *7* – боковой валик гиподермы; *8* – матка; *9* – яйцеводы; *10* – яичник; *11* – брюшной нервный ствол

Свиная (*Ascaris suis*) и человеческая (*Ascaris lumbricoides*) аскариды весьма близки по многим признакам, но человек редко заражается свиной аскаридой, а свинья – человеческой. Одна из самых крупных аска-

рид паразитирует в тонком кишечнике лошадей (*Parascaris equorum*). У человека паразитирует аскарида, длина которой достигает 20 см.

Аскариды имеют веретенообразное тело длиной 20–40 см при диаметре до 3–5 мм. Хорошо развит половой диморфизм: самки значительно крупнее самцов. Плодовитость самок очень высокая – 200 тыс. яиц за сутки. Оплодотворенное яйцо покрыто прочными оболочками, которые хорошо защищают зародыш от неблагоприятных условий внешней среды.

Дробление яйца начинается в теле самки аскариды, но основное развитие личинки проходит во внешней среде в течение 8–30 сут, что определяется главным образом температурой среды. Во внешнюю среду яйца попадают с фекалиями хозяина. После окончания развития личинки яйцо становится инвазионным, т. е. способным к заражению хозяина. Проглотив такое яйцо, животное может заболеть аскаридозом. Заражение происходит при потреблении загрязненных яйцами аскарид корма и воды, а также через предметы ухода, оборудование, подстилку и т. п.

В кишечнике хозяина из яиц выходят микроскопические личинки, которые внедряются в стенки тонких кишок, проникают в кровяное русло и с током крови выносятся в капилляры легочных пузырьков – альвеол, где паразит растет. В это время может возникнуть воспалительный процесс в легких и даже кровотечение. Из легких личинки через бронхи и дыхательное горло при откашливании хозяина попадают в глотку, а затем вместе с кормом и слюной подросшие личинки снова попадают в кишечник, где заканчивают свое развитие и приступают к размножению. Для развития личинок аскарид требуется около 2–3 мес.

Острицы (различные виды семейства Oxyuridae) паразитируют в толстом отделе кишечника позвоночных и человека. Это мелкие паразиты, имеющие вздутие пищевода (бульбус) и тонкий заостренный хвостовой конец. Длина человеческой острицы (*Enterobius vermicularis*) составляет менее 2 см, тогда как лошадиная острица (*Oxyuris equi*) достигает 6–18 см за счет своего длинного хвоста (рис. 19). Острицы вызывают болезнь оксиуроз у лошадей, мулов и зебр. Паразитируют оксиуры в большой ободочной кишке, но могут заселять слепую кишку и даже тонкий отдел кишечника. В результате у лошадей нарушается деятельность пищеварительного тракта и поражается кожа у корня хвоста. Паразиты распространены повсеместно.

После оплодотворения самцы погибают. Переполненные зрелыми яйцами самки вместе с фекалиями спускаются к анальному отверстию лошади. Они выходят из кишечника пассивно. Часть самок падают на

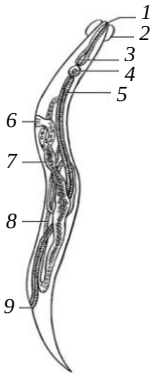
землю и откладывают яйца на поверхность испражнений, а часть задерживаются в складках слизистой оболочки вокруг ануса и откладывают яйца в перианальной области под корнем хвоста лошади. Самки после откладывания яиц погибают. Клейкая слизистая масса, в которой находятся яйца, образует сероватый налет на перианальной области в ее складках.



а



б



в

Рис. 19. Самка детской острицы: *а, б* – внешний вид; *в* – внутреннее строение: *1* – рот; *2* – кутикулярные утолщения; *3* – пищевод; *4* – бульбус; *5* – средняя кишка; *6* – половое отверстие; *7* – матка, заполненная яйцами; *8* – яичник; *9* – анальное отверстие

Под хвостом и в области промежности через 2–3 сут яйца становятся инвазионными. При движении хвоста лошади яйца попадают во внешнюю среду, загрязняя подстилку, траву, стены денника, кормушки и т. п. Если инвазионные яйца попадают в кишечник лошади, то из них выходят микроскопические личинки и развиваются во взрослых гельминтов. Чаще оксиурозу подвержены молодняк и старые лошади. Больные животные испытывают сильный зуд в области хвоста, они расчесывают эти места о выступающие части денника, что приводит к осыпанию яиц.

У человека, чаще всего у детей, которые легко самозаражаются этим видом гельминтов, в толстой и задней кишке паразитирует детская острица (*Enterobius vermicularis*). Это мелкие червяки длиной 5–10 мм белого цвета. Оплодотворенные самки выползают ночью из прямой кишки и откладывают яйца на кожу вокруг ануса. Уже через 10–12 ч яйца становятся инвазионными. Самка откладывает около 11 тыс. яиц. Яйца падают на белье, постельные принадлежности, на пол и т. д. Из-за сильного зуда в области анального отверстия дети расчесывают это место и легко самозаражаются (аутоинвазия).

Среди биогельминтов наибольшую опасность представляет трихинелла спиральная (*Trichinella spiralis*), жизненный цикл которой проходит полностью в организме хозяина. У трихинеллы различают две стадии: кишечные трихинеллы и мышечные трихинеллы. Хозяевами трихинелл могут быть хищники, парнокопытные, в том числе свиньи, насекомоядные, ластоногие, грызуны и человек. У человека эти гельминты вызывают заболевание трихинеллез. Человек заражается в основном от свиней и редко от других, в частности диких животных, потребляя мясо, пораженное мышечными трихинеллами. В мясе зараженных свиней рассеяны небольшие овальные капсулы. В каждой капсуле находится скрученная в спираль микроскопическая трихинелла длиной около 0,5 мм.

Если такое трихинеллезное мясо плохо термически обработано и съедено хозяином, то в его желудке под действием желудочного сока капсулы растворяются и молодые трихинеллы выходят из них. Попав в тонкий отдел кишечника, трихинеллы растут и через 2–3 сут превращаются в половозрелых гельминтов. Самки достигают в длину 3–4 мм, а самцы – 1,5 мм. Черви внедряются в ткань кишечника и приступают к размножению. После спаривания самцы погибают.

Оплодотворенные самки закрепляются головным отделом в слизистой оболочке кишки. Самки живут около 2 мес., и за это время каждая рождает примерно 2 тыс. личинок (трихинеллам свойственно яйцеживорождение). Личинки проникают в лимфатические сосуды стенки кишечника и затем в кровяное русло. С кровью они разносятся по всему организму и обычно попадают в мышцы. Личинки, активно двигаясь, внедряются в волокна поперечно-полосатой мускулатуры, где питаются и растут, разрушая мышечные волокна. Затем трихинеллы закручиваются в спираль и постепенно окружаются соединительнотканной капсулой. Примерно через год в стенках капсул откладываются соли углекислого кальция и капсулы приобретают белый цвет. Так основной хозяин превращается в промежуточного.

Свиньи заражаются трихинеллезом, поедая зараженных трихинеллой мертвых крыс или свиные отходы с боен. Крысы же заражаются, питаясь тканями павших от трихинеллеза других крыс или свиными отходами, попавшими на свалку или закопанными в землю на небольшую глубину. Зараженные трихинеллами туши свиней уничтожают, так как паразиты в капсулах чрезвычайно устойчивы к самым жестким режимам термической обработки мяса.

Для человека наиболее опасна мышечная стадия развития трихинеллы. Инкапсулирование личинок сопровождается болями в мышцах. Оседание трихинелл в мышцах глаз может вызвать слепоту, а локализация их в мозге приводит к смертельному исходу. Наличие личинок трихинелл в мясе свиней можно проверить в домашних условиях. Для этого с помощью острой бритвы делают тонкий срез мышцы и, поместив его между двумя стеклами, рассматривают в лупу. Если мясо заражено, то капсулы будут видны.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика первичнополостных.
2. Систематика нематод.
3. Строение аскариды.
4. Цикл развития свиной аскариды.
5. Цикл развития человеческой аскариды.
6. Цикл развития детской острицы.
7. Цикл развития трихинеллы.

2.5. Тип Кольчатые черви (Annelida)

Материальное обеспечение: влажные препараты кольчатых червей, микропрепараты поперечных срезов дождевого червя и медицинской пиявки, параподия нереиды, микроскопы, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение влажных препаратов кольчатых червей, микропрепаратов, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Кольчатые черви, или кольчецы, – наиболее высокоорганизованная группа червей с усложненными по сравнению с другими типами червей системами органов. Это двустороннесимметричные животные. Метамерия у кольчатых червей выражается в том, что их тело снаружи расчленено на ряд однотипных сегментов, в каждом из которых повторяются многие органы. Известно около 12 тыс. видов кольчатых червей, ведущих свободный образ жизни, главным образом в морях, а также пресных водоемах и почве. Многие из них имеют важное значение для сельского хозяйства, так как являются кормом для беспозвоночных и позвоночных животных, участвуют в процессах почвообразования, служат объектом разведения, используются в медицинских целях и т. д. Паразитических видов немного. Кольчецы активно участвуют в деструкции органического вещества, вовлекая тем самым высвободившиеся биогенные элементы в круговороты. Особенно многообразны морские формы, которые живут на глубинах до 10 км.

Тип Кольчатые черви включает три класса: Многощетинковые черви (Po1ychaeta), Малощетинковые черви (Oligochaeta) и Пиявки (Hirudinea).

Форма тела кольчатых червей вытянутая и слегка уплощенная. Длина червей колеблется от нескольких миллиметров до метра. Тело расчленено на практически одинаковые сегменты (гомономная сегментация).

Для кольчатых червей характерна вторичная полость тела, или целом, выстланный эндотелием мезодермального происхождения и заполненный целомической жидкостью.

Первичная полость не имеет собственных стенок: с наружной стороны ее ограничивает кожно-мускульный мешок, а с внутренней – стенка

кишечника. Вторичная же полость тела кольчецов окружена однослойным эпителием, прилегающим снаружи к кожно-мускульному мешку, а внутри – к кишечнику. Поэтому стенка кишечника становится как бы двойной.

Нервная система развита лучше, чем у других червей. Она представлена парными спинными мозговыми ганглиями и брюшной нервной цепочкой с метамерно повторяющимися парными ганглиями в каждом сегменте.

Мускулатура входит в состав хорошо развитого кожно-мускульного мешка, снаружи лежат кольцевые мышечные волокна, а внутри – продольные.

Кишечник состоит из трех отделов: первый и последний отделы выстланы эпителием эктодермального происхождения, а средний отдел – эпителием энтодермального происхождения. Благодаря кровеносной системе процессы переваривания и всасывания питательных веществ идут более активно, что улучшает обеспечение органов и тканей. У части видов средняя кишка имеет глубокое выпячивание (тифлозоль), увеличивающее поверхность кишечника. Имеются рот и анальное отверстие. Ротовое отверстие расположено на брюшной стороне первого сегмента – головной лопасти.

Органами выделения служат посегментно расположенные метанефридии эктодермального происхождения. Обычно в каждом сегменте имеется одна пара нефридиев. Каждая пара метанефридиев начинается в одном сегменте воронками с ресничками, открытыми в целом, от которых выделительные каналы продолжаются в следующем сегменте и открываются там наружу парными отверстиями.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Кольчатые черви (Annelida).
Класс Многощетинковые (Polychaeta).
Виды: нереида (*Nereis diversicolor*);
пескожил (*Arenicola marina*).
Класс Малощетинковые (Oligochaeta).
Виды: дождевой червь (*Lumbricus terrestris*);
трубочник (*Tubifex tubifex*);
энхитреус (*Enchytraeus albidus*).
Класс Пиявки (Hirudinea).

Отряд Хоботные пиявки (Rhynchobdellida).

Виды: рыбья пиявка (*Piscicola geometra*);

улитковая пиявка (*Glossosiphonia complanata*).

Отряд Бесхоботные, или Челюстные пиявки (Arhynchobdellida, seu Gnathobdettida).

Вид медицинская пиявка (*Hirudo medicinalis*).

Класс Многощетинковые (Polychaeta)

Морфологический обзор. Класс Многощетинковые, наиболее древняя и богатая видами (около 8 тыс.) группа кольчатых червей, которая дала начало другим классам данного типа. У представителей данного класса по бокам сегментов тела имеются параподии, снабженные многочисленными щетинками.

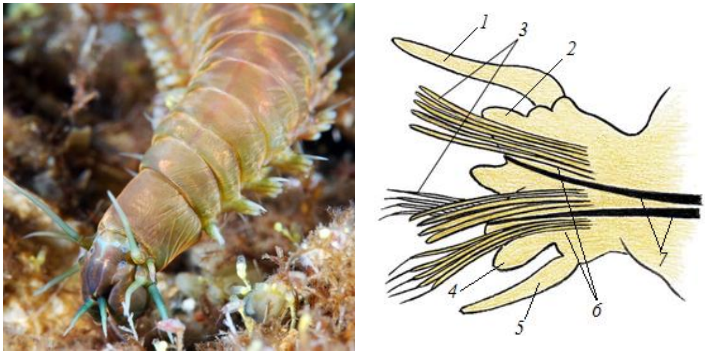
Передние сегменты полихет более развиты и образуют головной отдел, в котором расположены рот и органы чувств. Это раздельнополые животные. Развитие происходит с метаморфозом.

Строение. Полихеты могут быть очень мелкими, но могут достигать и довольно внушительных размеров – до 1 м и более. На головной лопасти всегда имеется пара чувствующих щупиков, которые у сидячих форм превратились в крону шупальцевидных придатков. На головной лопасти расположена пара осязательных щупалец – антенн. Форма тела вытянутая, туловище состоит из разного числа сегментов – от 5 до 800 (рис. 20). Передвигаются полихеты с помощью параподий, образованных основной нерасчлененной частью и двумя лопастями: спинной и брюшной. В каждой лопасти есть пучок упругих и тонких щетинок.

Покровы у полихет, живущих на дне водоемов, представлены хорошо развитой кутикулой. У активно плавающих форм, живущих в домиках или зарывающихся в грунт, кутикула тонкая. Органы чувств хорошо развиты: на голове одна-две пары глаз, осязательные усики, обонятельные ямки и щупальца.

Органы дыхания. Дышат полихеты жабрами или поверхностью тела. У большинства функцию дыхания пнинимают на себя участки параподий.

Кровеносная система представлена спинным, брюшным, а также кольцевыми сосудами. Кровеносная система замкнута. Движение крови по телу обеспечивается сокращениями главным образом спинного сосуда. Кровь может быть окрашена в красный цвет.



а *б*

Рис. 20. Параподия нереиса: *а* – внешний вид; *б* – строение параподии: *1* – спинной усик; *2* – лопасти спинной ветви параподии; *3* – щетинки; *4* – лопасти брюшной ветви параподии; *5* – брюшной усик; *6* – брюшная ветвь параподии; *7* – опорные щетинки

Размножение. Основная масса многощетинковых червей – раздельнополые животные. Половой диморфизм не развит. Встречается партеногенез, а также размножение делением поперек. Большинство откладывает яйца, есть и живородящие виды. Некоторые полихеты размножаются почкованием, в результате чего могут образовываться временные разветвленные колонии. Развитие прямое или с метаморфозом. У большинства представителей из яиц выходят микроскопические плавающие личинки – трохофоры. У них несегментированное тело с рядами ресничек, первичная полость тела.

Очень немногие полихеты живут в пресных водах. Мало и паразитических форм. Большинство многощетинковых червей обитает на дне морей и океанов. Реже они живут в толще воды. Многие виды служат кормом для рыб и других обитателей вод. Их численность определяет биологическую продуктивность водоемов и служит одним из критериев определения потенциальных запасов промысловых рыб.

Из числа полихет интерес представляют черви, живущие на мелководье, – нереиды (*Nereis*). Для улучшения кормовой базы рыб была успешно проведена акклиматизация нереид (*Nereis diversicolor*) в Каспийском море, куда их завезли из Азовского. Многощетинковый червь пескожил (*Arenicola marina*) во множестве заселяет песчаные отмели, живя в заиленном песке и питаясь органикой; подобно дождевому червю он пропускает грунт через свой пищеварительный тракт.

Класс Малощетинковые (Oligochaeta)

Морфологический обзор. К классу Малощетинковые принадлежат многие водные и почвенные формы, в том числе дождевые черви. Известно более 5 тыс. видов малощетинковых червей, из которых в морских водах встречается очень небольшое их число.

Цилиндрическое и сильно вытянутое тело малощетинковых червей состоит из похожих друг на друга сегментов, число которых может колебаться от 5 до 600. На переднем конце расположено ротовое отверстие, на заднем – анальное.

В покровах червей расположено много желез, выделяющих слизь. Каждый сегмент несет пучки щетинок. У почвенных червей щетинки участвуют в передвижении. Во вторичной полости тела (целоме) находится целомическая жидкость, содержащая отдельные клетки.

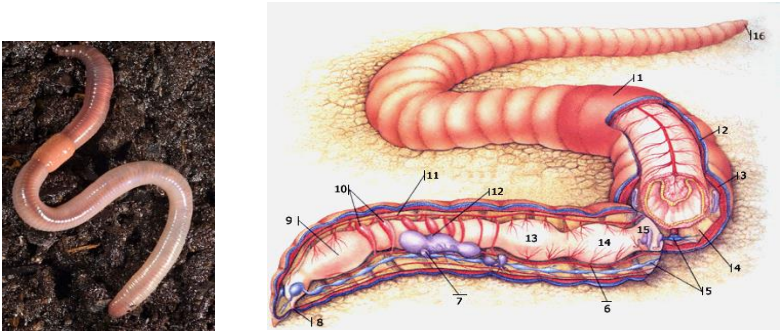
Нервная система представлена окологлоточным кольцом, надглоточным нервным узлом, подглоточным ганглием и брюшной нервной цепочкой. Глаза и щупальца у большинства видов отсутствуют. Органы чувств представлены чувствующими щетинками, статоцистами и обонятельными ямками (рис. 21).

Органы пищеварения развиты хорошо и предназначены для пропускания больших объемов органики в почвенных массах или донного грунта. Из ротовой полости пища попадает в мускулистую глотку и затем в пищевод, оттуда в зоб, мускульный желудок и кишечник. Все органы пищеварения лежат вдоль тела без изгибов. В стенках пищевода имеются три пары известковых желез, секреты которых нейтрализуют гуминовые кислоты в пище червей. В средней кишке дорсально расположена внутренняя продольная складка – тифлозоль, увеличивающая поверхность кишечника.

Кровеносная система замкнутая. Главные сосуды – брюшной и спинной. В покровах малощетинковых червей имеется густая сеть капилляров, из которых обогащенная кислородом кровь собирается в сосуд, лежащий под брюшной нервной цепочкой. У малощетинковых червей, за редким исключением, дыхательная система отсутствует. В отличие от полихет у них кольцевые сосуды в области пищевода пульсируют и называются «сердцами». Кровь содержит гемоглобин, который растворен в плазме крови (у млекопитающих гемоглобин находится в эритроцитах).

Малощетинковые черви гермафродиты, которым свойственно перекрестное оплодотворение, что и определяет сложность строения по-

ловой системы. Тело этих червей слегка уплощено и состоит из 50–250 внешне сходных сегментов. В области 32–37-го (от головной лопасти) сегментов имеется скопление одноклеточных железок, образующих кольцевидное утолщение – поясок. Эти клетки выделяют слизь для образования яйцевого кокона и белковую жидкость для питания зародышей.



а *б*

Рис. 21. Дождевой червь: *а* – внешний вид; *б* – строение тела:
1 – кутикула с эпидермисом; *2* – кольцевые мышцы; *3* – продольные мышцы; *4* – целом; *5* – брюшная нервная цепочка; *6* – брюшной кровеносный сосуд; *7* – семяприемник; *8* – глотка; *9* – пищевод; *10* – кольцевой кровеносный сосуд; *11* – спинной кровеносный сосуд; *12* – семенники; *13* – зоб; *14* – желудок; *15* – кишечник; *16* – анальное отверстие

В 10-м и 11-м сегментах тела дождевого червя располагается по паре семенников.

Женская половая система образована парой мелких яичников, расположенных в 13-м сегменте.

Спаривание у дождевых червей сводится к обмену спермой. В период размножения сначала все особи становятся самцами, поскольку у них развиты только семенники. Во время спаривания два червя двигаются головными концами друг к другу и соприкасаются брюшными сторонами. При этом поясок каждого червя располагается на уровне семяприемников, происходит обмен спермой. После этого черви расходятся. Затем у каждого из них на поясе, представляющем собой железистое утолщение кожи нескольких определенных сегментов, образуется муфта. Эта муфта сокращениями мускулатуры тела сдвигает-

ся к головному концу червя. Когда муфта проходит мимо 14-го сегмента, в нее откладываются яйца, а из 9–10-го сегментов туда попадают спермии. Происходит перекрестное оплодотворение. Наконец, муфта сбрасывается через головную часть червя, края ее смыкаются и она становится яйцевым коконом, в котором и происходит развитие зародышей. Кокон дождевых червей по форме напоминает лимон желто-бурого цвета. Диаметр кокона составляет около 4–5 мм.

Из яиц, развивающихся в коконе, выходит сформировавшийся червячок. У низших олигохет в коконе может быть несколько яиц. У высших, как правило, одно яйцо. Помимо полового размножения у олигохет встречается и бесполое: тело червя поперечно делится на две части, недостающие части регенерируются. У дождевых червей хорошо выражена способность к регенерации, причем легко восстанавливается задний конец тела, головной отдел восстанавливается редко.

Дождевые черви ведут активную и полезную для почвы деятельность. Их ходы способствуют аэрации почвы, по ним проникает вода, черви разрыхляют почву и удобряют ее остатками своей жизнедеятельности, богатыми гумусными кислотами. При благоприятных условиях на 1 м^2 площади луга обитает 50–100 дождевых червей.

Существует около 200 видов дождевых червей. Мелкие (менее 1 см) беловатые кольчатые черви семейства Энхитреиды (Enchytraeidae) чаще всего встречаются в почве, но есть виды, обитающие в пресных водоемах. Плотность почвенных энхитреид в почве может составлять 150 тыс. на 1 м^2. Энхитреид легко разводить в искусственных условиях в качестве корма для рыб, так как они питаются органическими остатками.

Множество олигохет живет на дне водоемов, питаясь органикой. У некоторых видов водных малощетинковых червей наблюдается почкование. В этом случае образуются сложные цепи почкующихся особей. Водные малощетинковые черви служат кормом для обитателей водоемов, а наземные – для многих наземных обитателей, в том числе для множества позвоночных.

Дождевые черви ведут ночной образ жизни. В рыхлом грунте они прорывают норки, уплотняя землю. В плотном грунте черви вынуждены делать норки путем выедания почвы. Часть ее, пропущенную через пищеварительный тракт, они выбрасывают наружу. Разыскивая пищу, черви заднюю часть тела держат в норке. Найдя пищу (растительные остатки), затаскивают ее в норку и там поедают. Черви не выносят су-

хости, ибо испытывают кислородное голодание. В проточной богатой кислородом воде могут жить несколько дней.

Идея промышленного культивирования дождевых червей принадлежит американскому врачу Баррету, который в 1947 г. опубликовал результаты своих опытов. В 1975 г. в Италии была создана промышленная технология. Только в США работают тысячи специализированных производств по переработке навоза в биогумус с помощью червей. Биогумус (переработанный дождевыми червями и другими организмами подстилочный навоз) – высокоценное органическое удобрение.

Поглощая вместе с почвой огромное количество распадающихся растительных остатков, микробов, грибов, водорослей, простейших, нематод и других почвенных организмов, дождевые черви переваривают их и выделяют с копролитами (копрос – испражнение, литое – камень) большое количество собственной кишечной микрофлоры, ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. Биологически активные вещества обладают антимикробными свойствами, которые препятствуют развитию патогенной (болезнетворной) микрофлоры, гнилостных процессов, выделению зловонных газов, обеззараживают почву и придают ей приятный запах.

Дождевые черви живут в верхних слоях почвы. Они не уходят в нижние слои на спячку до тех пор, пока земля не промерзнет на глубину 5–6 см и не появится снежный покров. При длительной оттепели черви могут выползать даже на снег. Обычно при температуре +5° С черви перестают питаться, освобождают кишечник и уползают в нижние слои почвы, где оцепеневают. Просыпаются они под воздействием вешних вод и теплого воздуха, проникающих к ним в норки.

Дождевые черви очень плодовиты. Откладка коконов происходит с весны до начала лета и затем осенью до ноября. За лето червь откладывает 18–24 кокона, в каждом из которых по 1–24 яйца. Через 2–3 нед. из яиц вылупляются молодые особи, которые по прошествии 7–12 нед. уже сами способны размножаться.

Калифорнийский червь был выведен в 1959 г. в США. Он отличается от своих диких сородичей тем, что обладает способностью размножаться в наземных культиваторах без всяких построек или теплиц. Калифорнийский червь в теплом климате дает 16–18-кратное воспроизводство за цикл культивирования под открытым небом и 5–12-кратное в условиях закрытых теплиц (дикие сородичи дают лишь 4–6-кратное воспроизводство). Калифорнийский червь стал предметом экспорта – импорта вместе с технологией его культивирования.

Класс Пиявки (Hirudinea)

Морфологический обзор. Пиявкам свойственно своеобразное кольчатое строение. Их тело уплощено и не имеет четко выраженного головного отдела. Наружная кольчатость пиявок не соответствует более крупной внутренней сегментации тела. Сегментация тела однородная (гомономная). Каждому истинному сегменту соответствует 3–5 наружных колец. Тело пиявок состоит из 30–33 сегментов. Это придает им большую гибкость и позволяет вести активный образ жизни.

У большинства представителей этого класса имеются присоски: передняя и задняя. Передняя присоска окружает рот. Анальное отверстие находится над задней присоской.

Известно около 400 видов пиявок, живущих в основном в пресных водоемах и являющихся эктопаразитами беспозвоночных и позвоночных животных. Большинство пиявок питается кровью животных, но на своих жертвах остается недолго. В основном же паразиты ведут свободный образ жизни. Встречается много пиявок, которые не сосут кровь, а являются хищниками. Есть сухопутные виды, распространенные в тропиках. В тропических лесах живут древесные и почвенные пиявки, нападающие на теплокровных животных и человека. В фауне нашей страны встречается 50 видов пресноводных пиявок.

Строение пиявок (рис. 22) отвечает полупаразитическому образу жизни, который они ведут.

Мускулатура развита очень хорошо: кожно-мускульный мешок состоит из трех слоев мышечных волокон.

Нервная система. У пиявок имеется брюшная нервная цепочка. Глаза, если они есть, примитивны; в покровах располагаются чувствующие клетки и нервные окончания.

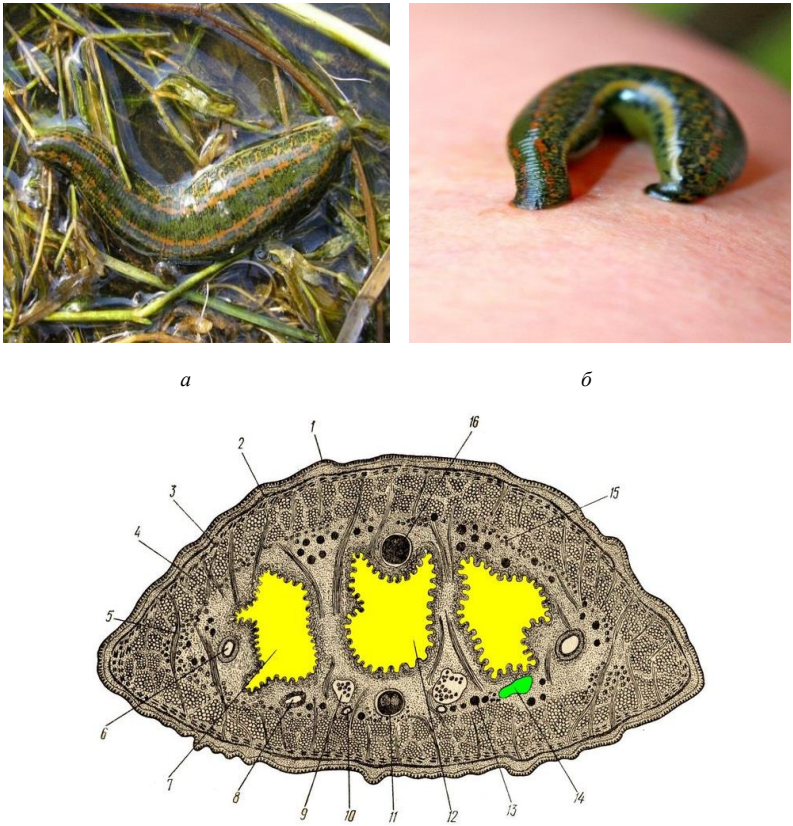
Дыхательная система. Дышат пиявки через покровы тела, но у некоторых видов имеются жабры.

Пищеварительная система хорошо приспособлена к образу жизни пиявок как паразитов. В ротовой полости у части видов имеются три присоски со множеством зубчиков (челюстные пиявки), у других пиявок есть хоботок, с помощью которого черви внедряются в покровы своих жертв (хоботные пиявки).

Глотка пиявок выполняет функции сосущего аппарата, в который открываются протоки слюнных желез. У кровососущих пиявок (медицинская пиявка) в слюне содержится белковое вещество, препятствующее свертыванию крови в кишечнике червей, – гирудин. Передняя кишка имеет карманообразные боковые выросты, позволяющие сде-

лать значительный запас крови: медицинская пиявка делает запас на 2–3-м месяце жизни, поскольку кровь долго сохраняется под действием гирудина в свежем виде.

Органы выделения – метанефридии.



а *б*

в

Рис. 22. Пиявка медицинская: *а, б* – внешний вид; *в* – поперечный разрез: *1* – кожный эпителий; *2* – кольцевая мускулатура; *3* – диагональная мускулатура; *4* – продольная мускулатура; *5* – пучок мускульных волокон; *6* – боковой лакунарный канал; *7* – боковой карман желудка; *8* – нефридий; *9* – семенной мешок; *10* – семяпровод; *11* – брюшной канал с брюшной нервной цепочкой; *12* – желудок; *13* – лакунарный канал; *14* – мочевой канал; *15* – ботриоидная ткань; *16* – спинной лакунарный канал

Кровеносная система развита только у низших пиявок и частично у хоботных. У челюстных пиявок кровеносная система редуцируется, а ее роль выполняет лакунарная система целомического происхождения.

Половая система. Пиявки являются гермафродитами. Размножаются только половым путем весной около водоемов в сырых местах. Оплодотворение внутреннее и перекрестное. У пиявок, как и у малощетинковых червей, на 9–11-м сегментах находятся поясок и железы, выделяющие слизистые муфты для образования коконов. Коконы, похожие на мелкие желуди, пиявки откладывают на землю. Развитие прямое и в коконе длится около 5 недель. Живут пиявки до 20 лет.

Хоботные пиявки паразитируют на рыбах, птицах, лягушках, моллюсках и ракообразных. Бесхоботные пиявки паразитируют только на позвоночных животных или являются хищниками. У них нет хоботка, но имеются хорошо развитые челюсти. Наиболее часто встречаются большая и малая ложноконские пиявки, улитковая пиявка, в южных регионах – медицинская пиявка, в Закавказье – конская пиявка. В природе пиявки чаще всего нападают на больных и ослабленных животных. Конская пиявка может причинить вред лошадям и скоту: во время водопоя из естественных водоемов эти пиявки проникают в носоглотку, гортань и могут вызвать кровопотери и удушье. Медицинская пиявка нападает на животных и человека.

Птичьи и рыбьи пиявки при массовом заселении могут вызывать гибель рыб в рыбоводческих хозяйствах и водоплавающей птицы при содержании ее на водоемах.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика кольчатых червей.
2. Систематика кольчатых червей.
3. Морфологические особенности многощетинковых червей на примере нереиды.
4. Строение малощетинковых червей на примере дождевого червя.
5. Морфология пиявок на примере медицинской пиявки.
6. Значение кольчатых червей в природе и жизни человека.

2.6. Тип Членистоногие (Arthropoda)

Членистоногие – это наиболее распространенная и процветающая в биологическом отношении группа животных, обладающих членистыми конечностями и сегментированным телом. Насчитывают более 1,5 млн

видов членистоногих, населяющих моря, океаны, пресные водоемы, поверхность суши, почву и воздушную среду. Среди них много и паразитов. Членистоногие освоили все способы движения, среди них имеются плавающие, роющие, ползающие, бегающие, летающие, прыгающие, реже малоподвижные и неподвижные формы. Чрезвычайно разнообразен спектр их питания: от обычной животной или растительной пищи до самых трудноперевариимых объектов – древесины, рога, воска, волоса, пера и т. п.

Членистоногие – двусторонне-симметричные животные с сегментированным телом и членистыми конечностями. Им присуща гетерономность сегментации: различное строение сегментов в разных участках тела. Их тело покрыто прочной хитиновой кутикулой, которая выполняет функции наружного скелета и защищает организм от внешней среды. В теле членистоногих отсутствует мерцательный эпителий. Полость тела смешанная, так как образована за счет слияния первичной и вторичной полостей тела. Дышат членистоногие жабрами, легкими или с помощью трахей. Кровеносная система незамкнутая. Органы выделения представлены метанефридиями или мальпигиевыми сосудами.

Большинство членистоногих – свободноживущие животные, есть среди них экто- и эндопаразиты растений и животных. Много хищных форм. Численность членистоногих может достигать огромных размеров: на 1 м² почвы может обитать до 1 млн клещей и ногохвосток, а в 1 $м^3$ морской воды численность веслоногих ракообразных достигает 30 тыс. особей. Трудно определить число особей в стаях саранчи или парящих в воздухе тучах гнуса.

Биологическое и хозяйственное значение членистоногих нельзя переоценить – настолько оно велико.

Класс Ракообразные (Crustacea)

Материальное обеспечение: влажные препараты ракообразных, сухие препараты расчлененных речных раков, микропрепараты низших раков, рисунки, слайды, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение влажных и сухих препаратов раков, рисунков, их зарисовка, просмотр слайдов, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

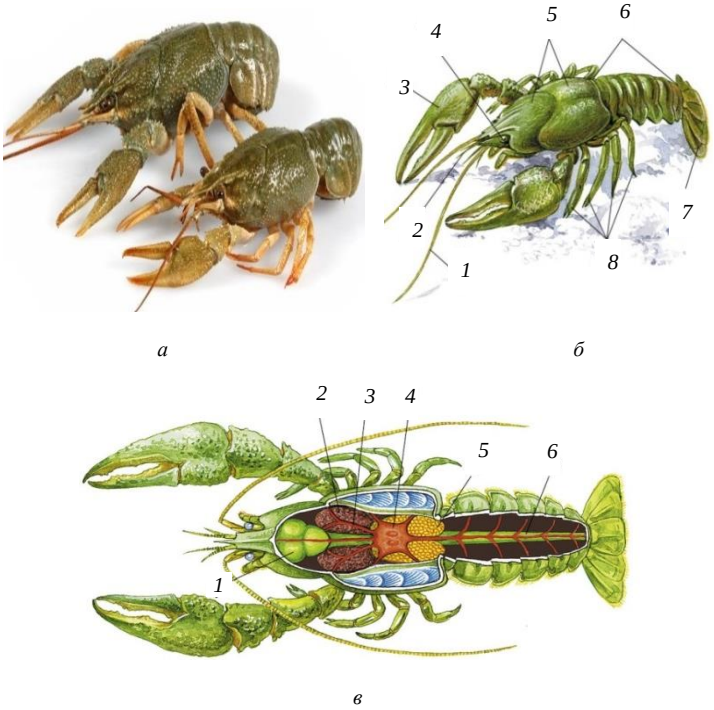
Основная масса ракообразных – обитатели соленых и пресных водоемов, и лишь немногие живут во влажных местах на суше (мокрицы).

Планктонные ракообразные, являясь фитофагами, служат важнейшим звеном в пищевых цепях водных экосистем, составляя основу пищи для промысловых рыб. Ракообразные – самая многочисленная группа биофильтраторов воды. Они являются важным объектом промысла.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Melazoa).
Тип Членистоногие (Arthropoda).
Подтип Жабернодышащие (Branchiata).
Класс Ракообразные (Crustacea).
Подкласс Жаброногие раки (Branchiopoda).
Отряд Листоногие (Phyllopoda).
Подотряд Ветвистоусые (Cladocera).
Виды: дафния большая (*Daphnia magna*);
дафния-блоха (*Daphnia pulex*).
Подкласс Максиллоподы (Maxillopoda).
Отряд Веслоногие (Copepoda).
Виды: циклоп зеленый (*Cyclops viridis*);
эргазилюс (*Ergasilus sieboldi*);
лернея карповая (*Lemaea cyprinacea*).
Отряд Карпоеды (Brachiura).
Вид карпоед листовидный (*Argulusfoliaceus*).
Подкласс Высшие раки (Malacostraca).
Отряд Равноногие (Isopoda).
Виды: водяной ослик (*Asellus aquaticus*);
морской таракан (*Mesidotea entomon*);
мокрица (*Porcellio* sp.).
Отряд Разноногие (Amphipoda).
Вид бокоплав озерный (*Gammarus lacustris*).
Отряд Десятиногие (Decapoda).
Виды: речной рак (*Astacus astacus*);
креветка восточная (*Macrobrachium nipponensis*);
омар (*Hommarus hommarus*);
лангуст (*Palinurus vulgaris*);
рак-отшельник (*Pagurus* sp.);
камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*).

Морфологический обзор. Размеры и форма тела чрезвычайно разнообразны: от долей миллиметра (обитатели толщи воды) до метра (донные формы). Голова у ракообразных образована в результате слияния акрона и четырех передних сегментов (рис. 23, *а* и *б*).



а *б* *в*

Рис. 23. Речной рак: *а* – внешний вид; *б* – внешнее строение: *1* – длинный усик; *2* – короткий усик; *3* – клешня; *4* – глаз; *5* – головогрудь; *6* – брюшко; *7* – хвостовой плавник; *8* – ходильные ноги; *в* – внутреннее строение (самки): *1* – желудок; *2* – печень; *3* – кровеносный сосуд; *4* – сердце; *5* – яичник; *6* – кишка

На голове расположены две пары усиков и три пары челюстей (верхние челюсти – мандибулы и две нижние челюсти – максиллы), все они представляют собой видоизмененные конечности. Сегменты груди обычно сливаются друг с другом или с головой, образуя головогрудь. У высших раков голову и грудь сверху и по бокам закрывает хитиновый щит – карапакс, защищающий жабры (рис. 23, *б*).

Сегменты брюшка обычно не сливаются, а у высших раков каждый сегмент несет по паре ножек. У низших раков на брюшке ножек нет. Оно заканчивается анальной лопастью – тельсоном. У крабов брюшной отдел редуцирован.

Конечности ракообразных выполняют самые разные функции. Они служат опорой при хождении, используются для плавания, захвата и измельчения пищи, защиты, при спаривании и т. п.

Покровы. Наружным скелетом служит хитиновая кутикула, которая у высших раков пропитывается карбонатом кальция и превращается в прочный панцирь. У низших раков кутикула тонкая и прозрачная. Она состоит из двух слоев: внутреннего – эндокутикулы и наружного – эктокутикулы. Эктокутикула пропитана дубильными веществами и обладает высокой прочностью. Эндокутикула во время линьки растворяется и всасывается гиподермой, а эктокутикула полностью сбрасывается. В состав хитиновой кутикулы входят разнообразные пигменты.

Нервная система. Она представлена парным надглоточным узлом – головным мозгом, окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой (у низших форм она представлена в виде лестницы). От всех нервных узлов отходят периферические нервы. Органы чувств хорошо развиты: простые и сложные глаза, две пары антенн, органы равновесия. У глубоководных, сидячих и паразитических видов глаза могут отсутствовать. Органы осязания в виде чувствительных щетинок разбросаны по всему телу, но особенно их много на усиках. На первой паре антенн сосредоточены хеморецепторы, здесь же находятся статоцисты.

Пищеварительная система. Эктодермальная передняя кишка представлена пищеводом, переходящим в желудок, который выстлан хитином. У некоторых высших раков желудок состоит из двух отделов: жевательного и пилорического (рис. 23, *в*). В жевательном отделе происходит измельчение пищи при помощи трех выступов – зубов. Стенки пилорического отдела желудка имеют складки со щетинками для процеживания мелкоизмельченной и жидкой фракций пищи. Переваривание и всасывание измельченной пищи происходит в относительно короткой энтодермальной кишке, куда открываются протоки печени. Задняя кишка прямая, выстлана кутикулой и открывается наружу анальным отверстием.

Органы дыхания. Большинство ракообразных дышат кожными жабрами, которые представляют собой придатки грудных конечностей

и имеют вид тонких выростов у основания ножек. У сухопутных мокриц на брюшных ножках находятся глубокие ветвящиеся впячивания – псевдотрахеи, в которых происходит газообмен, требующий повышенной влажности воздуха (до 90 %). Мелкие низшие раки дышат поверхностью тела. Сухопутным крабам также необходима высокая влажность воздуха.

Кровеносная система. У высших раков кровеносная система представлена мешковидным и вытянутым вдоль спинной стороны тела сердцем, имеющим отверстия (остии), через которые из полости тела засасывается кровь (гемолимфа).

У некоторых раков кровеносная система представлена только сердцем или кровь перемещается за счет работы мышц тела или за счет движения кишечника (см. рис. 23, *в*). Иногда у ракообразных кровеносная система может полностью редуцироваться.

Органы выделения. Выводные протоки открываются у основания второй пары антенн (антеннальные железы), у основания второй пары нижних челюстей – максилл (максиллярные железы).

Органы размножения. Большинство ракообразных раздельнополые. Встречается половой диморфизм. У немногих сидячих форм и паразитов наблюдается гермафродитизм. Развитие происходит с метаморфозом разной степени сложности, реже развитие протекает без стадии личинки. У низших раков из яиц выходит личинка науплиус, имеющая три пары ног и один глаз. У высших морских раков из яиц выходит личинка зоеа.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика типа членистоногих.
2. Систематика ракообразных.
3. Внешнее строение ракообразных на примере речного рака.
4. Строение пищеварительной системы речного рака.
5. Строение дыхательной и кровеносной систем речного рака.
6. Морфология нервной системы и органов чувств ракообразных.
7. Развитие ракообразных.
8. Значение ракообразных в природе и жизни человека.
9. Паразитические виды ракообразных (копеподы и карпоеды).
10. Значение веслоногих, ветвистоусых и карпоедов.
11. Редкие виды ракообразных Беларуси.

Класс Паукообразные (Arachnida)

Материальное обеспечение: макропрепараты паукообразных, микропрепараты хелицер и педипальп паука, клещей, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение макро- и микропрепаратов паукообразных, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Хелицеровые – это особая ветвь членистоногих, по своим морфологическим характеристикам обособленная от других подтипов. Насчитывают около 63 тыс. видов современных хелицеровых – обитателей суши, представленных в основном паукообразными. Среди паукообразных встречаются вторичноводные виды, паразиты растений и животных. Для многих характерно выделение паутинных нитей из особых паутинных желез. Паутина помогает паукообразным в защите от врагов, добыче пищи, расселении и т. п.

Наиболее часто у хелицеровых сливаются сегменты головы и груди, образуя головогрудь. Это сильнее всего выражено у клещей. Антенны (усики) отсутствуют. Глаза простые, от одной до восьми пар. Имеется четыре пары ходильных ног. На брюшке обычно конечностей нет, у части сухопутных видов они видоизменены в половые придатки, органы дыхания или в паутинные бородавки.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Членистоногие (Arthropoda).
Подтип Хелицеровые (Chelicerata).
Класс Паукообразные (Arachnida).
Отряд Скорпионы (Scorpiones).
Вид пестрый скорпион (*Buthus eupeus*).
Отряд Пауки (Aranei).
Виды: паук-крестовик (*Araneus diadematus*);
тарантул (*Lycosa* sp.);
каракурт (*Latrodectus* sp.).

Отряд Акариформные клещи (Acariformes).
Виды: чесоточный зудень (*Sarcoptes scabiei*);
накожник кроличий (*Psoroptes cuniculi*);
демодекс собачий (*Demodex canis*).
Отряд Паразитиформные клещи (Parasitiformes).
Вид пастбищный клещ (*Ixodes ricinus*).

Морфологический обзор. Форма тела паукообразных весьма разнообразна. Тело состоит из головогруди и брюшка. Брюшко сегментированное, реже слитное, число сегментов достигает 12, и заканчивается брюшко тельсоном. У сильно расчлененных паукообразных (скорпионы, сольпуги) тело вытянутое, по мере слияния сегментов тело укорачивается и становится округлым, что характерно для большинства клещей. На головогруди располагаются хелицеры, педипальпы и четыре пары ходильных ног (рис. 24).

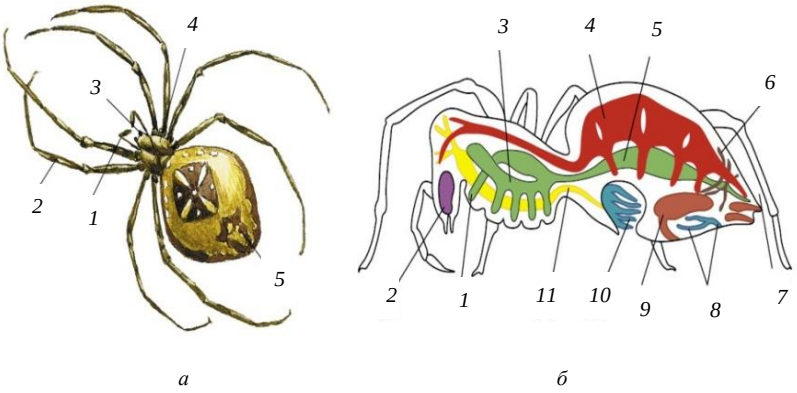


Рис. 24. Паук-крестовик: *а* – внешнее строение: *1* – ногощупальце; *2* – нога; *3* – глаз; *4* – головогрудь; *5* – брюшко; *б* – внутреннее строение: *1* – рот; *2* – ядовитая железа; *3* – желудок с выростами; *4* – сердце; *5* – кишка; *6* – мальпигиевы сосуды; *7* – паутинная железа; *8* – трахеи; *9* – половая железа; *10* – легкие; *11* – нервная система

Хелицеры выполняют функции размельчения пищи. Вторая пара конечностей – педипальпы – служат для захвата и удержания добычи.

Покровы тонкие, хитиновые, часто имеют многочисленные волоски. Для мелких клещей характерны тонкие покровы, позволяющие осуществлять газообмен.

Нервная система. Она типична для всех членистоногих: головной мозг, окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка. У пауков и клещей узлы груди и брюшка слиты в единый нервный узел. Органы зрения развиты слабо и представлены одной – шестью парами простых глаз. Два центральных глаза у пауков способны различать не только форму, но и цвет предметов.

Пищеварительная система. Имеет особенности, связанные с характером питания. Паукообразные имеют две пары ротовых конечностей: хелицеры – челюсти и педипальпы – ногощупальца. Хелицеры состоят из основного членика и острого, загнутого крючка, который пауки вонзают в тело жертвы. Педипальпы состоят из основного членика, с которым соединен членистый щупик. У хищных пауков хелицеры и педипальпы служат для раздавливания и размельчения пищи.

Многие паукообразные впрыскивают в тело жертвы пищеварительный сок и затем высасывают полупереваренное содержимое (внекишечное пищеварение). У представителей, которые питаются жидкой пищей (соки растений, кровь животных), передний отдел пищеварительного тракта представлен мускулистой глоткой, пищеводом и сосательным желудком, служащими для всасывания пищи. Процессы переваривания и всасывания питательных веществ происходят в средней кишке, выстланной железистым эпителием энтодермального происхождения. Средняя кишка образует слепые выросты, увеличивающие внутреннюю поверхность и объем кишечной полости.

Паукообразные могут длительное время не питаться, поскольку в миксоцеле у них имеется жировое тело с запасом питательных веществ.

Кровеносная система. Она представлена лежащим на спинной стороне тела мускулистым сердцем и отходящими от него сосудами, которые идут к различным органам.

Органы дыхания. У одних паукообразных – это легочные мешки, у других – трахеи, у третьих – легочные мешки и трахеи одновременно (большинство пауков). У водных хелицеровых органы дыхания представлены жабрами. У некоторых мелких форм газообмен осуществляется через покровы тела.

Органы выделения. Представлены коксальными железами (почками), которые открываются выделительными отверстиями у основания третьей или пятой пары ходильных ног.

Для многих сухопутных хелицеровых характерны особые органы выделения – мальпигиевы сосуды. Это особые выросты задней части

средней кишки, которые извлекают из крови продукты распада и отводят их в среднюю кишку. Они представляют собой одну-две пары слепых трубочек небольшого диаметра и способствуют рациональному расходованию воды в организме, так как впадают в среднюю кишку, где и происходит всасывание ее излишков.

Органы размножения. Паукообразные – раздельнополые животные, у них хорошо выражен половой диморфизм: самцы мельче самок. Оплодотворение у сухопутных форм наружно-внутреннее (с помощью сперматофоров) или внутреннее. У водных форм хелицеровых оплодотворение наружное.

Большинство паукообразных откладывают яйца, некоторым присуще живорождение. Чаще всего развитие происходит без метаморфоза и сопровождается ростом и неоднократными линьками. У клещей иногда наблюдается партеногенетическое размножение, а развитие происходит со стадией личинки.

Систематический обзор паукообразных

Класс паукообразных подразделяется на множество отрядов, из которых будут рассмотрены наиболее интересные для сельскохозяйственных работников отряды: Скорпионы (Scorpiones), Сольпуги, или Фаланги (Solifugae), Сенокосцы (Opiliones), Пауки (Aranei) и три отряда клещей (Acariformes, Parasitiformes, Opiliocarina).

***Отряд Скорпионы* (Scorpiones).** Это наиболее древние по происхождению паукообразные. Длина тела у тропических видов может достигать 18 см. Для скорпионов характерна наибольшая расчлененность тела. За головогрудью следует 6-сегментное переднебрюшье и 6-сегментное заднебрюшье. Дышат скорпионы легочными мешками. Тельсон образует вздутие с ядовитой иглой, на вершине которой открываются протоки ядовитых желез.

Известно около 600 видов скорпионов, обитающих в странах с теплым климатом. Это ночные хищники, днем они скрываются в расщелинах и норках. Самки рождают детенышей и первое время носят их на спине. Укусы болезненны, но обычно не опасны для человека.

***Отряд Сольпуги, или Фаланги* (Solifugae).** Это крупные и сильно расчлененные обитатели степных и пустынных районов, насчитывающие около 600 видов. Головогрудь сольпуг не слитная и состоит из головного отдела и трех свободных сегментов, из которых последний недоразвит. Брюшко состоит из десяти сегментов. Педипальпы похожи

на ходильные ноги, участвуют в передвижении и выполняют сенсорные функции. Дышат с помощью трахей. Паутинных бородавок нет. Сольпуги питаются насекомыми, в том числе вредными (саранча), не ядовиты. Ведут ночной образ жизни.

Отряд Сенокосцы **(Opiliones)** включает более 3 тыс. видов широко распространенных членистоногих, внешне похожих на пауков. Сенокосцы отличаются от пауков отсутствием перетяжки между головогрудью и брюшком, членистостью брюшного отдела, в котором десять сегментов, и клешневидными, а не крючковидными (как у пауков) хелицерами. Тело сенокосцев покоится на очень длинных и тонких ногах.

Сенокосцы повсеместно обитают на поверхности почвы, в трещинах коры деревьев, стенах строений и т. п., питаясь ночью мелкими насекомыми. Дышат с помощью трахей. Способны к автотомии: оторванная хищником нога, продолжая двигаться, отвлекает нападающего и спасает своего хозяина. Оторванная конечность не восстанавливается; по своей форме она напоминает косу, что и дало повод назвать так отряд. Сенокосцы активно охотятся, поскольку не образуют паутину. Наиболее распространен обыкновенный сенокосец, встречающийся в разных природных ландшафтах. Его тело бурого цвета, до 9 мм длиной, ноги достигают 5 см.

Отряд Пауки **(Aranei).** Этот самый представительный отряд включает более 27 тыс. видов. Их тело четко подразделяется на слитную головогрудь и нерасчлененное брюшко. На головогруди расположены одна – шесть пар глаз (чаще четыре пары). Между головогрудью и брюшком хорошо заметна перетяжка в виде узкого стебелька, которая образована седьмым члеником головогруди. Хелицеры состоят из двух члеников, из которых конечный имеет вид изогнутого острого коготка. В основании хелицер находится ядовитая железа, секрет которой по протокам выходит на острие коготков. Прокалывая покровы жертвы, пауки вводят в ранку яд.

Педипальпы пауков имеют вид членистых щупалец. У самцов конечный членик педипальп имеет резервуар с копулятивным аппаратом. В период размножения самец наполняет эти резервуары спермой из полового отверстия, расположенного на брюшке. При спаривании самец вводит когулятивный аппарат в семяприемник самки и оставляет там сперму.

Четыре пары ходильных ног нередко заканчиваются коготками, с помощью которых пауки натягивают паутину. Паутинные бородавки

расположены на нижней стороне брюшка. Из паутины пауки строят себе жилище, ею обволакивают яйца, образуя яйцевой кокон. Маленькие паучки выделяют тонкую паутинку в виде нити, с помощью которой они разносятся ветром на далекие расстояния. Паутина используется для ловли добычи, с помощью паутинных гамаков самцы заполняют спермой свои семенные капсулы (резервуары) на педипальпах.

У большинства пауков имеется пара легких и пара трахей (подотряд Двулегочные). У некоторых тропических пауков есть только две пары легочных мешков. Наиболее часто встречаются пауки-крестовики (рис. 25, *а*), которых легко узнать по крестообразному рисунку на верхней стороне брюшка. Они заселяют леса, кустарники, приусадебные участки и постройки. На ветвях пауки-крестовики сооружают большие радиальные сети, нити которых покрыты клейкой массой, захватывающей попавших в сети насекомых.

Домовые пауки (*Tegenaria*) селятся обычно в жилых и производственных помещениях, натягивая горизонтальные паутинные сети, с помощью которых они ловят мух и других насекомых.

Особую группу образуют пауки, преследующие свою жертву. Обычным представителем в степных районах является тарантул (*Lycosa* sp.) (рис. 25, *б*). Живет тарантул в отвесных норках, вырытых в почве и выстланных паутиной. Это самый крупный паук фауны наших широт – до 3 см длиной. Укус тарантула вызывает у человека болезненный отек, но не представляет серьезной опасности.



а *б*

Рис. 25. Внешний вид паука: *а* – паук-крестовик; *б* – паук-птицеед

Для человека весьма опасен паук каракурт (*Latrodectus* sp.), которого можно встретить в степных районах Кавказа и Поволжья. Это средних размеров (около 1,5 см) паук черного цвета с красными пятнышками на верхней поверхности брюшка. Каракурты обитают в норках, а на поверхности почвы расстилают ловчую паутину. Обычная добыча каракуртов – Прямокрылые, в том числе Саранчовые. Яд паука опасен для лошадей и человека, но овцы и свиньи от укусов не страдают. Самка крупнее самца и обычно после спаривания съедает его, что и позволило звать каракурта «черной вдовой». Самка откладывает яйца группами в шаровидные паутинные коконы, расположенные у земли.

Пауков очень много во всех ярусах биоценозов суши. Они, как хищники, участвуют во всех пищевых цепях, и в том числе в регуляции численности самых разных насекомых. Образ жизни пауков весьма разнообразен: бродяжки, сидячие (тенетные), растягивающие ловчие сети и др.

Клещи (Acarica). Это групповое название объединяет три отряда класса паукообразных.

По приспособленности к различным местам обитания клещи приближаются к насекомым. Они живут во мхах и лишайниках, лесной подстилке, в почвенном слое, где могут составлять 95 % фауны членистоногих. Клещи живут во всех водоемах, даже в горячих источниках вулканов. Заселили они многие органы и ткани растений, разнообразны их отношения с растениями и животными. Многие растительноядные клещи наносят серьезный вред сельскохозяйственному производству. Потери урожая достигают 20–30 % в тепличных хозяйствах из-за паутинного клеща, вредящего овощным культурам. Повреждения, наносимые грушевым галловым клещом, приводят к потери до 90 % урожая. Земляничный клещ снижает сбор ягод на 40–70 %. Большой ущерб наносит зернопродуктам группа амбарных клещей. Часть клещей является паразитами животных и человека.

Отряд Клещи-сенокосцы **(Opiliocarina)** включает небольшую группу примитивных клещей с сохранившейся сегментацией тела: два последних сегмента головогруди свободные и брюшко из восьми сегментов. У них две пары глаз, четыре пары стигм, хелицеры клешневидные, между которыми расположен теркообразный орган. Первая пара ног специализирована в основном как сенсорные органы. Размеры тела сенокосцев достигают 1 мм. Живут скрытно, обитая под камнями, в почвенном слое. Их хозяйственное значение неопределенно.

Отряд Акариформные клещи **(Acariformes).** Это наиболее крупный отряд, объединяющий разнообразные по морфологическим и эко-

логическим особенностям формы и насчитывающий более 15 тыс. видов.

Подотряд Саркоптоидные (Sarcoptiformes) включает клещей, имеющих грызущий ротовой аппарат. Среди большого числа семейств следует выделить панцирных клещей (Oribatei) – участников почвообразовательных процессов, среди которых есть виды, являющиеся промежуточными хозяевами паразитических ленточных червей.

Важное хозяйственное значение имеют представители семейства Мучные клещи (Acaridae) (рис. 26). Это небольшие амбарные клещи (0,2–0,8 мм) с овальным и полупрозрачным телом. Распространены повсеместно, живут в опавших листьях, скирдах сена и соломы, зернохранилищах, складах, гнездах птиц и т. д., где повреждают зернофураж, муку, сухофрукты и многие другие продукты, имеющие органическую природу. При этом клещи сильно загрязняют продукты испражнениями. Большой вред наносят мучной клещ (*Acarus siro* L.), темноногий клещ (*Aleuroglyphus ovatus* Troup.) и др.

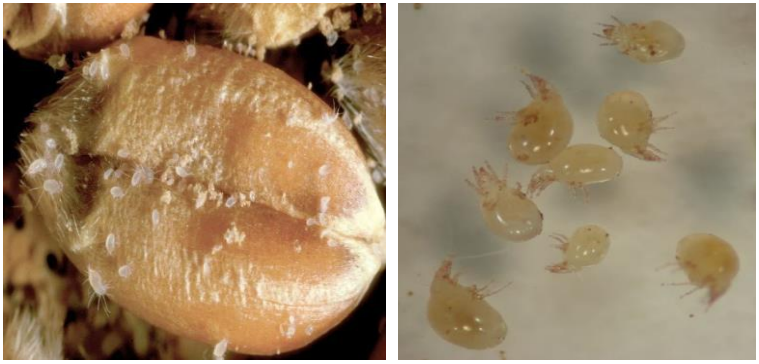


Рис. 26. Внешний вид мучного клеща

Отряд Паразитиформные **(Parasitiformes)** включает мелких и крупных клещей (0,2–7,0 мм). Ротовой аппарат у большинства видов колюще-сосущего типа. Есть свободноживущие представители паразитоформных, а также встречаются паразитические виды и вредители продовольствия.

Семейство Иксодовые, или Пастбищные клещи (Ixodidae), относящиеся к подотряду Заднедыхальцевые (Metastigmata) представлено наиболее крупными клещами, у которых длина тела после насасывания

крови достигает 30 мм. Размеры голодной нимфы достигают 2–3 мм. Это эктопаразиты в основном теплокровных животных, многие виды нападают на человека. На одной корове одновременно можно обнаружить около тысячи клещей, которые высасывают до 5 л крови. Клещи вызывают болезненное состояние животных и снижение их продуктивности. Название «пастбищные» клещи получили потому, что самки откладывают яйца непосредственно на почву.

Иксодовые клещи в основном являются теплолюбивыми паукообразными, поэтому по мере продвижения на север число их видов снижается. Иксодовые клещи передают вирус осенне-летнего (клещевого) энцефалита, возбудителей туляремии и прочих опасных заболеваний, другие виды клещей могут передавать гемоспоридиоз крупного рогатого скота, пироплазмоз, бруцеллез, сыпной тиф и другие опасные заболевания домашних и диких животных и человека.

Зудневые (чесоточные) клещи (надсемейство Sarcoptoidea) живут в коже домашних и диких млекопитающих, а также человека, вызывая заболевание – чесотку. Это очень мелкие клещи с короткими ножками. Самки чесоточного зудня питаются кожей, прогрызая в ее роговом слое извитые ходы до 15 мм длиной. В толще кожи самка откладывает до 50 яиц. Размещает она их в ходах, над которыми выгрызает вентиляционные отверстия. Личинки и протонимфы живут в этих ходах, питаясь остатками поврежденной самкой кожи и тканевой жидкостью. Развитие длится около 2 нед.

Клещи вызывают воспаление кожи, которая утолщается, и на ней образуются струпья и роговые корки. Под корками скапливается гнойный эксудат. Волосы на этих участках выпадают.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика и систематика паукообразных.
2. Внешняя морфология и строение покровов тела паукообразных.
3. Внутреннее строение арахнид на примере паука-крестовика.
4. Ядовитые паукообразные.
5. Особенности морфологии клещей.
6. Орибатидные клещи как промежуточные хозяева ленточных червей.
7. Клещи как паразиты животных и человека.
8. Развитие и жизненный цикл клещей.
9. Значение паукообразных в природе и жизни человека.

Надкласс Насекомые (Insecta)

Материальное обеспечение: влажные и сухие препараты насекомых, коллекционные наборы насекомых, микропрепараты ротовых аппаратов насекомых, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение макро- и микропрепаратов насекомых, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Насекомые – главный класс шестиногих, насчитывающий около миллиона видов. Их тело подразделяется на голову с усиками и тремя парами ротовых придатков, грудь с тремя парами ног и брюшко, которое состоит из 6–12 сегментов и лишено развитых конечностей. Дышат открыточелюстные с помощью трахей. У большинства представителей второй и третий сегменты груди несут по паре крыльев. Насекомые заселили все уголки нашей планеты. Роль их в природе и хозяйственной деятельности человека трудно переоценить.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Членистоногие (Arthropoda).
Подтип Трахейнодышащие (Tracheata).
Надкласс Насекомые, или Шестиногие (Insecta, seu Hexapoda).
Класс Скрытночелюстные (Entognatha), или Первичнобескрылые (Apterygota).
Класс Открыточелюстные (Ectognatha), или Крылатые (Pterygota).
Отряд Прямокрылые (Orthopiera).
Вид саранча перелетная (*Locusta migratoria*).
Отряд Тараканы (Blattoptera).
Вид таракан рыжий (*Blatella germanica*).
Отряд Стрекозы (Odonatoptera).
Вид стрекоза-коромысло (*Aeschna grandis*).
Отряд Равнокрылые (Homoptera).
Вид тля кровяная (*Eriosoma lanigerum*).
Отряд Полужесткокрылые, или Клопы (Hemiptera).

Вид клоп постельный (*Cimex lectularius*).
Отряд Вши (Siphunculata).
Вид вошь свиная (*Haematopinus suis*).
Отряд Чешуекрылые, или Бабочки (Lepidoptera).
Вид белянка капустная (*Pieris brassica*).
Отряд Жесткокрылые, или Жуки (Coleoptera).
Вид жук майский (*Melolontha melolontha*).
Отряд Блохи (Siphonoptera).
Вид блоха человеческая (*Pulex irritans*).
Отряд Перепончатокрылые (Hymenoptera).
Вид пчела медоносная (*Apis mellifera*).
Отряд Двукрылые (Diptera).
Виды: комар малярийный (*Anopheles maculipennis*);
овод бычий (*Hypoderma bovis*);
овод желудочный (*Gastrophilus intestinalis*);
муха комнатная (*Musca domestica*).

Морфологический обзор. Размеры тела, строение придатков отделов тела и окраска насекомых чрезвычайно разнообразны. Ротовые части представлены парой верхних челюстей (мандибулами), парой нижних челюстей (максиллами) и нижней губой, которая образована в результате срастания второй пары нижних челюстей. Строение ротового аппарата у насекомых различных систематических групп существенно варьирует, что обусловлено разнообразием в способах питания. Можно выделить пять основных типов ротовых аппаратов: грызущий, грызущелижущий, колющесосущий, сосущий и лижущий.

Грудь насекомых состоит из передне-, средне- и заднегруди (рис. 27). К каждому сегменту груди причленяются по паре ног – всего шесть ножек.

У некоторых насекомых ротовой аппарат редуцирован (поденки). Питаются они только на личиночной стадии.

Ноги насекомых чрезвычайно разнообразны по своему строению, что зависит от образа жизни и способа передвижения. Различают несколько типов ног, которые соответствуют характеру движения насекомых: бегательные, прыгательные, собирательные, копательные, плавательные, присасывательные и хватательные. В зависимости от выполняемой функции каждый тип конечностей характеризуется особенностями морфологии.

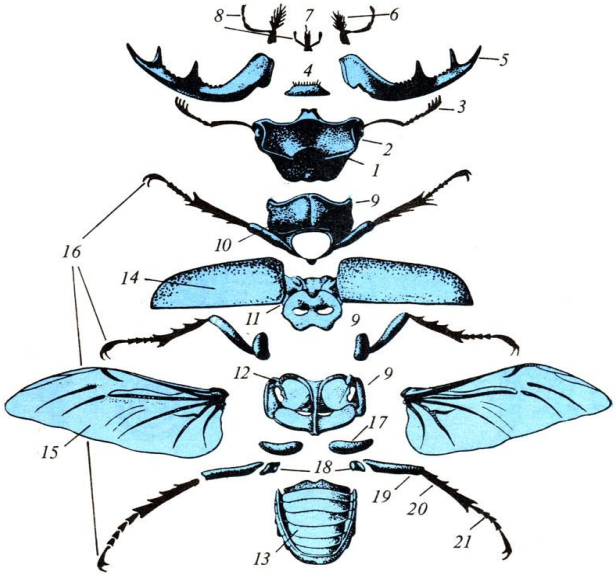


Рис. 27. Жук-олень (внешнее строение): *1* – голова; *2* – глаз; *3* – усик; *4* – верхняя губа; *5* – верхняя челюсть; *6* – нижняя челюсть; *7* – нижняя губа; *8* – щупик; *9* – грудь; *10* – переднегрудь; *11* – среднегрудь; *12* – заднегрудь; *13* – брюшко; *14* – переднее крыло; *15* – заднее крыло; *16* – ноги; *17* – тазик; *18* – вертлуг; *19* – бедро; *20* – голень; *21* – лапка

Полет насекомых чрезвычайно разнообразен: машущий, парящий, порхающий и т. п. Работа крыльев может быть весьма интенсивной: при полете пчела совершает более 200 взмахов в 1 с, а комары-звонцы – до 1 000. Пчела летит со скоростью 3 м/с, а бражники – 15 м/с.

Брюшко насекомых состоит из 6–10 сегментов. У взрослых насекомых конечностей на брюшке нет, но у некоторых представителей в личиночной стадии на сегментах брюшка расположено несколько пар нечленистых ложноножек.

Покровы представлены однослойной гиподермой, выделяющей снаружи кутикулу. Кутикула состоит из трех слоев: эпи-, экзо- и эндокутикулы.

В гиподерме насекомых находится много разнообразных желез: восковые (пчелы), пахучие (клопы), ядовитые (гусеницы). Слюнные и паутинные железы также имеют кожное происхождение.

В гиподерме и кутикуле насекомых могут содержаться различные пигменты (меланины), окраска которых варьирует от желтых до черных тонов. Окраска насекомых выполняет не только защитные функции, но и несет разнообразную информацию: она предостерегает, обманывает, призывает полового партнера и т. п.

Нервная система построена по типу брюшной нервной цепочки.

Органы чувств у большинства насекомых характеризуются сложностью строения. Они достигают высокого уровня развития: возможности их чувствующего (сенсорного) аппарата нередко превосходят таковые у высших позвоночных животных и человека. Так, пчелы и шмели воспринимают поляризованный и ультрафиолетовый свет; некоторые мухи также воспринимают поляризованный свет. Органы слуха насекомых воспринимают не только звуковые колебания, но и любые колебания среды. Доказано, что насекомые реагируют на ультразвук, им присуща сейсмическая и магнетическая чувствительность. Кроме того, высока их чувствительность к химическим веществам. Самцы некоторых бабочек по запаху находят самок на расстоянии до 11 км.

Для многих насекомых свойственно восприятие цвета (бабочки, пчелы и муравьи). Пчелы, например, различают четыре цвета. Первый цвет, который они воспринимают, соответствует нашему восприятию красного, желтого и зеленого, второй цвет – сине-зеленый, третий – сине-фиолетовый и четвертый – ультрафиолетовый.

Простые глазки имеются не у всех насекомых. У пчел и муравьев их три, и они размещены на темени. Глазки лишены хрустального конуса и иннервируются от переднего отдела мозга, тогда как сложные глаза иннервируются от грибовидных тел. Простые глазки дополняют зрительную функцию сложных глаз, информируя о степени освещенности. Это определяет суточную активность насекомых, имеющих только простые глазки.

Мускулатура насекомых дифференцирована на скелетные мышцы (в основном поперечнополосатые), приводящие в движение участки тела и его придатки, а также мускулатуру внутренних органов. Интенсивность работы и относительная сила мышц насекомых обусловлены высокой в них скоростью обменных процессов, обеспеченных трахейным дыханием.

Пищеварительная система. Передний отдел кишечника эктодермального происхождения представлен ротовой полостью, в которую открываются протоки одной-двух пар слюнных желез кожного

происхождения, глоткой и пищеводом. В конце пищевода нередко образуется расширение – зоб, где накапливается пища. У многих насекомых передний отдел кишечника заканчивается желудком, в котором пища перетирается.

Строение переднего отдела кишечника может сильно варьировать в зависимости от типа питания насекомых. Например, у пчел имеется слепой вырост зоба – медовый зобик, в котором пчела накапливает нектар или мед.

В энтодермальном среднем отделе кишечника происходит переваривание и всасывание питательных веществ, поступивших с пищей. Для увеличения поверхности кишечника в нем могут быть слепые выросты – пилорические придатки, выполняющие также функции пищеварительных желез.

На границе среднего и заднего отделов кишечника в него впадают от 2 до 150 мальпигиевых сосудов; эти сосуды эктодермального происхождения. Задняя кишка может быть дифференцирована на тонкую, толстую и прямую кишки. В стенках прямой кишки расположены ректальные железы, выполняющие функции всасывания воды из экскрементов перед выходом их из анального отверстия.

Кровеносная система незамкнутая. Гемолимфа, свободно циркулирующая в полости тела, омывает все органы. Сердце расположено на спинной стороне тела и имеет вид мускулистой многокамерной трубочки, замкнутой на одном конце.

Органы дыхания. Они в основном представлены глубокими впячиваниями покровов – трахеями, в которые воздух поступает через специальные отверстия по бокам тела – дыхальца, или стигмы. Обычно число дыхалец колеблется от одной до десяти пар.

Личинки некоторых насекомых, живущих в воде (стрекозы, поденки), дышат трахейными жабрами, представляющими собой выросты брюшка с сетью трахей; у части личинок, живущих в воде, могут быть жабры, не имеющие трахей. В этом случае газообмен происходит через покровы жабр.

Органами выделения служат мальпигиевы сосуды, транспортирующие в заднюю кишку в основном кристаллы мочевой кислоты.

Органы размножения. Насекомые раздельнополые, и часто у них хорошо выражен половой диморфизм (по окраске, дополнительным выростам, наличию крыльев и т. д.).

Развитие насекомых. Онтогенез (индивидуальное развитие) насекомых складывается из эмбрионального и постэмбрионального разви-

тия. Эмбриональный период начинается после оплодотворения яйцеклетки спермием. Яйца насекомых чрезвычайно разнообразны по форме, которая нередко обусловлена средой, в которой они развиваются. Насекомые откладывают яйца группами (колорадский жук) и поодиночке. Кладки яиц могут быть открытыми (белянка) и закрытыми (саранчовые). Некоторые насекомые откладывают яйца в яйцевые капсулы – оотеки (тараканы).

Постэмбриональное развитие. В период постэмбрионального развития увеличиваются масса и размеры насекомого, что сопровождается последовательными линьками и прохождением качественно различных фаз. Число линек колеблется от 3–4 до 30, но в среднем составляет 5–6. Промежуток между двумя последовательными линьками называется стадией, а состояние развития – возрастом.

Морфологические изменения в развитии от личинки до взрослого насекомого носят название «метаморфоз». У всех насекомых (кроме низших бескрылых форм), достигших взрослого состояния, рост и линьки прекращаются.

Выделяют три основных типа постэмбрионального развития насекомых: прямое развитие без метаморфоза, развитие с неполным превращением и развитие с полным превращением.

Прямое развитие (аметаморфоз) происходит лишь у первичнобескрылых насекомых (двухвостки, чешуйницы, коллемболы). При прямом развитии из яйца выходит личинка, внешне похожая на взрослое насекомое, но меньших размеров, с другими пропорциями тела и недоразвитыми половыми органами. У насекомых с прямым развитием линьки продолжаются и у взрослых особей.

Неполное превращение (гемиметаморфоз) часто называют развитием с постепенным метаморфозом. Такое развитие характерно для многих крылатых насекомых (тараканы, прямокрылые, цикады, клопы и др.). При неполном метаморфозе из яйца выходит личинка, внешне похожая на взрослое насекомое, но меньшей величины, с зачаточными крыльями и неразвитыми половыми органами. Такие личинки носят название «нимфы». По мере развития нимфы несколько раз линяют, и с каждой линькой крылья у них увеличиваются. Нимфа старшего возраста последний раз линяет, и из нее выходит крылатое взрослое насекомое – имаго.

Развитие с полным превращением (голометаморфоз) протекает по следующей схеме: яйцо – личинка – куколка – имаго. Такое развитие

свойственно жукам, перепончатокрылым, двукрылым, ручейникам и сетчатокрылым.

Хозяйственное значение насекомых. Значение насекомых в природе и хозяйственной деятельности человека трудно переоценить. Шестиногие – самый многочисленный и разнообразный надкласс на планете. Особая роль принадлежит насекомым на суше, так как они являются в основном ее обитателями. Насекомые активно участвуют в круговоротах биогенных элементов, потому что среди них есть и консументы первого порядка – фитофаги, и консументы второго и третьего порядков – хищники и паразиты, и редуценты – разрушители органических остатков. Хищные насекомые уничтожают множество вредителей сельскохозяйственных и дикорастущих растений. Насекомые-сапрофаги являются участниками почвообразовательного процесса.

Насекомые способны питаться практически любым органическим материалом, который встречается на нашей планете, но одновременно они являются пищей для представителей других групп животных: амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Даже зерноядные птицы свое потомство выкармливают в основном насекомыми. Велика роль насекомых в опылении многих культурных и дикорастущих растений. Насекомые используются для получения продуктов питания (пчелы), сырья (тутовый шелкопряд), лекарственных препаратов, а также для борьбы с вредными представителями своего класса (энтомофаги) и растениями-сорняками (фитофаги). Гусениц тутового шелкопряда разводят в специальных хозяйствах, где из коконов этой бабочки производят естественные шелковые ткани. Широкое распространение получает разведение насекомых нектарофагов для опыления растений (пчелы-листорезы, шмели, пчелы-осмии и др.). Насекомых-сапрофагов культивируют для переработки органических отходов, в том числе навоза, в целях получения ценного органического удобрения (компоста) и белкового корма для животных. Разводят насекомых и в кормовых целях (саранчовые, сверчковые, личинки мух и др.). Так, потомство только одной пары навозных мух за сезон может дать биомассу в сотни тонн. Одна самка комнатной мухи может произвести до 200 яиц и более.

Насекомыми кормят рыб, певчих птиц и других животных, содержащихся в неволе. Разводят для содержания в неволе и самих насекомых: бабочек, жуков, палочников, богомолов, сверчков и др. Насекомые давно служат науке. На мухе дрозофиле проводились классические опыты по генетике.

Большое число видов насекомых являются вредителями лесных насаждений, сельскохозяйственных растений, запасов сырья и продуктов, паразитами животных и человека. Одни вредители уничтожают культурные растения и снижают их урожайность, другие наносят вред хлебным и фуражным запасам. Насекомые-паразиты снижают продуктивность сельскохозяйственных животных, вызывают тяжелые заболевания. Кровососущие насекомые могут быть переносчиками таких заболеваний, как бешенство, энцефалит, туляремия и др. Есть среди насекомых и промежуточные хозяева паразитических червей. С вредными видами насекомых человек ведет постоянную борьбу. Наряду с механическими, химическими и агротехническими методами все шире используются биологические методы, так как они безопасны для окружающей среды. Применяют в биологической борьбе энтомофагов, патогенные организмы, используют и генетические методы. Наездники, яйцееды и другие перепончатокрылые откладывают яйца в тело вредных насекомых или их яйца, что приводит к гибели вредителей.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика насекомых.
2. Внешнее строение и покровы насекомых.
3. Строение пищеварительной, кровеносной и дыхательной систем насекомых.
4. Строение нервной, выделительной систем и органов чувств насекомых.
5. Строение половой системы и развитие насекомых.
6. Значение насекомых в природе и жизни человека.
7. Систематика насекомых.
8. Характеристика основных отрядов насекомых.

2.7. Тип Моллюски (Mollusca)

Материальное обеспечение: сухие и влажные макропрепараты наземных пресноводных и морских моллюсков, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение макропрепаратов, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Моллюски, или мягкотелые, – вторичнополостные животные с несегментированным телом, в большинстве случаев заключенным в раковину. Известно более 113 тыс. видов моллюсков, живущих в морских и пресных водах, а также на суше. Большинство водных моллюсков – обитатели дна. Это животные, ведущие начало от кольчатых червей. Тело моллюсков состоит из трех отделов: головы, туловища и ноги. Важнейшей их особенностью является наличие мантии – складки кожи, свешивающейся со спины, с разнообразными и многочисленными железами, которые вырабатывают секреты, используемые при построении раковины. Между телом и мантией образуется мантийная полость, в которой расположены жабры (или легкие – у сухопутных форм) и некоторые органы чувств. Моллюски имеют тонкие и мягкие покровы, богатые слизистыми железами.

Тип Моллюски включает несколько классов, из которых наиболее распространены и представляют интерес три класса: Двустворчатые моллюски (Bivalvia), Брюхоногие моллюски (Gastropoda) и Головоногие моллюски (Cephalopoda), относящиеся к подтипу Раковинные (Conchifera).

Систематика

Тип Моллюски (Mollusca).
Класс Брюхоногие (Gastropoda).
Подкласс Переднежаберные (Prosobranchia).
Отряд Мезогастроподы (Mesogastropoda).
Виды: живородка обыкновенная (*Viviparus viviparus*);
битиния личи (*Bithynia leachi*);
битиния щупальцевая (*Bithynia tentaculata*).
Подкласс Легочные (Pulmonata).
Отряд Сидячеглазые (Basommatophora).
Виды: прудовик обыкновенный (*Lymnaea stagnalis*);
прудовик малый (*Galba truncatula*);
катушка роговая (*Planorbarius corneus*).
Отряд Стебельчатоглазые (Stylommatophora).
Виды: улитка виноградная (*Helix pomatia*);
янтарка (*Succunea putris*);
слизень полевой (*Deroceras agreste*).
Класс Двустворчатые (Bivalvia).

Надотряд Настоящие пластинчатожаберные (Autobranchia).
Отряд Униониды (Unionida).
Виды: беззубка (*Anodonta cygnea*);
перловица (*Unio pictorum*).
Отряд Митилиды (Mytilida).
Виды: мидия съедобная (*Mytilus edulis*);
устрица черноморская (*Ostrea taurica*);
дрейссена (*Dreissena polymorpha*).
Отряд Пектиниды (Pectinida).
Вид гребешок черноморский (*Flexopecten ponticus*).
Класс Головоногие (Cephalopoda).
Отряд Кальмары (Teuthida).
Вид кальмар тихоокеанский (*Todarodes pacificus*).
Отряд Осьминоги (Octopoda).
Вид осьминог обыкновенный (*Octopus vulgaris*).

Класс Брюхоногие (Gastropoda)

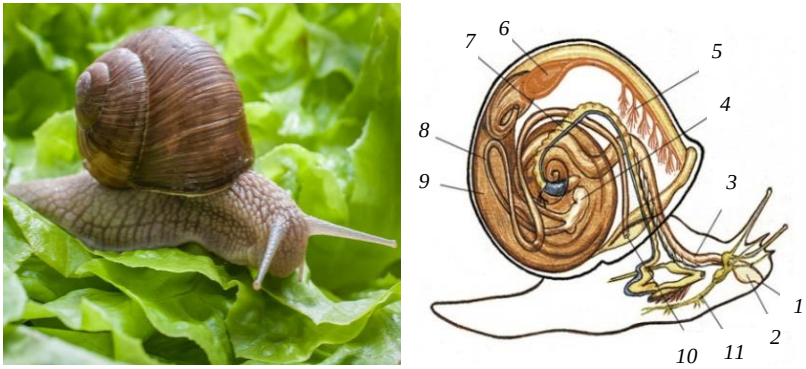
Морфологический обзор. У брюхоногих моллюсков, или улиток, нога имеет широкую подошву (такая нога используется этими моллюсками для ползания). При наличии раковины последняя спирально завита, что придает телу моллюска асимметричную форму. Голова имеет одну-две пары щупалец, у многих хорошо развиты глаза. Дышат брюхоногие моллюски жабрами или легкими. Первично брюхоногие моллюски – обитатели моря, но некоторые из них в процессе эволюции приспособились к жизни в пресных водоемах и на суше. Имеются пресноводные моллюски (прудовики, катушки), которые вторично перешли к водному образу жизни: живя в воде, они дышат кислородом воздуха. Немногие из них ведут паразитический образ жизни. Размеры улиток варьируют от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Это самый многочисленный и разнообразный класс моллюсков. Известно более 90 тыс. видов брюхоногих моллюсков, питающихся гниющими остатками, растительной и животной пищей. Многие из них являются вредителями растений, некоторые – промежуточными хозяевами паразитических плоских червей.

Органы пищеварения. Брюхоногие моллюски питаются растительной пищей, детритом или являются хищниками. Ротовое отверстие расположено на нижней стороне головы и ведет в глотку, которая имеет роговые челюсти и мускулистый валик – язык с теркой (радулой), имеющей вид пластинки с мелкими зубчиками. С ее помощью моллюск отделяет частицы пищи или субстрата. В глотку впадают прото-

ки слюнных желез. У некоторых хищных форм в слюне содержится серная кислота, с помощью которой моллюски растворяют раковины или панцири своих жертв – других моллюсков и иглокожих. Из глотки пища попадает в пищевод и затем в желудок, в который открываются протоки печени. Из желудка пищевая масса поступает в кишечник: сначала в среднюю и затем в заднюю кишку.

Органы дыхания – жабры и легкие. Жабрами дышат все морские и часть пресноводных видов. Наземные и вторичноводные (вынуждены периодически подниматься и набирать воздух в мантию) относятся к легочным моллюскам. Легкие моллюсков – это видоизмененная мантийная полость, стенки которой пронизаны сетью кровеносных сосудов. Воздух поступает в легкое через особое дыхальце, которое при погружении моллюска в воду закрывается. Моллюскам присуще и кожное дыхание.

Кровеносная система незамкнутая; ее образуют сердце, находящееся в околосердечной сумке, сосуды и лакуны (рис. 28). Кровь обычно бесцветна и содержит амебоциты. В околосердечную сумку открываются воронки двух почек; мочеточники выводят мочу в мантийную полость сбоку от анального отверстия.



а *б*

Рис. 28. Виноградная улитка: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: *1* – язык с теркой; *2* – глотка; *3* – пищевод; *4* – желудок; *5* – кровеносные сосуды в легком; *6* – сердце; *7* – яйцевод; *8* – кишечник; *9* – печень; *10* – анальное отверстие; *11* – нервная система

Органы размножения. Большинство морских брюхоногих моллюсков раздельнополые, а наземные и многие пресноводные – гермафро-

диты. Половые железы непарные. Оплодотворение яйцеклеток осуществляется в материнском организме. У гермафродитов половая система устроена сложно. Так, у виноградной улитки имеется гермафродитная железа, вырабатывающая яйцеклетки и спермин. Спаривание сводится к обмену спермой (подобно дождевым червям), которая поступает в семяприемники другой особи. Поэтому оплодотворение у них всегда перекрестное. Развитие протекает без стадии личинки (прямое) или с метаморфозом, реже наблюдается живорождение.

Брюхоногие моллюски участвуют в круговороте веществ в водоемах и на суше, потребляя органические остатки и перерабатывая их. Многие моллюски служат кормом для водных позвоночных. Морские трубачи являются источником черного и розового жемчуга, высоко ценящегося на мировом рынке.

Некоторых брюхоногих моллюсков используют в пищу, и они являются объектом промысла (в Черном море обитает моллюск морское блюдечко – *Patella*). Встречающаяся в нашей стране виноградная улитка (*Helix pomatia*) относится к числу вредителей виноградной лозы, а в ряде стран этих улиток употребляют в пищу, для чего специально разводят их.

Многочисленные многоядные слизни наносят вред различным растениям, поедая листья, ягоды и клубни. Тело слизней вытянуто и лишено раковины. У некоторых видов под кожей имеются ее остатки. Особый ущерб наносят полевым и кормовым культурам полевой слизень, крупный окаймленный слизень и др. Обычно это ночные животные, днем прячущиеся в укрытиях. Слизни гермафродиты. Дают за летний период несколько кладок по 9–50 яиц в каждой. Зимуют на стадии яйца и взрослой особи. Продолжительность жизни слизней – до 3 лет.

Наземные и пресноводные брюхоногие моллюски являются промежуточными хозяевами плоских паразитических червей – сосальщиков. Это малый прудовик (*Galba truncatula*), обыкновенный прудовик (*Galba stagnalis*), битиния личи (*Bithynia leachi*), хелицелла (*Helicella candidula*) и др. Роль этих брюхоногих моллюсков весьма велика в распространении гельминтных заболеваний, так как эти мягкотелые весьма многочисленны в природе. Например, малый прудовик живет во всех водоемах, начиная с маленьких луж и заканчивая крупными водоемами, и достигает численности нескольких миллионов на 1 га. Моллюск зимует, зарываясь в грунт дна водоемов. При этом более половины из них могут быть поражены личинками фасциол. Моллюски служат косвенным индикатором загрязнения водоемов.

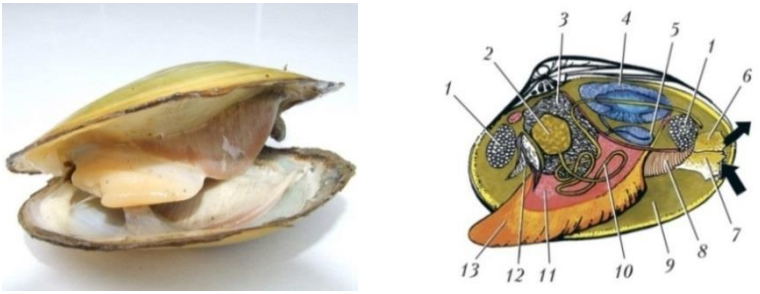
Класс Двустворчатые (Bivalvia)

Это моллюски, имеющие двустворчатую раковину, прикрывающую тело с боков. Голова у них не обособлена. Нога клиновидной формы, у ведущих неподвижный образ жизни нога часто подвергается редукции. Жабры в виде пластин (второе название класса – Пластинчатожаберные) находятся в мантийной полости с обеих сторон ноги. Из описанных более 20 тыс. видов двустворчатых моллюсков большая их часть обитает в морях, меньшая часть живет в пресных водах. Это малоподвижные или неподвижные животные дна водоемов. Питаются пассивно – за счет захватывания частиц пищи, поступающих с током воды в мантийную полость, и относятся к группе биофильтраторов.

Двустороннесимметричное тело этих животных состоит из туловища и ноги, имеющей клиновидную форму. С помощью ноги моллюски передвигаются: они высовывают ногу из раковины, зарывают ее в грунт дна водоема, а затем подтягивают к ней тело. У неподвижных видов нога в разной степени редуцирована.

Мантия (рис. 29) в виде двух складок свешивается с боков тела. Между телом и мантией образуется мантийная полость, в которой расположены жабры и нога, в нее открываются задняя кишка, мочевые и половые протоки.

Раковина имеет три слоя: органический, фарфоровидный (из углекислого кальция) и перламутровый.



а *б*

Рис. 29. Вскрытая беззубка: *а* – внешний вид; *б* – внутреннее строение: *1* – передняя и задняя мышцы; *2* – желудок; *3* – пищеварительная железа; *4* – перикардиальная сумка; *5* – почка; *6* – выводной сифон; *7* – вводной сифон; *8* – жабры; *9* – мантия; *10* – кишка; *11* – половая железа; *12* – ротовые лопасти; *13* – нога

Нервная система. Она состоит из трех пар нервных ганглиев, расположенных над глоткой, в ноге и в задней части туловища и связанных комиссурами. Органы чувств развиты слабо. В покровах разбросаны чувствующие клетки, на жабрах есть хеморецепторы, в ноге расположены органы равновесия – статоцисты. У некоторых видов по краям мантии разбросаны многочисленные глазки. Головные щупальца и глаза отсутствуют.

Органы пищеварения. Над основанием ноги на переднем конце тела расположено ротовое отверстие, по бокам которого имеются две лопасти с мерцательным эпителием, реснички которого гонят пищевые частички ко рту. Через короткий пищевод пища попадает в небольшой желудок, куда открываются протоки печени. Глотка, терка и слюнные железы из-за редукции головы у двустворчатых моллюсков отсутствуют.

Из желудка пища поступает в кишку, которая образует несколько петель, и затем через околосердечную сумку и желудочек сердца проходит назад и открывается анальным отверстием в выводной (клоакальный) сифон, откуда с током воды экскременты выбрасываются наружу.

Кровеносная система. Она представлена сердцем с одним желудочком и двумя предсердиями. Сердце лежит на спинной стороне в околосердечной сумке. От желудочка берут начало два мощных сосуда: передняя и задняя аорты.

Органы выделения. Они представлены двумя почками, которые лежат под сердцем. Каждая почка начинается выстланной мерцательным эпителием воронкой в околосердечной сумке. Мочеточники открываются в мантийную полость.

Органы размножения. Большинство двустворчатых моллюсков раздельнополы. Половые железы парные, а их протоки открываются в мантийную полость. Оплодотворение яйцеклеток наружное.

Развитие у большого числа видов происходит с метаморфозом.

Многих двустворчатых моллюсков используют в пищу (устрицы, гребешки, мидии и др.). Устрицы (семейство Ostreidae) ведут неподвижный образ жизни в морских водах, имеют асимметричную раковину. Большой выпуклой створкой они соприкасаются с субстратом, образуя огромные скопления на мелководьях. Во многих странах мясо устриц, характеризующееся высокой питательной ценностью, широко

используют в пищу. В прибрежных странах эффективно развивается промышленное разведение устриц.

Двустворчатые моллюски выполняют и очистительные функции в водоемах. Они поглощают и накапливают в своем теле тяжелые металлы и очищают воду от химических загрязнений. В среднем один моллюск пропускает за 1 ч около 1 л воды. Перловицы и беззубки являются действующими биофильтраторами. В этом отношении они представляют большую ценность, чем как источник мяса.

Класс Головоногие (Cephalopoda)

К этому классу принадлежит около 700 видов крупных моллюсков, живущих исключительно в морях и отличающихся наиболее сложной организацией. Из-за совершенных приспособлений к жизни в морской стихии и сложности поведения головоногих моллюсков часто называют приматами моря среди беспозвоночных животных. Обычно это свободноплавающие и подвижные хищники, предпочитающие воды теплых морей и океанов. Среди них мало ползающих видов. Их размеры колеблются от нескольких сантиметров до 18 м (гигантские кальмары).

Тело отчетливо подразделяется на голову и туловище.

Нога же превращена в щупальца (руки), которые вторично сместились на голову и окружают ротовое отверстие. Отсюда и их название – головоногие. Другая часть ноги преобразовалась в воронку, лежащую у входа в мантийную полость на брюшной стороне тела.

Покровы представлены однослойным эпителием и слоем соединительной ткани под ним. Головоногие моллюски способны к быстрой и резкой смене своей окраски, что обусловливается наличием в соединительнотканном слое кожи многочисленных пигментных клеток – хроматофоров. Механизм смены окраски контролируется нервной системой, получающей информацию по зрительным нервам.

Нервная система головоногих моллюсков устроена наиболее сложно. Нервные ганглии образуют крупное окологлоточное скопление – мозг, заключенный в хрящевую капсулу (соответствует по выполняемой функции черепу позвоночных). От заднего отдела ганглиозной массы отходят два крупных мантийных нерва.

Органы чувств хорошо развиты. Глаза по своему строению напоминают глаза млекопитающих (пример конвергенции между беспозвоночными и позвоночными животными).

Органы пищеварения также сложно устроены и несут черты специализации к питанию животной пищей. Ротовое отверстие, лежащее в центре венца щупалец, ведет в мускулистую глотку, в которой находится язык с теркой. Пища сначала разгрызается роговыми челюстями, а затем обильно смачивается слюной и перетирается теркой. Длинный пищевод может иметь расширение – зоб. Из пищевода пища попадает в мускулистый энтодермальный желудок, имеющий слепой мешковидный отросток. От желудка отходит тонкая кишка, переходящая в заднюю кишку, оканчивающуюся анальным отверстием в мантийную полость.

Питаются головоногие моллюски в основном рыбой, крабами и двустворчатыми моллюсками, схватывая их щупальцами и убивая челюстями и ядом.

Органы дыхания – жабры, расположенные в мантийной полости симметрично по бокам туловища.

Кровеносная система. Она представлена сердцем с одним желудочком и двумя или четырьмя предсердиями (по числу жабр). Кровь движется за счет сокращений сердца, а также за счет пульсации участков сосудов.

Выделительная система состоит из двух или четырех почек, берущих начало отверстиями в целоме (околосердечной сумке). Конечные продукты обмена поступают из жаберных вен и околосердечной сумки и выделяются в мантийную полость рядом с анальным отверстием.

Половая система. Головоногие моллюски – раздельнополые животные, у которых часто хорошо выражен половой диморфизм.

Оплодотворение обычно происходит в мантийной полости самки, роль копулятивного органа играет одно из щупалец, которое у самцов отличается наличием особого ложкообразного придатка. С помощью этого щупальца самец вводит сперматофоры в мантийную полость самки. Все развитие зародышей протекает внутри яиц, которые самка откладывает на дне. У некоторых головоногих проявляется забота о потомстве: самка аргонавта вынашивает яйца в выводковой камере, осьминоги охраняют кладку яиц.

Многие головоногие являются объектом промысла: кальмаров, каракатиц и осьминогов человек использует в пищу, поскольку их мясо обладает высокой пищевой ценностью. Мировой улов головоногих достигает более 1,6 млрд т в год.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика и систематика моллюсков.
2. Внешнее строение брюхоногих моллюсков.
3. Внутреннее строение виноградной улитки.
4. Размножение и развитие брюхоногих моллюсков.
5. Брюхоногие моллюски как промежуточные хозяева паразитических червей.
6. Значение брюхоногих в природе и жизни человека.
7. Внешнее строение двустворчатых моллюсков.
8. Внутреннее строение беззубки.
9. Значение двустворчатых в природе и жизни человека.
10. Особенности морфологии головоногих моллюсков.
11. Значение головоногих в природе и жизни человека.

2.8. Тип Иглокожие (Echinodermata)

Материальное обеспечение: сухие и влажные макропрепараты иглокожих, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, изучение макропрепаратов, рисунков, их зарисовка, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Представители этого типа, число которых составляет около 6 тыс. видов, населяют океаны и моря. Это вторичнополостные животные, имеющие во взрослом состоянии радиальную симметрию тела. У большинства видов органы расположены по пяти радиусам, но у части форм число лучей иное. Свободноплавающие личинки иглокожих имеют двустороннюю симметрию тела. Вторичная полость заполнена полостной жидкостью.

Иглокожие преимущественно донные животные, способные к медленному перемещению по субстрату, реже они прикрепляются к дну посредством особого стебелька и ведут оседлый образ жизни. Некоторые иглокожие служат пищей для морских обитателей, в том числе позвоночных, встречаются среди иглокожих промысловые виды. Размеры иглокожих колеблются от нескольких миллиметров до 2 м (голотурии).

Систематика

Тип Иглокожие (Echinodermata).
Класс Морские звезды (Asteroidea).
Вид звезда красная морская (*Asterias rubens*).
Класс Морские ежи (Echinoidea).
Вид еж северный морской (*Strongylocentrotus droebachiensis*).
Класс Змеехвостки, или Офиуры (Ophiuroidea).
Вид офиура голова Горгоны (*Gorgonocephalus* sp.).
Класс Морские огурцы, или Голотурии (Holothuroidea).
Вид трепанг дальневосточный (*Stichopus japonicus*).
Класс Морские лилии (Crinoidea).
Вид гелиометра ледовая (*Heliometra glacialis*).

Класс Морские звезды (Asteroidea)

Морфологический обзор. Тело представителей этого класса имеет звездообразную форму, а число лучей чаще всего бывает пять, но иногда достигает 50. Размеры варьируют от 1 до 70 см. Морские звезды окрашены в разнообразные цвета. Их тело может быть уплощенным, выпуклым и даже без лучей. Известно около 1,7 тыс. видов морских звезд.

Полость тела и внутренние органы заходят в лучи. Движутся эти животные с помощью амбулакральных ножек с присосками. Ротовое отверстие расположено в центре диска с оральной стороны тела. Рот через короткий пищевод сообщается с большим складчатым желудком. От желудка в целомы лучей отходит пять пар длинных слепых выпячиваний – печеночных мешков.

Подавляющее большинство морских звезд – хищники, питающиеся двустворчатыми моллюсками, ракообразными, коралловыми полипами и т. п. (рис. 30).

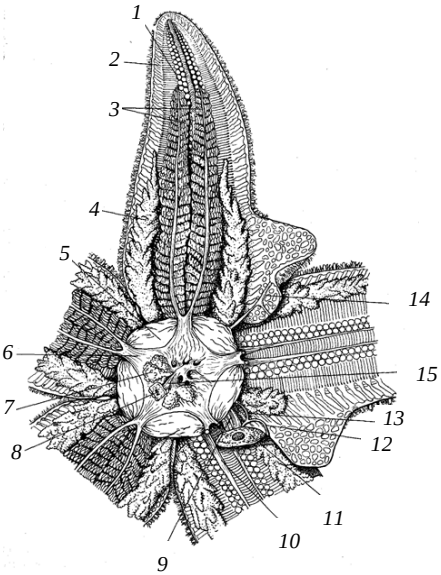
Одни звезды заглатывают добычу целиком в желудок, для других свойственно внешнее пищеварение. В последнем случае они раздвигают лучами створки моллюска, выворачивают через рот наружу желудок, охватывают им жертву и переваривают ее. В морских биоценозах звезды являются одним из звеньев пищевых цепей; они могут наносить ущерб мидиевым и устричным хозяйствам. Морские звезды (рис. 30) живут на глубине до 1 тыс. м, во время отливов могут оставаться по нескольку часов вне воды. Очень чувствительны к солености воды, что объясняет их отсутствие в Черном и Балтийском морях.



а



б



в

Рис. 30. Морская звезда: *а, б* – внешний вид; *в* – строение морской звезды:
1 – амбулакральные пластинки; *2* – маргинальные пластинки;
3 – печеночные мешки; *4* – гонады; *5, 6* – оральный и аборальный отделы желудка;
7 – ректальные железы; *8* – кусочек спинной стенки тела с анальным отверстием;
9 – каменистый канал; *10* – мускулы-ретракторы желудка; *11* – участок кожи
с мадрепоровой пластинкой; *12* – стенка осевого синуса; *13* – половой столон;
14 – половой проток; *15* – задняя кишка

Класс Морские ежи (Echinoidea)

Морские ежи – малоподвижные донные иглокожие, как правило, шаровидной или уплощенной формы. У большинства хорошо развит скелет в виде сплошного панциря из плотно соединенных известковых пластинок. Ежи покрыты многочисленными иглами, которые подвижно причленяются к телу, и имеют амбулакральные ножки с присосками. Некоторые виды передвигаются на иглах. Известно около 800 видов морских ежей.

Большинство ежей питаются растительной пищей, но есть много и зоофагов. Рот, расположенный на нижней стороне тела, вооружен особым жевательным аппаратом с пятью выступающими зубами – аристотелев фонарь. Кишечник заканчивается анальным отверстием на вершине тела. Иглы, покрывающие тело ежей, наряду с защитными функциями иногда принимают участие в передвижении (как ходули). Среди обыкновенных игл разбросаны иглы-щипчики (педицеллярии), предназначенные для очистки тела от экскрементов. Некоторые щипчики выполняют защитную роль, так как имеют ядовитые железы.

У многих ежей имеются кожные жабры, расположенные на околоротовой площадке. Оплодотворение наружное. Развитие происходит со сложным метаморфозом. Ежами питаются чайки, каланы, рыбы, морские звезды, крабы. Промысел ежей ведется в дальневосточных морях.

Класс Голотурии, или Морские огурцы (Holothuroidea)

Голотурии, или Морские огурцы, или Морские кубышки, имеют мешковидное тело, у некоторых видов оно червеобразной формы с венчиком ветвистых щупалец вокруг рта, расположенного на переднем конце. Вдоль тела тянутся пять полос амбулакральных ножек с присосками. В основном это донные животные, но встречаются роющие и плавающие виды. Питаются голотурии органикой и мелкими животными. Насчитывают около 900 видов голотурий. В их коже разбросаны мелкие известковые тельца. Дышат голотурии с помощью особых двух водяных легких, лежащих в полости тела по бокам кишечника.

Размеры голотурий колеблются от нескольких миллиметров до 1 м. Плавающие формы имеют небольшое студенистое тело, питаются планктоном. При опасности голотурии выбрасывают из задней кишки особые липкие нити или даже все содержимое полости тела. Секрет, из которого образуются липкие нити, поступает по протоку в кишечник

из кювьеровой железы. Некоторые виды при нападении на них хищника отбрасывают заднюю часть своего тела. Недостающие части тела у голотурий регенерируют.

Голотурии раздельнополые, но встречаются гермафродиты, которые функционируют и как самцы, и как самки. Развитие с метаморфозом. Личинки голотурий выполняют расселительную функцию.

Голотурии служат пищей для крупных обитателей морей и океанов, являются объектом промысла (40 видов). Основным объектом промысла в нашей стране является дальневосточный трепанг (*Stichopus japonicus*).

Класс Морские лилии (Crinoidea)

Представители этого класса – морские лилии, ведущие постоянно или временно прикрепленный к субстрату образ жизни. Пищу они захватывают из толщи воды с помощью обращенного вверх рта. Это наиболее древняя группа иглокожих, насчитывающая 540 современных видов. Морские лилии по форме и окраске напоминают цветы. Встречаются стебельчатые и бесстебельчатые формы. Тело их обращено оральной стороной вверх, на этой стороне расположены ротовое и анальное отверстия. Амбулакральные ножки лишены присосок и выполняют функции дыхания, осязания и передачи пищи ко рту. Большинство лилий десятирукие – с пятью раздвоенными у самого основания лучами, отходящими от тела (чашечки). Известковые членики мускулистого стебелька подвижны, а нижние – снабжены специальными усиками, служащими для прикрепления лилии к субстрату. Подвижные лучи-руки имеют побочные веточки – пиннулы. По верхней стороне лучей проходит амбулакральная бороздка, усаженная амбулакральными ножками без присосок.

В северных морях типичная гелиометра (*Heliometra gracialis*) – бесстебельчатая лилия с лучами до 35 см. Лилии – очистители морской воды от органических загрязнений.

Контрольные вопросы

1. Особенности строения морских звезд.
2. Особенности строения морских ежей и голотурий.
3. Значение иглокожих в природе и жизни человека.

3. ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

Хордовые – наиболее высокоорганизованная группа животных, освоивших различные среды обитания. К хордовым принадлежат трехслойные, двусторонне-симметричные, вторичнополостные, вторичноротые животные метамерного строения. Метамерия более полно выражена у первичноводных хордовых на ранних стадиях эмбрионального развития. Хордовые имеют кровеносную систему и органы выделения метанефридиального типа. Половые железы их развиваются в целом.

Для хордовых характерны следующие, присущие только им признаки:

1) осевой скелет представлен хордой – упругим гибким несегментированным стержнем энтодермального происхождения, тянущимся вдоль тела животного над пищеварительной трубкой. На ранних стадиях развития хорда закладывается у всех хордовых, но у более высокоорганизованных животных на более поздних стадиях онтогенеза замещается сегментированным позвоночником мезодермального происхождения;

2) центральная нервная система представлена нервной трубкой эктодермального происхождения с каналом (невроцелем) внутри. Она расположена на спинной стороне тела животного над хордой;

3) в переднем отделе пищеварительной трубки – глотке – по бокам имеются жаберные щели, которые образуются у всех хордовых на эмбриональной стадии развития, но пожизненно сохраняются только у первичноводных животных (рис. 31).

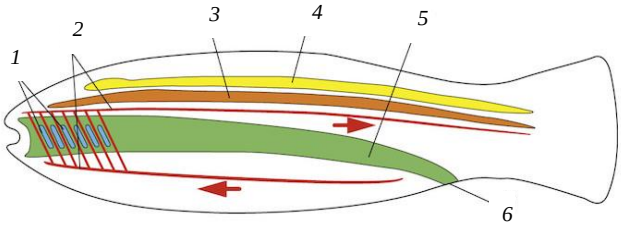


Рис. 31. Схема строения хордовых: *1* – жаберные щели; *2* – кровеносные сосуды; *3* – хорда; *4* – нервная трубка; *5* – пищеварительная трубка; *6* – анальное отверстие

Известно около 45 тыс. видов хордовых, обитающих как в водной среде, так и на суше. Большинство из них ведет подвижный образ

жизни. Хордовые имеют огромное хозяйственное значение. К этому типу принадлежат практически все сельскохозяйственные животные.

Многие хордовые служат объектом промысла, являясь источником получения большого количества мяса, жира, кожи, пушнины и других продуктов промышленного сырья.

Среди хордовых имеются виды, приносящие пользу истреблением паразитов и вредителей сельского хозяйства, но существует также немало видов, причиняющих значительный ущерб растениеводству и животноводству. Некоторые виды участвуют в распространении опасных заболеваний растений, животных и человека.

Хордовые – это вершина эволюции вторичноротых. Существование типа было обосновано известным русским зоологом А. О. Ковалевским, а название типа предложено Т. Беллом в 1878 г.

Систематика

Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Личиночно-хордовые (Urochordata).
Класс Асцидии (Ascidiae).
Класс Аппендикулярии (Appendiculariae).
Класс Сальпы (Salpae).
Подтип Бесчерепные (Acrania).
Класс Головохордовые (Cephalochordata).
Подтип Позвоночные (Vertebrata).

3.1. Подтип Личиночно-хордовые (Urochordata)

Материальное обеспечение: влажные препараты асцидии, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов, зарисовка рисунков, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Известно около 1,5 тыс. видов личиночно-хордовых. Все они являются морскими животными. Большая их часть во взрослом состоянии ведет сидячий образ жизни, прочно прикрепляясь к субстрату; некоторые живут в толще воды, перемещаясь течениями. Для личиночно-хордовых характерно также то, что их тело заключено в оболочку, об-

разованную веществами, близкими к клетчатке. В отличие от подавляющего большинства других хордовых личиночно-хордовые – гермафродиты. Некоторые из них способны размножаться и бесполым путем, образуя почки. Хозяйственного значения не имеют.

Класс Асцидии (Ascidiae)

Морфологический обзор. Асцидии – самая многочисленная группа личиночно-хордовых. Это примитивные хордовые животные, которые на личиночной стадии развития имеют все характерные для типа черты строения (рис. 32).



Рис. 32. Внешний вид асцидий

При переходе во взрослое состояние они утрачивают хорду, центральная нервная система из нервной трубки превращается в компактный нервный узел (лишь аппендикулярии сохраняют хорду и нервную трубку в течение всей жизни). Упрощение организма с возрастом у этих животных связано с переходом от подвижного существования личинки к неподвижному – во взрослых особей (регрессивный метаморфоз).

Большинство асцидий обитает на дне морей, прирастая к камням и другим подводным предметам. Некоторые образуют колонии, пассивно плавающие в водах океана. Тело асцидий гладкое или бугристое. На верхнем конце его выдается короткий ротовой сифон с ротовым отверстием, у некоторых видов оно окружено щупальцами. Сбоку от ротового сифона расположен выводной (клоакальный) сифон. При раздражении тело асцидий может сжиматься, а сифоны – втягиваться.

Покровы своеобразны. Снаружи тело асцидий одето толстой плотной оболочкой – туникой. Туника нередко имеет яркую окраску.

Скелет у взрослых особей редуцируется.

Нервная система состоит из лишенного полости ганглия, лежащего между сифонами, и отходящих от него нервов.

Пищеварительная система начинается ротовым сифоном, ведущим в обширную глотку, стенки которой прободены многочисленными мелкими отверстиями – жаберными щелями. Через жаберные щели вода поступает в околожаберную полость и выводится наружу через клоакальный сифон. Ток воды через глотку вызывается колебаниями особой вибрирующей пластинки, расположенной в глотке, и движением ресничек мерцательного эпителия, выстилающего глотку (рис. 33).

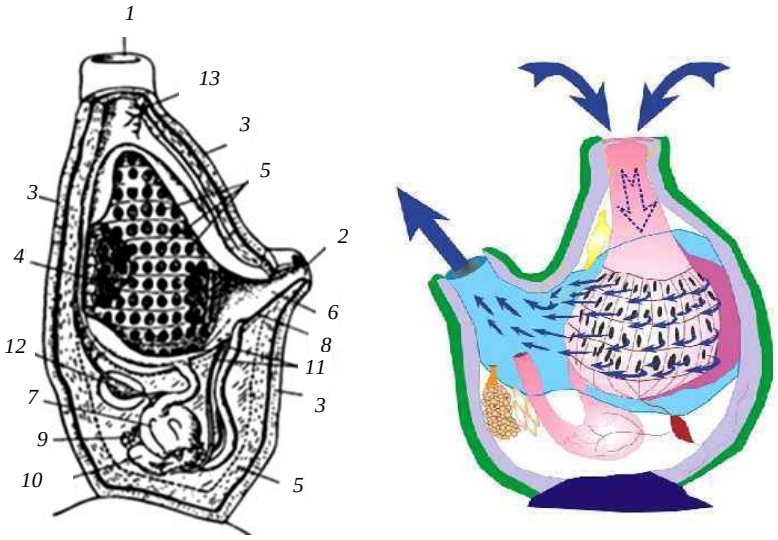


Рис. 33. Строение асцидии: *а* – внутреннее строение:
1 – полость ротового сифона; *2* – полость клоакального сифона; *3* – туника;
4 – полость глотки; *5* – жаберные щели; *6* – околожаберная полость; *7* – желудок;
8 – анальное отверстие; *9* – семенник; *10* – яичник; *11* – протоки половых желез;
12 – сердце; *13* – нервный узел; *б* – движение воды через асцидию

Вместе с водой в глотку попадают различные пищевые частицы, которые оседают на ее дно, где имеется эндостиль (как у ланцетника). Да-

лее пища следует в пищевод, затем в мешковидный желудок и далее в короткую кишку, открывающуюся в околожаберную полость. Непереваренные остатки пищи с током воды выносятся через клоакальный сифон наружу.

Кровеносная система незамкнутая. От мешковидного сердца отходят два сосуда, один из которых (жаберный) ветвится в межжаберных перегородках глотки, где и происходит газообмен, другой (кишечный) – идет к внутренним органам. Из этих сосудов кровь изливается в полости между органами, омывая их. Сердце работает маятникообразно – вначале гонит кровь по жаберному сосуду, затем в обратном направлении к внутренним органам.

Органы выделения у асцидий отсутствуют.

Органы размножения. Асцидии – гермафродиты, но самооплодотворения у них не происходит, так как яйцеклетки и спермин созревают в разное время.

Работы знаменитого русского эмбриолога А. О. Ковалевского показали, что из яиц асцидий выходят микроскопически малые подвижные личинки. Их округлое тело заканчивается длинным, сжатым с боков хвостом. Внутри хвоста тянется хорошо развитая хорда типичного строения. Над хордой лежит нервная трубка, несколько расширяющаяся в передней части. Глотка личинки пронизана жаберными щелями. Следовательно, личинкам асцидий присущи все типичные признаки хордовых животных. Подвижная личинка вскоре прикрепляется передним концом к подводному камню и претерпевает регрессивные превращения.

Хвост с находящейся в нем хордой и большей частью нервной трубки атрофируется. Передняя часть нервной трубки видоизменяется в нервный узел взрослой асцидии. Складками покровов образуется околожаберная полость. Снаружи тело покрывается туникой. Так подвижная личинка, несущая характерные для хордовых животных признаки, постепенно превращается в сидячую взрослую асцидию, утратившую большую часть признаков, свойственных представителям типа хордовых. Именно поэтому описываемые животные получили название «личиночно-хордовые».

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика хордовых.
2. Внешнее строение асцидии.
3. Строение пищеварительной и дыхательной систем асцидии.
4. Кровеносная система асцидии.

3.2. Подтип Бесчерепные (Acrania)

Материальное обеспечение: влажные препараты ланцетника, микропрепараты поперечного среза ланцетника, микроскопы, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия; просмотр влажных препаратов и микропрепаратов ланцетника, зарисовка рисунков, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Бесчерепные – мелкие морские, преимущественно донные животные (около 30 видов), сохраняющие все основные признаки типа в течение всей жизни (осевой скелет в виде хорды, нервная система в виде недифференцированной нервной трубки и глотка с жаберными щелями). Их организация – это как бы схема строения хордового животного. Бесчерепные представляют большой интерес для решения вопроса о происхождении позвоночных животных. Познанию бесчерепных наука обязана прежде всего исследованиям А. О. Ковалевского.

Класс Головохордовые (Cephalochordata)

Морфологический обзор. Головохордовые – это единственный класс бесчерепных. К числу представителей этого класса относятся ланцетники. Наиболее обычным и хорошо изученным является европейский ланцетник, обитающий в Черном море (рис. 34). Это небольшое животное (длиной до 8 см) обитает на мелководье морей; обычно он лежит на грунте или зарывается в песок, выставив наружу передний отдел тела.

Ланцетники питаются мелкими пищевыми частицами, находящимися в воде и оседающими на дно. Таким образом, ланцетники являются хорошими биофильтраторами.

Форма тела ланцетника вытянутая, сжатая с боков, заостренная спереди и сзади. По спине тянется невысокая продольная складка кожи – спинной плавник, переходящий в хвостовой плавник характерной копьевидной формы. Парных конечностей нет.

Кожа голая, покрыта слизью. Эпидермис однослойный, в нем располагаются одноклеточные кожные железы. Под эпидермисом находится соединительнотканная дерма.



Рис. 34. Внешний вид ланцетника

Скелет представлен хордой, тянущейся вдоль всего тела. Хорда и лежащая над ней нервная трубка окружены соединительнотканной оболочкой. Соединительнотканные образования располагаются в основании плавников, между мышечными сегментами.

Мускулатура тянется лентами по обе стороны тела. Эти мускульные ленты метамерно разделены тонкими соединительнотканными перегородками (миосептами) на ряд мышечных сегментов (миомеров).

Центральная нервная система имеет вид трубки с полостью (невроцелем), образующей в передней части расширение – зачаток желудочка головного мозга. От центральной нервной системы попарно отходят спинные – двигательно-чувствительные и брюшные – двигательные нервы, которые не соединяются в общие смешанные нервы, как у позвоночных животных.

Органы чувств примитивные. Околоротовые щупальца и вся поверхность тела выполняют осязательную функцию. На переднем конце тела находится обонятельная ямка. На ранних стадиях развития невроцель сообщается отверстием с внешней средой: позже это отверстие зарастает, превращаясь в обонятельную ямку. По всей длине нервной трубки в области невроцеля располагаются светочувствительные органы – глазки Гессе, состоящие из пигментной и светочувствительной клеток (рис. 35).

Питание и дыхание пассивное. Пищеварительная система начинается предротовой воронкой. На дне ее расположен рот, ведущий в обширную глотку, переходящую в кишечник. Длина глотки может составлять более половины длины кишечника. Кишечник тянется без изгибов и заметных расширений от глотки до анального отверстия. От брюшной

стороны кишечника сразу за глоткой отходит печеночный вырост, который является гомологом печени позвоночных и совмещает в себе функции печени и поджелудочной железы. В глотке ланцетника имеется эндостиль, обеспечивающий улавливание пищи и поступление ее в кишечник. Эндостиль – это продольный желобок, выстланный ресничным эпителием и железистыми клетками, который тянется по дну глотки. Он огибает рот с двух сторон и по спинной стороне глотки впадает в кишечник. С помощью щупалец и ресничного эпителия в глотке ланцетник создает ток воды, которая поступает через рот и приносит взвешенные пищевые частицы, оседающие на дно глотки, и через жаберные щели выводится наружу. Осевшие частицы ослизняются и движением ресничек сначала подаются вперед, а затем по спинной борозде глотки попадают в кишечник.

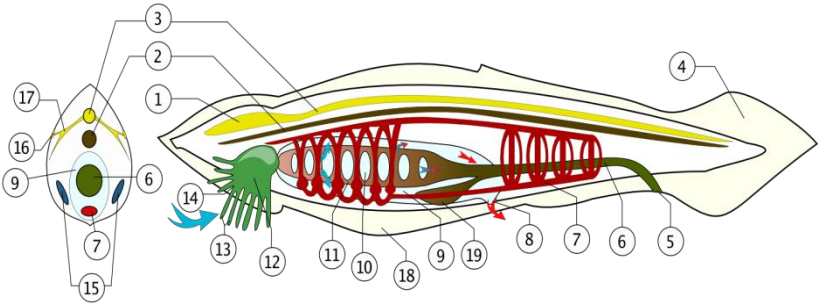


Рис. 35. Внутреннее строение ланцетника: *1* – мозговой пузырек; *2* – хорда; *3* – нервная трубка; *4* – хвостовой плавник; *5* – анальное отверстие; *6* – задний отдел кишечника в виде трубки; *7* – кровеносная система; *8* – атриопор; *9* – окологлоточная полость; *10* – жаберная щель; *11* – глотка; *12* – ротовая полость; *13* – околоротовые щупальца; *14* – предротовое отверстие; *15* – гонады (яичники, семенники); *16* – глазки Гессе; *17* – нервы; *18* – метаплевральная складка; *19* – слепой печеночный вырост

Глотка велика и пронизана многочисленными (около 100 пар) косорасположенными жаберными щелями. Они открываются в околожаберную полость, которая образуется у эмбриона путем срастания по средней линии брюха двух боковых складок кожи. Из околожаберной полости вода выводится наружу через непарное отверстие (атриопор) на брюшной стороне тела.

Кровеносная система замкнутая (рис. 36). Имеется один круг кровообращения. Сердце отсутствует, а кровь движется благодаря пульсации

некоторых крупных сосудов. От венозного синуса начинается брюшная аорта, несущая венозную кровь и тянущаяся под глоткой. От брюшной аорты в обе стороны к межжаберным перегородкам отходят приносящие жаберные артерии. Через тонкие покровы происходит поглощение кровью растворенного в воде кислорода. Артериальная кровь через выносящие жаберные артерии поступает в парные наджаберные сосуды (корни спинной аорты), расположенные над глоткой, которые позади глотки сливаются в спинную аорту. Спинная аорта тянется под хордой, от нее отходят артерии к различным органам задней половины тела.

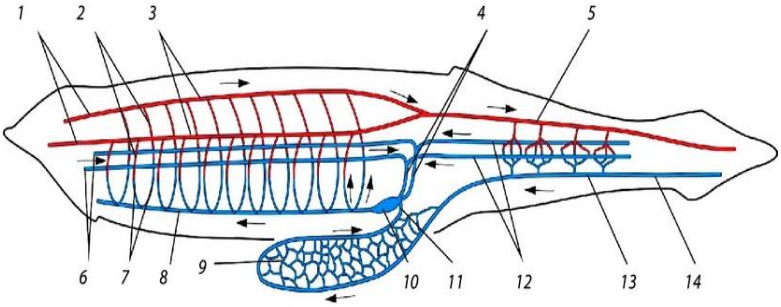


Рис. 36. Схема кровеносной системы ланцетника: *1* – сонные артерии; *2* – выносящие жаберные артерии; *3* – корни спинной аорты; *4* – кювьеровы протоки; *5* – спинная аорта; *6* – передние кардинальные вены; *7* – приносящие жаберные артерии; *8* – брюшная аорта; *9* – воротная система печеночного выроста; *10* – венозный синус; *11* – печеночная вена; *12* – задние кардиальные вены; *13* – подкишечная вена; *14* – хвостовая вена

Наджаберные сосуды продолжаются вперед сонными артериями, снабжающими кровью головной отдел животного. Венозная кровь от кишечника оттекает по подкишечной вене к печеночному выросту, где образует воротную систему. Из печени кровь по печеночной вене поступает в венозный синус, лежащий у корня брюшной аорты. Из передней и задней частей тела кровь собирается в передние и задние парные кардинальные вены. Последние, сливаясь, образуют правый и левый кювьеровы протоки, которые впадают в венозный синус. Так замыкается круг кровообращения.

Органы выделения представлены видоизмененными метанефридиями (около 100 пар), расположенными метамерно в области глотки.

Выводными протоками они открываются в околожаберную полость (см. рис. 35).

Органы размножения имеют вид двух рядов парных половых желез, лежащих на дне околожаберной полости. Половые продукты выводятся в околожаберную полость через временно образующиеся протоки и через атриопор попадают в воду; оплодотворение наружное.

Контрольные вопросы

1. Внешнее строение ланцетника.
2. Особенности строения пищеварительной и дыхательной систем ланцетника.
3. Кровеносная система ланцетника.
4. Выделительная и половая системы ланцетника.

3.3. Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Материальное обеспечение: влажные препараты круглоротых, рисунки, видеофильм, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов круглоротых, зарисовка рисунков; подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

К подтипу Позвоночные относится подавляющее большинство хордовых животных. Позвоночные отличаются более высокой организацией, чем бесчерепные и личиночно-хордовые (рис. 37). Среди них нет видов, ведущих сидячий образ жизни. Они активны – разыскивают и захватывают пищу, спасаются от врагов, ищут себе пару.

Увеличение подвижности предопределило интенсификацию обмена веществ и, как следствие, усложнение общего уровня организации, в частности, усложнение центральной нервной системы, ее разделение на спинной и головной мозг, состоящий из пяти отделов. Характерно также наличие сердца, расположенного на брюшной стороне тела под кишечной трубкой. Название подтипа связано с замещением хорды сегментированным хрящевым или костным осевым скелетом – позвоночником.



Рис. 37. Представители позвоночных

Позвоночные животные широко распространены по земному шару. Многие позвоночные имеют большое хозяйственное значение.

Систематика

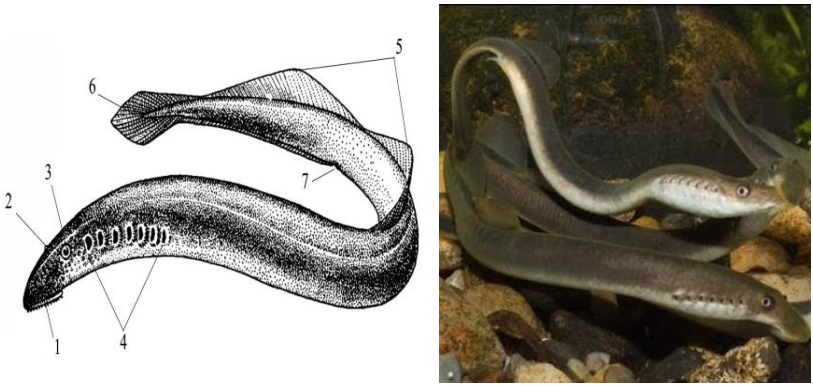
Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Черепные (Craniata).
Надкласс Бесчелюстные (Agnatha).
Класс Круглоротые (Cyclostomata).
Отряд Миноги (Petromyzontes).
Вид минога европейская ручьевая (*Lampetra fluvatilis*).
Отряд Миксины (Myxini).
Вид миксина обыкновенная (*Myxine qlutinosa*).

3.3.1. Класс Круглоротые (Cyclostomata)

Класс круглоротых представлен примитивной группой позвоночных животных, включающей миног и миксин. Это рыбообразные животные, не имеющие челюстей. Тело круглоротых вытянутое, цилиндрическое, несколько уплощенное с боков, особенно в задней части.

Кожа голая, с многочисленными железами, покрыта слизью. Парные конечности отсутствуют – их не было и у предков круглоротых. Рот без челюстей, расположен в глубине ротовой присоски. Ноздря непарная. Хорда полностью сохраняется в течение всей жизни животного. По бокам спинного мозга метамерно расположены попарно небольшие хрящи – зачатки верхних дуг позвонков. Череп образован несколькими хрящами. Миксины и большинство миног – обитатели моря, но некоторые миноги заходят в реки для икрометания, либо постоянно живут в пресных водах.

Тело круглоротых разделено на голову, туловище и хвост. Хвост оторочен узким хвостовым плавником. У миног на спине имеются также непарные спинные плавники (рис. 38).



а *б*

Рис. 38. Каспийская минога: *а* – внешнее строение; *1* – присасывательная воронка; *2* – ноздря; *3* – глаз; *4* – наружные жаберные отверстия; *5* – спинные плавники; *6* – хвостовой плавник; *7* – анальное отверстие; *б* – внешний вид

Органы чувств развиты слабо. Глаза малы, а у миксин сильно редуцированы. Обонятельная полость непарная, она открывается наружу одной ноздрей (но обонятельные нервы парные). Обонятельный мешок продолжается в так называемый питуитарный вырост. Ухо внутреннее; орган равновесия имеет только два полукружных канала. Имеются кожные рецепторы различного назначения.

Пищеварительная система начинается околоротовой присоской, усаженной роговыми зубчиками. В глубине присоски расположен рот,

который ведет в обширную глотку. Глотка делится горизонтальной перегородкой на две части: слепо заканчивающуюся дыхательную и расположенную над ней пищеварительную (пищевод). Последний переходит в прямой, недифференцированный кишечник, заканчивающийся анальным отверстием (рис. 39). Имеется большая печень; желчного пузыря нет.

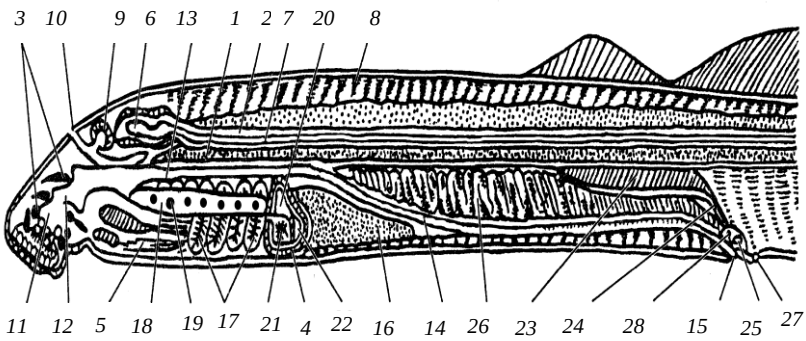


Рис. 39. Продольный разрез речной миноги: *1* – хорда; *2* – соединительнотканная оболочка; *3* – хрящи ротовой воронки; *4* – околосердечный хрящ; *5* – мускулатура языка; *6* – головной мозг; *7* – спинной мозг; *8* – спинная мускулатура; *9* – обонятельная капсула; *10* – ноздря; *11* – ротовая полость; *12* – глотка; *13* – пищевод; *14* – кишка; *15* – анальное отверстие; *16* – печень; *17* – жаберные мешки; *18* – дыхательная трубка; *19* – внутренние отверстия жаберных мешков; *20* – предсердие; *21* – желудочек; *22* – венозная пазуха; *23* – почка; *24* – мочеточник; *25* – мочеполовой синус; *26* – половая железа; *27* – мочеполовое отверстие; *28* – половая пора

Органами дыхания служат жаберные мешки. Их строение отличается от строения жабр рыб. В боковых стенках дыхательной части глотки имеются парные отверстия, ведущие в жаберные мешки, стенки которых несут многочисленные тонкие лепестки. В них расположена сеть кровеносных сосудов. У миног отверстия жаберных мешков открываются наружу самостоятельными жаберными отверстиями по бокам головы. Обычно их семь пар. У миксин же наружные жаберные отверстия ведут в продольный канал, открывающийся одним отверстием. Жабры у круглоротых развиваются из энтодермы, а не из эктодермы, как у рыб (рис. 39).

Кровеносная система круглоротых похожа на кровеносную систему ланцетника. Имеется один круг кровообращения. Сердце состоит из предсердия и желудочка. Селезенка отсутствует.

Покровы круглоротых тонкие, с большим количеством слизистых железок.

Скелет представлен хорошо развитой хордой. По бокам спинного мозга в толще соединительнотканной оболочки, окружающей его и хорду, расположены два ряда небольших хрящиков, являющихся зачатками верхних дуг позвонков. Череп состоит из нескольких отдельных хрящей, соединенных тонкой перепонкой. Основанием черепа служит хрящевая пластинка, по бокам которой лежат слуховые капсулы, а спереди – обонятельная капсула. Скелет глоточной области имеет вид хрящевой решетки. Жаберные дуги и челюсти отсутствуют.

Мускулатура четко разделена миосептами на ряд миомеров.

Нервная система весьма примитивна. Головной мозг мал. В крыше переднего мозга нет нервных клеток. Мозжечок имеет вид валика на передней стенке продолговатого мозга, который занимает около половины всего головного мозга.

Органами выделения у взрослых миног являются туловищные почки, а у некоторых миксин всю жизнь функционируют головные почки.

Половые железы непарные. Половые продукты выводятся через разрыв стенок гонад в полость тела, а оттуда через мочеполовой синус – наружу.

Развитие у миксин прямое, у миног – со стадией личинки. В класс Круглоротые входят два отряда: Миксины и Миноги.

Отряд Миксины. Представители этого отряда ведут паразитический образ жизни. Спинной плавник отсутствует. Глаза скрыты под кожей. Для миксин характерно слияние каналов, выводящих воду из жаберных мешков. Жаберные мешки открываются в общий продольный канал, выходное отверстие которого находится позади головы. Таким образом, у них имеются лишь два сближенных на брюшной стороне наружных отверстия жаберных мешков. Живут в морях. Миксины вгрызаются в тело рыб и поедают их внутренности (рис. 40).



Рис. 40. Внешний вид миксины

Отряд Миноги. Представители этого отряда – свободноживущие и полупаразитические животные. У миног нет парных конечностей, имеются лишь непарные спинной и хвостовой плавники (рис. 41).



Рис. 41. Миноги, вгрызающиеся в тело рыб

Тело удлиненное, цилиндрическое, без чешуи. Снизу на переднем конце головы открывается почти круглое отверстие большой ротовой воронки. Она служит присасывательным диском. Ротовая воронка несет на своей внутренней стенке роговые периодически сменяющиеся зубы различных размеров. Отверстие в глубине воронки ведет в ротовую полость, переходящую в пищевод и в дыхательную часть глотки. Позади головы с каждой стороны тела имеются по семь жаберных отверстий. Каждое из них ведет в мешок с жаберными лепестками на его стенках. Своим внутренним отверстием мешок сообщается с дыхательной частью глотки – водопроводом. Через этот отдел глотки вода проникает в жаберные мешки, а из мешков – наружу. У присосавшейся миноги циркуляция воды осуществляется только через наружные жаберные отверстия. Пищевод переходит в едва намеченный, несколько расширенный по сравнению с кишкой желудок. Далее кишка без изгибов продолжается до анального отверстия, имеется спиральный клапан. Кровеносная система и почки у миног имеют те же основные черты, что и у рыб. Миноги широко распространены в морях и пресных водах обоих полушарий.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика класса Круглоротые.
2. Систематика круглоротых.
3. Особенности морфологии круглоротых.
4. Биологическое разнообразие круглоротых.
5. Значение круглоротых в природе и жизни человека.

3.3.2. Надкласс Рыбы (Pisces)

Материальное обеспечение: влажные препараты разных видов рыб, рисунки, видеофильм, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов рыб, зарисовка рисунков, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Рыбы – пойкилотермные водные позвоночные, органами движения которых являются парные и непарные плавники. У большинства рыб кожа содержит многочисленные железы и покрыта чешуей различного строения. По бокам тела имеются специфичные для первичноводных позвоночных органы боковой линии. Рот органичен подвижными челюстями. Органами дыхания служат жабры эктодермального происхождения. Обонятельные отверстия парные. У всех рыб, кроме двоякодышащих, один круг кровообращения. Сердце имеет камеры – предсердие и желудочек рыбы, как правило, раздельнополы, но встречаются и гермафродиты. Размножаются обычно икрометанием, но есть также живородящие.

В современной фауне насчитывается около 25 тыс. видов рыб, большинство из которых живет в морях. Рыбы имеют огромное значение как продуценты ценных пищевых продуктов технического сырья.

Современных рыб обычно подразделяют на два класса – Хрящевые и Костные.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Позвоночные (Vertebrata).
Надкласс Челюстноротые (Gnathostomata).
Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes).
Подкласс Пластиножаберные (Elasmobranchii).
Надотряд Акулы (Selachomorpha).
Виды: катран черноморский (*Squalus acanthias*);
акула белая (*Carcharodon carcharias*).
Надотряд Скаты (Batomorpha).
Виды: скат хвостокол (*Dasyatis pastinaca*);
скат электрический обыкновенный (*Torpedo marmorata*).
Класс Костные рыбы (Osteichthyes).

Подкласс Лопастеперые рыбы (Sarcopterygii).
Надотряд Кистеперые рыбы (Crossopterygii).
Отряд Целокантообразные (Coelacanthiformes).
Вид: латимерия (*Latimeria chalumnae*).
Надотряд Двоякодышащие рыбы (Dipnoi).
Виды: чешуйчатник (*Lepidosiren paradoxa*);
протоптер (*Protopterus annectens*);
рогозуб (*Neoceratodus forsteri*).
Подкласс Лучеперые рыбы (Actinopterygii).
Надотряд Ганоидные (Ganoidomorpha).
Отряд Осетрообразные (Acipenseriformes).
Виды: белуга (*Huso huso*);
стерлядь (*Acipenser ruthenus*);
осетр атлантический (*Acipenser sturio*).
Надотряд Клюпеоидные (Clupeomorpha).
Отряд Сельдеобразные (Clupeiformes).
Виды: сельдь атлантическая (*Clupea harengus*);
килька каспийская (*Clupeonella cultriventris*).
Отряд Лососеобразные (Salmoniformes).
Виды: лосось каспийский (*Salmo trutta caspius*);
форель ручьевая (*Salmo trutta fario*);
горбуша (*Oncorhynchus gorbusha*).
Подотряд Щуковидные (Esocoidei).
Вид щука обыкновенная (*Esox lucius*).
Надотряд Ангвиллоидные (Anguillomorpha).
Отряд Угреобразные (Angulliormes).
Виды: угорь европейский (*Anguilla anguilla*);
мурена средиземноморская (*Muraena helena*).
Надотряд Циприноидные (Cyprinomorpha).
Отряд Карпообразные (Cypriniformes).
Виды: карп (*Cypris carpio*);
плотва (*Rutilus rutilus*);
лещ (*Abramis brama*).
Отряд Сомообразные (Siluriformes).
Вид сом европейский (*Siluris glams*).
Надотряд Праперкоидные (Parapercomorpha).
Отряд Трескообразные (Gadiformes).
Виды: треска атлантическая (*Gadus morhua*);
минтай (*Theragra chalcogramma*);
налим обыкновенный (*Lota lota*).
Надотряд Перкоидные (Percomorpha).
Отряд Колюшкообразные (Gasterosteiformes).

Виды: колюшка трехиглая (*Gasterosteus aculeatus*).
морская игла (*Syngnathus typhle*).
морской конек (*Hippocampus ramulosus*).
Отряд Кефалеобразные (Mugilifomes).
Виды: остронос (*Mugil saliens*);
барракуда (*Sphyraena sphyraena*).
Отряд Окунеобразные (Perciformes).
Виды: окунь речной (*Perca fluviatilis*);
ерш обыкновенный (*Gymnocephalus cernua*);
судак обыкновенный (*Lucioperca lucioperca*).
Отряд Камбалообразные (Pleuronectiformes).
Виды: камбала желтоперая (*Limanda aspera*);
язык морской (*Solea nasuta*).

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)

Морфологический обзор. Хрящевые рыбы – древняя группа рыб, появившаяся около 300 млн лет назад и включающая около 700 современных видов. Скелет хрящевой, без костных элементов. Кожа покрыта плакоидной чешуей – примитивным типом чешуи, в образовании которой участвуют эпидермис и дерма. Группа включает два подкласса – Пластиножаберные и Химеры.

В современной фауне этот подкласс представлен акулами и скатами, в основном обитающими в морях. Размеры колеблются от 20 см до 20 м. Среди них есть быстрые и ловкие пловцы, питающиеся подвижной добычей; относительно малоподвижные виды, питающиеся бентосом и планктоноядные – самые крупные. Подобно всем позвоночным концентрация солей в жидкостях тела у них прилизительно в три раза ниже, чем в морской воде, но при этом сохраняется осмотическое равновесие. Это достигается за счет высоких концентраций органических веществ в жидкостях, главным образом мочевины.

У акул почки активно реабсорбируют мочевину из мочи, и она остается в крови. Ее содержание в крови у пластиножаберных в сто с лишним раз больше, чем у млекопитающих, это смертельно для других позвоночных. У пластиножаберных мочевина является необходимым компонентом всех жидкостей тела, и без ее высокой концентрации ткани не могут нормально функционировать. Позвоночник хорошо развит, но хорда сохраняется пожизненно. Парные плавники располагаются горизонтально. Хвостовой плавник неравнолопастный (гетероцеркальный), в верхнюю лопасть заходит конец позвоночника (рис. 42).

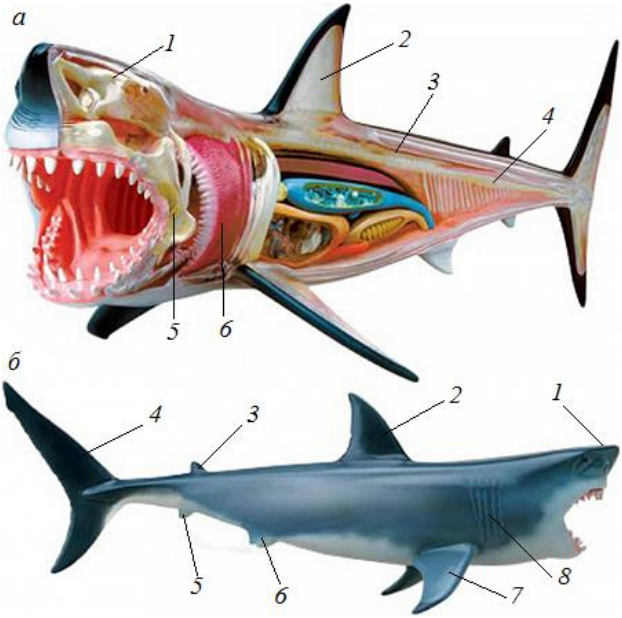


Рис. 42. Строение хрящевой рыбы (акула): *а* – внутреннее строение: *1* – череп; *2* – скелет спинного плавника; *3* – спинная аорта; *4* – позвоночник; *5* – нижняя челюсть; *6* – жабры; *б* – внешний вид: *1* – рострум; *2* – передний спинной плавник; *3* – задний спинной плавник; *4* – хвостовой плавник; *5* – анальный плавник; *6* – брюшные плавники; *7* – грудные плавники; *8* – жаберные щели

Передний конец тела вытянут в рыло – рострум. Щелевидный рот расположен на нижней стороне головы. Жаберные щели в числе пяти – семи пар разделены межжаберными перегородками и открываются наружу поперечными отверстиями. На передней и задней стенках жаберных перегородок сидят рядами тонкие жаберные лепестки, имеющие густую сеть кровеносных сосудов. Желудочек сердца продолжается артериальным конусом. Пищеварительная система заканчивается клоакой. В кишечнике хорошо развит спиральный клапан. Плавательного пузыря нет.

Органами выделения являются туловищные почки, мочеточниками служат вольфовы каналы, которые открываются в клоаку. Прогрессивной чертой является внутреннее оплодотворение. У акул и скатов со-

зревшие яйца выпадают из яичников в полость тела и увлекаются движением ресничек в воронки яйцеводов, которыми являются мюллеровы каналы. Оплодотворение происходит в половых путях самки, куда семя вводится с помощью особого копулятивного аппарата. Некоторые из акул живородящие, другие откладывают крупные яйца. У отдельных видов живородящих акул зародыши получают от материнского организма кислород и питательные вещества, поскольку связаны со стенками половых путей самки. Хорошо развиты головной мозг и органы чувств. Нервная ткань имеется и в крыше переднего отдела головного мозга. Однако масса головного мозга невелика – у акул она составляет $^{1}/_{3\,700}$ массы тела.

Акулы и скаты во многих странах служат объектами промысла. Мясо используется в пищу, очень ценится печень, особенно печень глубоководных акул. Кожа крупных видов ценится как кожевенное сырье.

Надотряд Акулы **(Selachomorpha).** Тело акул имеет торпедообразную форму, хвост хорошо развит. Многие из них являются хищниками, нападающими и на млекопитающих, например белая акула, мако, молот, тигровая. Самые крупные акулы – китовая и гигантская – питаются планктоном. Катрановые (колючие) акулы живут стаями (рис. 43).



а *б*

Рис. 43. Акула белая (*а*) и катран черноморский (*б*)

Надотряд Скаты **(Batomorpha).** Ведут в основном донный образ жизни, тело их уплощено в спинно-брюшном направлении, имеются

большие грудные плавники. Питаются эти рыбы различными донными животными. Наиболее распространены морская лисица, морской кот; самый крупный скат – манта – питается планктоном; есть электрические скаты и скаты, похожие на акул, рыбы-пилы (рис. 44).



а *б*

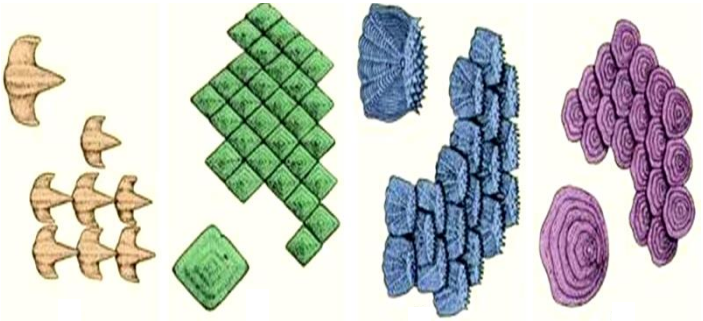
Рис. 44. Скаты хвостокол (*а*) и электрический обыкновенный (*б*)

Класс Костные рыбы (Osteichthyes)

Морфологический обзор. По числу видов это самый многочисленный класс позвоночных животных. К этому классу относится около 25 тыс. видов. Костные рыбы населяют самые различные водоемы земного шара, как пресные, так и соленые. Форма тела рыб крайне разнообразна, что связано с многообразием их мест обитания и образа жизни. Размеры рыб колеблются в очень широких пределах – от 0,7 см до 5–7 м. Масса некоторых рыб достигает 2 т.

Плотность тела костных рыб равна или несколько выше плотности воды, т. е. у рыб нулевая или близкая к ней плавучесть. У рыб, ведущих придонный и донный образ жизни, она может быть отрицательной – 0,05–0,07 у камбал и бычков.

Нейтральная плавучесть обеспечивается наличием плавательного пузыря – специального гидростатического органа. Внутренний скелет окостеневший, костные элементы имеются всегда, например, кожные кости. Чешуя космоидная, ганоидная, чаще костная (кетеноидная или циклоидная) (рис. 45). Жабры не разделены перегородками, жаберные щели всегда прикрыты жаберными крышками.



а *б* *в* *г*

Рис. 45. Виды чешуи костных рыб: *а* – плакоидная; *б* – ганоидная; *в* – ктеноидная; *г* – циклоидная

По этому признаку костных рыб можно легко отличить от хрящевых. Спиральный клапан в кишечнике и артериальный конус в сердце сохраняются только у древних групп рыб. Оплодотворение в основном наружное, хотя есть и живородящие виды. Икра мелкая, лишенная роговых оболочек.

Органы движения. Рыбы передвигаются в воде, изгибая тело, и с помощью парных и непарных плавников. Парных плавников две пары: грудные и брюшные. Парные плавники поддерживают тело рыбы в горизонтальном положении и служат рулями поворота и глубины. Иногда парные плавники видоизменены. Брюшные плавники бычков срощены и образуют присоску, с помощью которой рыбы удерживаются на дне в местах с быстрым течением или сильным прибоем. Очень длинные грудные плавники летучих рыб образуют несущие плоскости, на которых эти рыбы планируют, отделившись после разбега от воды.

К непарным плавникам относятся хвостовой, один или несколько спинных и один (реже больше) анальный. В поступательном движении рыб основную роль играет хвостовой плавник; он же служит рулем при поворотах и погружениях животного. Спинные и анальные плавники прежде всего являются стабилизаторами направления движения рыбы, также участвуют в поворотах тела. Так, лещ движением длинного анального плавника может наклонять передний конец тела вниз, что облегчает прохождение пищи. У щук спинной и анальный плавники смещены к хвосту, что увеличивает мощность удара хвостом и, следо-

вательно, обеспечивает стремительный бросок на добычу из засады (рис. 46).

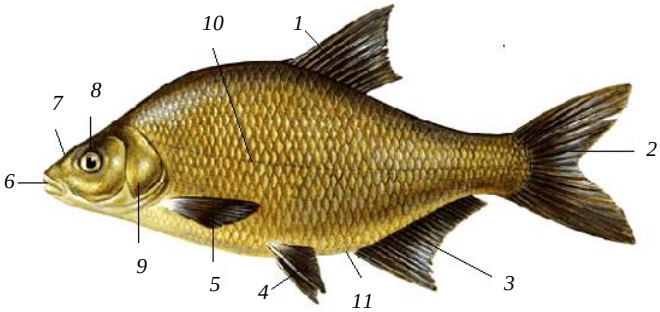


Рис. 46. Внешнее строение леща: *1* – спинной плавник; *2* – хвостовой плавник; *3* – анальный плавник; *4* – брюшные плавники; *5* – грудные плавники; *6* – рот; *7* – ноздри; *8* – глаза; *9* – жаберная крышка; *10* – боковая линия; *11* – анальное отверстие

У живущей на дне морей рыбы-удильщика удлиненный передний луч спинного плавника расположен над верхней губой; колебания этой своеобразной удочки привлекает к хищнику добычу. У рыбы-прилипалы спинной плавник превратился в присоску.

Покровы костных рыб представлены эпидермисом и дермой. Многочисленные одноклеточные железы эпидермиса выделяют слизь, которая тонким слоем покрывает тело рыбы. Это уменьшает трение при плавании, а бактерицидные свойства слизи препятствуют проникновению в кожу микроорганизмов. Клетки эпидермиса и дермы содержат пигменты, которые определяют окраску рыб. Окраска у большинства рыб покровительственная, что делает их малозаметными в водной среде. У большинства рыб тело покрыто защитными костными образованиями – костной чешуей (циклоидной или ктеноидной), имеющей вид тонких, черепицеобразно налегающих друг на друга пластинок различной формы (рис. 45). Они развиваются в верхних слоях дермы, образуя в большинстве случаев правильные ряды. Чешуи растут в течение всей жизни рыбы (рис. 47). У некоторых видов неравномерность роста чешуи в разные сезоны года ведет к образованию на них широких летних и узких зимних колец, по числу которых можно судить о возрасте рыбы. Верхняя поверхность чешуи часто имеет сложный рельеф, увеличивающий ее прочность и повышающий гидродинамиче-

ские свойства тела рыбы. Циклоидная чешуя (сазан) имеет округлый задний край, у ктеноидной чешуи (окунь) задний край несет зубцы – «гребень». У многих рыб в нижних слоях чешуи лежит прослойка кристалликов извести и пигмента гуанина, усиливающих серебристый блеск рыб. При потере чешуи достаточно быстро происходит их полная регенерация. Иногда чешуи рыб видоизменяются, образуя иглы, шипы, костные щитки и другие кожные образования.

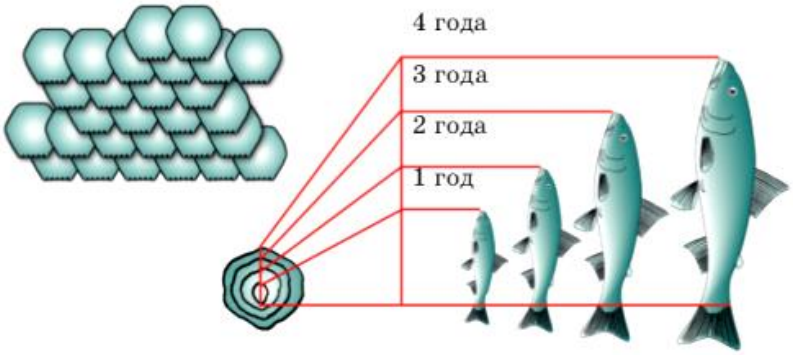


Рис. 47. Определение возраста рыбы по годовым кольцам чешуи

Скелет. У костных рыб хрящ в скелете частично или полностью замещается костной тканью, образуются хондральные, или «хрящевые», кости, возникающие независимо от покровных. Первоначальным же типом окостенения являются кожные, или покровные, кости, имеющие, как правило, вид пластинок. Покровные кости не имеют хрящевых предшественников, и их образование ведет к появлению новых элементов скелета, т. е. к его усложнению. У костных рыб во взрослом состоянии рудименты хорды остаются только между позвонками, а скелет образован в основном костными элементами (рис. 48).

У кистеперых, двоякодышащих и осетровых рыб в течение жизни сохраняется хорда, а позвонки представлены только хрящевыми дугами.

Скелет рыб слагается из черепа, осевого скелета (позвоночника) и связанных с ним ребер, скелета парных плавников и их поясов и скелета непарных плавников. Череп состоит из мозговой коробки и висцерального скелета, который образован челюстной, подъязычной и пятью жаберными дугами. У большинства рыб в ротовой полости имеются одновершинные зубы, которые расположены не только на челюстях.

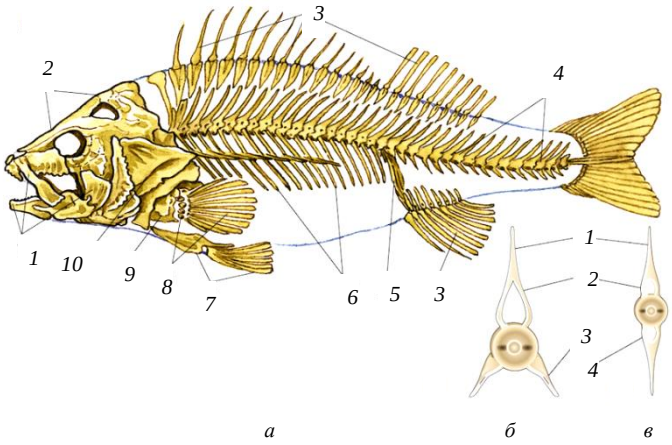


Рис. 48. Скелет костной рыбы: *а* – общий вид: *1* – челюсти; *2* – череп; *3* – плавниковые лучи; *4* – позвонки; *5* – тазовый пояс; *6* – ребра; *7* – скелет брюшного плавника; *8* – скелет грудного плавника; *9* – плечевой пояс; *10* – жаберная крышка; *б* – туловищный позвонок; *в* – хвостовой позвонок: *1* – остистый отросток; *2* – верхняя дуга; *3* – боковой отросток; *4* – нижняя дуга

Позвоночник разделен на туловищный и хвостовой отделы. Позвонки амфицельные, т. е. их тела двояковогнутые (рис. 49).

Верхние дуги позвонков образуют спинномозговой канал, а нижние дуги хвостовых позвонков – канал, где проходят крупные кровеносные сосуды. С позвонками туловища связаны ребра, свободно оканчивающиеся в мускулатуре стенок тела. Парные плавники имеют пояса, лежащие в туловище рыбы. Основанием плавников служит внутренний опорный скелет. Наружные лопасти поддерживаются костными или хрящевыми плавниковыми лучами. Последние бывают жесткими, нерасчлененными или мягкими, членистыми; мягкие лучи иногда ветвятся.

Мускулатура туловища и хвоста рыб состоит из мышечных сегментов сложной формы. Вдоль тела двумя лентами тянутся продольные мышцы, разделенные перегородками (миосептами) на ряд мышечных сегментов (миомеров). Миомеры состоят из спинного и брюшного отделов. В голове, плавниках и их поясах расположены отдельные группы мышц (мускулатура челюстных и жаберных дуг, парных плавников и др.).

Нервная система костных рыб более совершенна, чем круглоротых. Головной мозг костных рыб в большинстве случаев крупнее, чем хрящевых. Но размеры его все же невелики: так, например, у крупных щук он составляет лишь $^{1}/_{1\,300}$ массы тела (рис. 49).

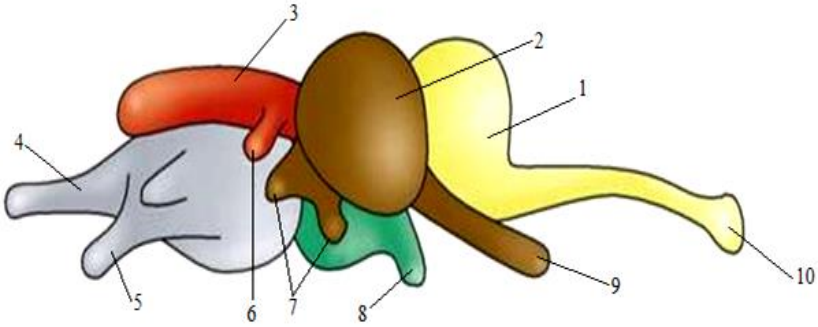


Рис. 49. Головной мозг костной рыбы (окуня): *1* – передний мозг; *2* – зрительные бугры среднего мозга; *3* – мозжечок; *4* – продолговатый мозг; *5* – нервные окончания от органа вкуса; *6* – нервные окончания от кожи и мышц; *7* – нервные окончания от органов слуха и равновесия; *8* – промежуточный мозг; *9* – нервные окончания от глаза; *10* – нервные окончания от органа обоняния

Передний мозг не образует полушарий и имеет только один желудочек, нервные клетки в крыше переднего мозга отсутствуют. Спереди он переходит в обонятельные доли с отходящими от них обонятельными нервами. Передний мозг рыб играет роль обонятельного центра. Его удаление приводит к потере рефлекса на восприятие запахов. Промежуточный мозг достаточно развит. На его крыше расположен эпифиз, на нижней стороне расположена другая железа внутренней секреции – гипофиз. От дна этого отдела мозга отходят зрительные нервы. Средний мозг по размерам превосходит остальные отделы. Сверху выдаются два зрительных буфа, где оканчиваются волокна зрительных нервов. Мозжечок хорошо развит в первую очередь у подвижных видов рыб. У костных рыб, как и у других позвоночных, он является центром регуляции движений и сохранения равновесия. Продолговатый мозг рыб прикрыт сверху эпителиальной пленкой. От головного мозга костных рыб, как и хрящевых, отходят десять пар головных нервов. Спинной мозг тонок, он тянется до конца позвоночника и имеет такое же строение, как и у хрящевых рыб.

Органы чувств костных рыб приспособлены к функционированию в условиях водной среды. Особенно важную роль играют органы химического чувства (обоняние, вкус), которые дополняют друг друга. Органы обоняния имеют вид пары мешков с хорошо развитыми складками обонятельного эпителия, открывающихся наружу двумя ноздрями. Обоняние позволяет рыбам хорошо распознавать запахи чужих видов и различных особей своего вида. Так, ослепленный налим находит червя по запаху на расстоянии до 30 см, но не может его обнаружить на расстоянии 1 см, если ему закрыть ноздри. Угорь воспринимает запах при наличии 15–50 тыс. молекул в 1 л. У многих, особенно стайных, рыб в коже содержится «вещество страха». При травме кожи оно попадает в воду и служит сигналом опасности для других рыб. Органы вкуса (вкусовые сосочки) располагаются во рту и рассеяны по поверхности тела. Глаза у рыб приспособлены к видению на близком расстоянии, что обусловлено относительно малой прозрачностью воды. Они имеют плоскую роговицу и шаровидный хрусталик. Подвижных век нет. Аккомодация достигается перемещением хрусталика. Большинство рыб хорошо видит на расстоянии до 1 м, но некоторые, особенно крупные, способны видеть на расстоянии до 10–15 м. У глубоководных и пещерных рыб глаза нередко редуцируются. У большинства костных рыб развито цветовое зрение. Рыбы различают также и форму окружающих предметов. Некоторых промысловых рыб можно ловить, привлекая ярким светом.

Орган слуха и равновесия представлен только внутренним ухом, заключенным в капсулу. Собственно внутреннее ухо костных рыб (перепончатый лабиринт) состоит из трех взаимно перпендикулярных полукружных каналов, отходящих от овального мешочка (вестибулярный аппарат) и нижнего круглого мешочка (собственно орган слуха), заполненных эндолимфой. В эндолимфе во взвешенном состоянии находятся мелкие камешки – отолиты. Отолиты прикреплены к вершинам ресничек эпителия, выстилающего внутреннее ухо. При изменении положения тела животного давление и натяжение ресничек отолитами меняется, что и воспринимается нервными окончаниями. Сравнительно простое строение органа слуха рыб связано с большой звукопроводностью воды. Многие рыбы издают различные звуки зубами, жаберными крышками, трением плавников, с помощью плавательного пузыря и другими способами. Расшифровка этих звуков позволяет использовать их для обнаружения косяков рыбы при их ловле. У некоторых костных рыб перепончатый лабиринт соединен с плава-

тельным пузырем. Перепончатый лабиринт улавливает изменение давления в плавательном пузыре, а последний служит резонатором и увеличивает чувствительность органа слуха.

Своеобразным органом чувств рыб является боковая линия (см. рис. 46). У большинства рыб органы боковой линии имеют вид канала в коже животного, ветвящегося на голове. Через многочисленные поры, пронизывающие или не пронизывающие чешую, этот канал сообщается с внешней средой. В стенках канала расположены окончания ветвей блуждающего нерва. Органы боковой линии воспринимают даже слабые изменения движения и давления воды и инфразвуки.

Осязательную функцию у рыб выполняют группы чувствительных клеток, расположенных по всей поверхности тела и образующих скопления на усиках, губах, лучах плавников. Рыбы способны улавливать изменения магнитного и электрического полей, а некоторые имеют специальные электрические органы.

Органы пищеварения у костных рыб более дифференцированы, разнообразнее устроен челюстной аппарат и шире спектр используемых кормов. Пищеварительный тракт рыб делится на три отдела: передний, включающий ротовую полость, глотку и пищевод; средний, состоящий из желудка, тонкой кишки и пищеварительных желез (печени и поджелудочной железы); и задний, представленный задней кишкой.

В ротовой полости имеется язык. Обычно на челюстях и на небе расположены зубы, которые подвержены нерегулярной смене. Важную роль в добывании пищи у рыб играют жаберные тычинки – выросты вогнутой стороны жаберных дуг. У планктоноядных сельдей, сигов, толстолобиков длинные и многочисленные жаберные тычинки образуют своеобразный цедильный аппарат, который процеживает проходящую через жабры воду.

Строение и подвижность челюстного аппарата, развитие зубов связаны с особенностями питания (рис. 50).

Короткий мускулистый пищевод без резкой границы переходит в желудок, форма и размеры которого разнообразны; иногда он слабо выражен, а у карповых вообще отсутствует. В самом начале кишечника у ряда рыб имеются слепые (пилорические) отростки, число которых может быть различно (у окуня – 3, у разных видов лососевых – до 400). Они выполняют примерно такую же функцию, что и спиральный клапан у хрящевых рыб – увеличивают всасывающую поверхность кишечника.

Здесь же в кишечник впадают протоки желчного пузыря и поджелудочной железы, которая мелкими дольками разбросана по брыжейке.

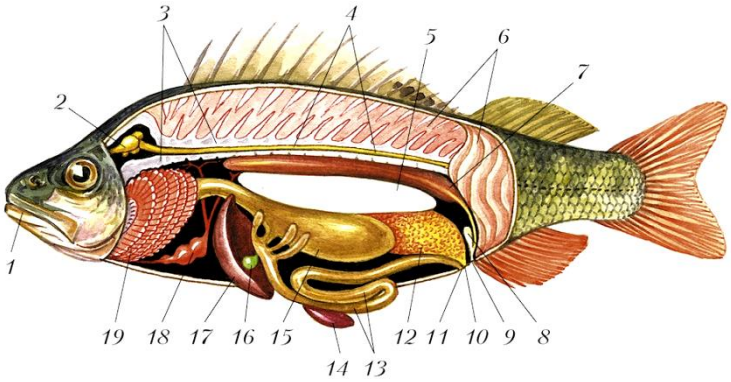


Рис. 50. Внутреннее строение костной рыбы (самка окуня): *1* – рот; *2* – головной мозг; *3* – позвоночник; *4* – спинной мозг; *5* – плавательный пузырь; *6* – мышцы; *7* – почка; *8* – мочевой пузырь; *9* – мочевое отверстие; *10* – половое отверстие; *11* – анальное отверстие; *12* – яичник; *13* – кишечник; *14* – селезенка; *15* – желудок; *16* – желчный пузырь; *17* – печень; *18* – сердце; *19* – жабры

Печень обычно хорошо развита и состоит из нескольких лопастей. Переваривание пищи происходит под действием ферментов, которые вырабатываются также и железами, расположенными в стенках желудка и кишечника. Кишечник заканчивается анальным отверстием.

Плавательный пузырь имеется у большинства костных рыб; это гидростатический орган рыб (рис. 51). Образуется плавательный пузырь как тонкостенный вырост спинной стороны начальной части пищевода; этот вырост у разных рыб имеет различные форму и строение и заполнен газом. У открытопузырных рыб связь с пищеводом сохраняется в течение всей жизни (карпообразные, сельдеобразные). У закрытопузырных эта связь нарушается в процессе развития (окунеобразные). Изменяя объем плавательного пузыря, рыба может перемещаться в вертикальном направлении за счет изменения плотности тела и плавучести. Первоначальное заполнение плавательного пузыря газом происходит при заглатывании мальком атмосферного воздуха. В дальнейшем объем пузыря изменяется за счет заглатывания воздуха с поверхности открытопузырными рыбами или его выдавливания при сжатии

пузыря. У закрытопузырных рыб изменение объема плавательного пузыря происходит за счет выделения и поглощения газов кровью через особое сосудистое сплетение капилляров в так называемой газовой железе.



Рис. 51. Плавательный пузырь

Плавательный пузырь отсутствует у многих донных рыб и рыб, совершающих быстрые вертикальные перемещения в воде.

Органами дыхания у рыб являются жабры. У костных рыб межжаберные перегородки редуцированы, и жаберные лепестки попарно сидят на жаберных дугах, прикрытые снаружи подвижными костными жаберными крышками. У костных рыб четыре жаберные дуги, на каждой из которых располагаются лепестки двух полужабр. У некоторых видов добавочная полужабра располагается на внутренней поверхности жаберной крышки. Снаружи лепестки покрыты тончайшими складочками, до 15 и более на 1 мм. Ток воды, омывающей жабры, обеспечивается главным образом движениями жаберных крышек, а при плавании – самотеком.

Важную роль в газообмене рыб играет кожа. Так, у годовалых карпов кожное дыхание обеспечивает до $^1/_8$, а у карася и угря – даже до $^1/_3$ потребности организма в кислороде, энергично выделяется и диоксид углерода. У костных рыб имеются добавочные органы дыхания; обычно такие органы присутствуют у обитателей пресных водоемов, где наблюдается дефицит кислорода. Вьюны, живущие на дне водоемов, регулярно поднимаются к поверхности и заглатывают воздух, пропуская его через кишечник, в стенках которого находится сеть

кровеносных капилляров. У аквариумных рыбок – макроподов, лялиусов, гурами – в задней части головы расположен особый лабиринтовый аппарат, сообщающийся с глоткой; в этот аппарат рыба заглатывает воздух, и здесь происходит поглощение кислорода сетью капилляров. В газообмене может участвовать и плавательный пузырь.

Кровеносная система костных рыб в основных чертах сходна с кровеносной системой ланцетника, круглоротых и хрящевых рыб.

У всех рыб, кроме двоякодышащих, один круг кровообращения. Сердце двухкамерное и состоит из предсердия и желудочка.

Объем крови у рыб по сравнению с ее объемом у наземных позвоночных невелик. У карпа, например, он составляет около 2,0 % массы тела. Эритроциты рыб имеют овальную форму и содержат ядра. Сердце рыб сокращается сравнительно редко – 20–30 раз в 1 мин. С повышением температуры среды частота сокращений сердца увеличивается. У рыб, находящихся в зимнем оцепенении, частота сокращения падает до одного-двух в 1 мин. Кроветворными органами у рыб являются главным образом селезенка и передний отдел почек.

Органы выделения у зародышей рыб представлены головными почками, которые в процессе развития заменяются лентовидными туловищными (мезонефрическими) почками, расположенными вдоль спинной части почти всей полости тела по бокам от позвоночника. Мочеточниками служат вольфовы каналы. Мочеточники в конце сливаются в единый проток, который открывается в мочевой пузырь или наружу. Конечным продуктом обмена у большинства костных рыб служит аммиак. Почки выполняют осморегуляторную функцию и участвуют в поддержании кислотно-щелочного равновесия. В выделении участвуют также жабры и кожа.

Органы размножения отличаются от органов размножения хрящевых рыб. Половые железы (яичники и семенники) парные (у окуня яичник непарный). У костных рыб яйца выводятся образующимися яйцеводами, а мюллеровы каналы редуцируются. Яйцеводы одним концом срастаются с яичником, а другим открываются половым отверстием наружу. У некоторых представителей лососевых яйца выпадают из яичников в полость тела, а оттуда выходят наружу через особые половые поры на брюхе. Оплодотворение чаще наружное, у немногих видов – внутреннее. Икра (яйцеклетки) рыб мелкая, размером до нескольких миллиметров, покрытая студенистой оболочкой. Плодовитость рыб очень высокая. Большинство костных рыб раздельнополы, хотя среди них имеются и гермафродиты, например, некоторые окунеобразные.

Развитие у большинства рыб протекает с метаморфозом. В этом случае из икринок выходят личинки, отличающиеся от взрослых особей рядом признаков. Сначала они питаются желтком, сохранившимся в желточном мешке, а позднее переходят на активное питание. У некоторых рыб личинки имеют наружные жабры, позднее исчезающие.

Подкласс Лопастеперые рыбы (Sarcopterygii)

Лопастеперые известны с середины раннего девона. Они сочетают в своем строении архаичные и прогрессивные черты. Уже в начале формирования этой группы рыб их специализация пошла по двум разным направлениям. Чешуя космоидная или костная. В течение всей жизни сохраняется хорда, окруженная плотной соединительнотканной волокнистой эластичной оболочкой. Плавники парные с покрытой чешуей мясистой лопастью у основания. У двоякодышащих и кистеперых рыб передний мозг крупнее остальных отделов; он разделяется на правое и левое полушария. В сердце имеется артериальный конус, а в кишечнике – спиральный клапан. Как выросты брюшной стороны начального отдела пищевода образуются один-два пузыря, выполняющие функцию легких.

У кистеперых (ископаемых) и двоякодышащих (кроме рогозуба) плавательный пузырь – легкое – парный. Он снабжается кровью по ответвлению последней (пятой) выносящей жаберной артерии и в течение всей жизни сохраняет связь с пищеводом, открываясь на его брюшной стороне щелевидным отверстием, снабженным замыкающим мускулом; у глубоководной латимерии легкие сохраняются в виде рудимента. Стенки легких ячеистые, что увеличивает их внутреннюю поверхность. Они функционируют как добавочные органы дыхания, а у зарывшихся в грунт при засухе протоптеров и лепидосиренов – как основной орган дыхания.

Надотряд Двоякодышащие рыбы **(Dipnoi).** Двоякодышащие рыбы – очень древняя группа (рис. 52). По-видимому, это боковая, сильно специализированная ветвь, обособившаяся от примитивных кистеперых еще в нижнем девоне. Скелет двоякодышащих в основном хрящевой. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Чешуя космоидная или костная. Передний мозг образует полушария.

Зубы обычно сливаются в две-три пары мощных зубных пластинок. Имеются сквозные ноздри. У современных видов есть одно или два легких, соединяющихся с брюшной стороной начального отдела пищевода, есть клоака. В связи с наличием легких у них имеется два круга кровообращения. В предсердии присутствует неполная перегородка, продол-

жающаяся и в желудочке. Таким образом, у двоякодышащих появляются изменения, которые напоминают особенности кровеносной системы земноводных. Мочеполовая система близка к таковой хрящевых рыб и амфибий.



а *б*

Рис. 52. Мраморный протоптер (*а*) и неоцератод (*б*)

Двоякодышащие рыбы, впадающие в оцепенение при высыхании водоемов (протоптер), в активном состоянии выделяют аммиак, а в оцепенении – мочевину, накапливающуюся в организме.

В течение долгого времени двоякодышащие были известны только по окаменелым остаткам, и только в 1835 г. было установлено, что обитающий в Африке протоптер – двоякодышащая рыба. Всего же, как оказалось, до наших дней дожили представители шести видов этой группы: австралийский рогозуб из отряда однолегочных, американский чешуйчатник – представитель отряда двулегочных и четыре вида африканского рода, также из отряда двулегочных. Все они, видимо, как и их предки, являются пресноводными рыбами. Обитают в пересыхающих водоемах. Когда водоемы пересыхают полностью, протоптеры и лепидосирены зарываются в ил и впадают в состояние оцепенения, дыша воздухом с помощью легких. В природе такая спячка обычно длится около 6 мес. Неоцератоды при полном пересыхании водоема погибают.

Надотряд Кистеперые **(Crossopterygii).** Палеонтологи давно обнаружили в древних слоях осадочных пород, относящихся к палеозойской эре развития Земли, останки своеобразных рыб с особым строением парных плавников и рядом других, как правило, примитивных признаков. У кистеперых рыб основанием каждого из парных плавни-

ков служит мясистая, вытянутая, покрытая крупной чешуей лопасть, на конце центральной оси которой располагаются лучи плавника. Расположение скелетных элементов внутри основной лопасти плавника несколько напоминает расположение костей пятипалых конечностей наземных позвоночных. К тому же ископаемые палеозойские представители этого надотряда обладали помимо жаберного также легочным дыханием, легкие возникли как выросты брюшной стороны кишечника. Имелись внутренние ноздри – хоаны. Все это позволяет предполагать близость древних кистеперых рыб к предкам четвероногих наземных позвоночных (рис. 53).



Рис. 53. Латимерия

Их считали вымершими миллионы лет назад. Первую рыбу поймали в 1938 г. Позднее было добыто еще несколько особей этой замечательной рыбы (всего менее ста экземпляров), получившей название *латимерия*. Оказалось, что они сохранились на небольшой акватории у трех Коморских островов в западной части Индийского океана.

По морфологическим особенностям латимерия, видимо, мало отличается от ископаемых целакантов мезозоя. Тело покрыто космоидной чешуей. Хвост дифицеркальный с дополнительной средней лопастью. Плавники с мощными, но довольно короткими основаниями и удлиненными лопастями. Головной мозг занимает не более $^{1}/_{100}$ объема мозговой коробки, заполненной в основном жироподобной массой. У них сохраняется хорда, в сердце – артериальный конус, в кишечнике – спиральный клапан. Хоаны отсутствуют. Плавательный пузырь подобно легким двоякодышащих рыб отходит от брюшной стороны начальной области пищевода, заметно редуцирован и имеет вид трубки длиной 5–8 см, переходящей в окруженный жиром тяж. У половозрелой самки массой 78 кг в правом яичнике (левый рудиментарен)

было обнаружено 19 икринок диаметром 8–9 см и массой около 300 г каждая; яйцеживородящи.

В ходе наблюдений выяснилось, что латимерия ведет ночной образ жизни, опускаясь для охоты на глубину до 700 м и более. С наступлением дня рыбы возвращаются в подводные пещеры, расположенные на глубине 150–200 м.

И еще одно совершенно невероятное событие: в 1998 г. в 10 тыс. км от Коморских островов в Целебесском море у берегов Индонезии также была выловлена латимерия. Это была рыба средних размеров – длиной 124 см и массой 29,2 кг (наиболее крупные особи с Комор достигают в длину 180 см и весят около 95 кг). Внешне она ничем не отличалась от представителей коморской популяции, только цвет ее тела был не синевато-стальной, а коричневый. Выполнив анализ митохондриальной ДНК, американские исследователи пришли к выводу, что расхождение между двумя популяциями началось 5–7 млн лет назад и индонезийский целакант, скорее всего, может рассматриваться как новый вид.

Подкласс Лучеперые рыбы (Actinopterygii)

К подклассу лучеперых относится около 95 % известных рыб, объединенных в два надотряда. Характерной чертой этого подкласса является строение скелета парных плавников, образованных веерообразно расположенными хрящевыми или костными лучами.

Надотряд Ганоидные **(Ganoidomorpha).** Среди живущих в настоящее время лучеперых рыб ганоидные выделяются большим числом архаичных особенностей, строения.

К *семейству осетровых* относится 23 вида, из них 11 встречается в наших водах. Представителями осетровых являются осетры (16 видов), белуга, калуга, севрюга, стерлядь, лопатоносы и др. (рис. 54). Внешне они напоминают акул. Тело торпедообразной формы. Голова с удлиненным рылом. Рот расположен на нижней стороне головы, выдвижной, зубов нет. Хвостовой плавник гетероцеркальный (неравнолопастной), парные плавники расположены горизонтально.

У осетровых рыб по хребту, бокам и границе боков и брюха тянутся пять рядов костных пластинок – жучек, а хвост покрыт ромбической ганоидной чешуей, характерной для древних рыб. Осевым скелетом служит сохраняющаяся в течение всей жизни хорда. Позвонки представлены хрящевыми верхними и нижними дугами, тела позвонков не развиты. Череп, позвоночник и пояса конечностей в основе хрящевые, но хрящевой череп покрыт накладными плоскими костями.

Кости входят также в состав пояса грудных плавников. У осетровых рыб в сердце имеется артериальный конус с клапанами внутри, который переходит в брюшную аорту. В кишечнике находится спиральный клапан. Созревшие яйца так же, как и у акул и скатов, выпадают из яичников в полость тела и увлекаются движением ресничек в воронки яйцеводов, которыми являются мюллеровы каналы. Большинство осетровых обитает в морях; основные запасы сосредоточены в Каспийском море. Но некоторые виды, такие как стерлядь, лопатоносы, постоянно живут в реках и озерах.

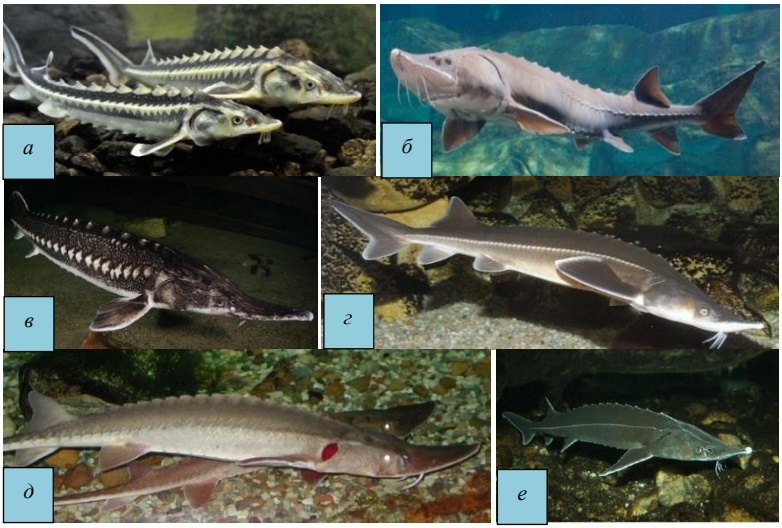


Рис. 54. Ганоидные (осетровые) рыбы: *а* – осетр; *б* – белуга; *в* – севрюга; *г* – стерлядь; *д* – лопатонос; *е* – шипа

В последние годы численность осетровых повсеместно снизилась. Некоторые виды являются объектами аквакультуры. Все виды осетровых нерестятся в реках весной и летом. У многих видов проходных осетровых выражены две расы – озимая и яровая. Большинство питается различными донными животными. Мясо и икра этих рыб высоко ценятся.

Надотряд Костистые рыбы **(Teleostei).** К этому надотряду относится большинство лучеперых рыб. Форма тела разнообразна. Тело обычно покрыто костной чешуей, имеющей вид тонких, налегающих друг на друга пластинок. Верхняя и нижняя лопасти хвоста примерно

одинаковой величины и формы (равнолопастный хвост). Грудные плавники обычно вертикальные.

Скелет костный. Хорда у взрослых особей в той или иной степени редуцирована. Артериального конуса в сердце и спирального клапана в кишечнике нет.

Многие костные рыбы имеют большое промысловое значение. Это прежде всего рыбы, относящиеся к семействам сельдевых, лососевых, карповых, сомовых, щуковых, угревых, окуневых, камбаловых и тресковых.

Семейство Сельдевые. Тело вытянутое, стройное, слабо сжатое с боков, невысокое. Спина темно-синяя или зеленоватая, бока серебристые. Брюшные плавники расположены посередине брюха, над ними находится один спинной плавник. Боковая линия внешне не заметна. На брюшной стороне имеется острый киль из чешуек. Зубы слабые, или их нет. Сельдевые – стайные рыбы, нередко совершающие продолжительные миграции (атлантическая сельдь). Наибольшее число видов обитает в тропиках.

Питаются Сельдевые планктонными животными, пользуясь цедильным аппаратом из жаберных тычинок. Одни из них, как, например, атлантическая, тихоокеанская сельди, кильки, шпроты, сардины и др., всю жизнь проводят в море. Другие (некоторые сельди Каспийского, Азовского и Черного морей) на нерест поднимаются в реки (пузанок, черноморская, кесслеровская сельди). Сельдевые имеют большое промысловое значение (атлантическая, иваси, килька, сардина, пузанок) (рис. 55).



а *б*

Рис. 55. Сельдь атлантическая (*а*) и килька каспийская (*б*)

Семейство Лососевые. Проходные и пресноводные рыбы северного полушария. По внешнему виду сходны с сельдями. Отличаются жировым плавничком на хвостовом стебле. Тело покрыто чешуей, боковая линия хорошо заметна и образует полоску прободенных чешуй. У собственно лососей рот большой с зубами, чешуя мелкая; у сигов рот маленький беззубый, чешуя крупная. Лососевые – очень ценные промысловые рыбы с высокими вкусовыми качествами мяса и икры.

Наибольшее промысловое значение имеют проходные тихоокеанские (дальневосточные) лососи рода – кета, горбуша, красная нерка, чавыча, сима, кижуч, ежегодно в большом количестве заходящие в реки для нереста. Атлантический лосось – семга, а также кумжа нерестятся в реках Европейского Севера. Способны образовывать пресноводные формы. От кумжи произошли оседлые пресноводные ручьевые форели – обитатели горных рек и озер (рис. 56). Широко распространены и имеют большое промысловое значение различные виды сигов – обыкновенный сиг, омуль, ряпушка, нельма, муксун, пелядь, чир и др. Во многих районах численность лососевых рыб резко снижена. Различных представителей лососевых разводят в специальных хозяйствах. Проводятся работы по акклиматизации горбуши в реках Мурманского побережья, пеляди – во многих водоемах и т. п.



а *б*

Рис. 56. Лосось каспийский (*а*) и форель ручьевая (*б*)

Рыбы семейства Щуковые близки к представителям лососевых. Характерный представитель – обыкновенная щука (рис. 57). Это крупная рыба с вытянутым цилиндрическим телом, уплощенной сверху головой с пастью, усаженной сверху и снизу крупными острыми зуба-

ми, направленными в сторону глотки. Спинной и анальный плавники сдвинуты далеко назад, что позволяет ей совершать стремительные броски. Тело покрыто мелкой циклоидной чешуей.



Рис. 57. Щука обыкновенная

Щуки широко распространены по рекам и озерам (на Дальнем Востоке обитает амурская щука). Предпочитают реки с медленным течением и проточные озера с заливами, заросшими камышом и водной растительностью. Кормятся щуки по утрам и под вечер. Это прожорливые, сильные хищники, питающиеся в основном другими рыбами. Хищничать щука начинает очень рано, уже при длине 12–15 мм; достигнув длины 5 см, она почти полностью переходит на питание рыбой. Наблюдаются случаи каннибализма. В некоторых водоемах из рыб обитают только щуки. Здесь наблюдается цепочка последовательного каннибализма, когда более крупные щуки питаются более мелкими сородичами. Отличаются большой плодовитостью и долголетием. Местами щук добывают в большом количестве, мясо содержит мало жира.

Семейство Угревые представлено в нашей фауне только речным (европейским) угрем (рис. 58). Эта рыба отличается длинным змеевидным телом без брюшных плавников, покрытым очень мелкой чешуей. Голова маленькая, коническая. Спинной и анальный плавники слиты с хвостовым. Рот вооружен мелкими зубами. Питается беспозвоночными и мелкой рыбой. Активен ночью, днем чаще всего зарывается в илистый грунт. Взрослые самки угрей обитают во многих пресных водоемах бассейна Балтийского и реже Баренцева и Черного морей. Самцы держатся в море. Живут 6–12 лет, достигая длины 2 м и массы 5 кг, но это бывает редко. Нерестятся один раз в жизни.





а *б*

Рис. 58. Угорь европейский (*а*) и мурена средиземноморская (*б*)

Взрослые самки спускаются по рекам к устьям (могут переползать в росистые ночи из водоема в водоем), где к ним присоединяются самцы, и они совместно мигрируют в Саргассово море (Атлантический океан), там и проходит нерест. Мигрирующие угри должны проплыть 4–7 тыс. км. Нерест проходит на глубине около 1 000 м. После нереста самки и самцы погибают. Личинки – лептоцефалы – пассивно переносятся течением Гольфстрим, которое здесь начинается, через океан к берегам Европы. В устья рек через 2,5–3 года приплывает уже молодь – стеклянные угри длиной около 7 см. Молодь речного угря входит в реки весной и широко расселяется по водоемам. Стеклянных угрей интенсивно отлавливают в целях расселения и искусственного выращивания. Угорь – ценная промысловая рыба, мясо высоко ценится, особенно в копченом виде.

Рыбы семейства Карповые внешне похожи на сельдевых, но отличаются от них хорошо заметной боковой линией, а от лососевых – отсутствием жирового плавника. Рот выдвижной и лишен зубов, пища дробится одним – тремя рядами глоточных зубов – костными выростами последней жаберной дуги, вдающимися в полость глотки. Зубы обращены вершинами к находящемуся на верхней поверхности глотки жерновку, трением о который размельчается пища. Усиков одна-две пары, или они могут отсутствовать. Чешуя циклоидная или отсутствует, плавники с мягкими лучами. Открытопузырные рыбы, плавательный пузырь большой, состоит из двух-трех камер. Семейство карповых – самое богатое видами семейство рыб, населяющих воды Евразии, Африки и Северной Америки. Известно несколько десятков родов

и около 1,5 тыс. видов в основном пресноводных рыб; в водоемах России обитает около 80 видов, среди них густера, золотой карась, пескарь, верховка, уклейка, чехонь, подуст, елец, гольян, красноперка, рыбец, шемая.

Большинство карповых – теплолюбивые рыбы. Осенью они постепенно прекращают питаться и на зиму впадают в оцепенение. Размножаются в конце весны и летом. У серебряного карася есть популяции, где отсутствуют самцы. Когда самки нерестятся, то развитие икры идет при наличии спермиев других близких видов рыб (золотой карась, линь, сазан). Проникая в яйцеклетку, они не оплодотворяют ее, а только стимулируют развитие (гиногенез). Из икринок развиваются только самки. Мальки карповых питаются обычно планктоном. Взрослые особи поедают преимущественно различных донных беспозвоночных животных и водные растения, хотя среди карповых имеются планктоноядные (толстолобик) и хищные виды (жерех).

Карповые рыбы служат важнейшими объектами рыбного промысла наших внутренних водоемов. Наибольшее промысловое значение из проходных форм имеют подвиды плотвы – вобла и тарань, а из пресноводных – сазан, карась, лещ, язь, жерех, голавль, линь, усач и др. (рис. 59). Основным объектом промышленного разведения является карп (одомашненная форма сазана). Разводят также толстолобиков, белых амуров и другие виды. К карповым относятся такие объекты аквариумистики, как пунтиусы, расборы, данио и золотые рыбки (комета, телескоп и др.); все они – результат одомашнивания и селекции серебряного карася.



а *б*

Рис. 59. Карп (*а*) и лещ (*б*)

Рыбы семейства Сомовые обитают в пресных водах Европы и Азии, отсутствуют в бассейне Северного Ледовитого океана. В европейской части Российской Федерации широко распространен обыкновенный (европейский) сом (рис. 60).

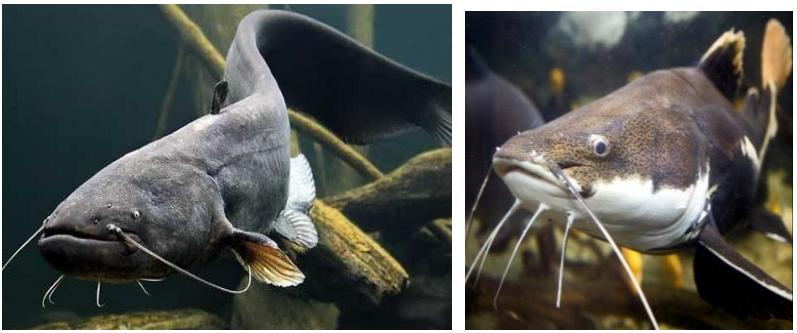


Рис. 60. Сом европейский

Он отличается коротким вальковатым туловищем, лишенным чешуи, сплюснутым с боков хвостом с очень длинным анальным плавником, слегка приплюснутой сверху крупной головой с большой пастью и усами. Зубы хорошо развиты. Живут более 30 лет, достигая 300–400 кг при длине тела 5 м. Озерные сомы всегда мельче речных. Активны обычно в вечернее время и рано утром. Ведут оседлый образ жизни, предпочитая держаться в омутах. Зимой лежат в ямах. Всеядные хищники, жируют иногда в лиманах. Растут быстро – к 5-летнему возрасту достигают нередко 1 м. Кожа раньше использовалась вместо стекол – так называемый рыбий пузырь. Являются объектом аквакультуры. В бассейне Амура обитают более мелкий амурский сом и сом Солдатова.

Семейство Окуневые объединяет большую группу морских и пресноводных закрытопузырных рыб, у которых в плавниках имеются колючие твердые лучи. Спинных плавников два (колючий и мягкий) или, что реже, один, состоящий из колючей и мягкой частей. В анальном плавнике два колючих луча. Рот большой с зубами, у некоторых есть клыки. Кости жаберной крышки зазубренные. К этому семейству относятся окуни, ерши, судаки, морские судаки и другие виды (рис. 61). Многие из них являются объектом промысла. В наших водоемах объ-

ектом промысла является обыкновенный судак, достигающий 12 кг и более. Обычны окуни, которые ведут оседлый образ жизни и могут достигать 1,0–1,5 кг.



а *б*

Рис. 61. Окунь речной (*а*) и судак обыкновенный (*б*)

Семейство Бычковые отличается от других тем, что у его представителей брюшные плавники срастаются, образуя присасывательную воронку, с помощью которой они удерживаются на дне. Морские и реже речные рыбы. Многие виды являются объектом промысла. Самый многочисленный в наших водоемах – бычок-кругляк, ценный промысловый объект.

Семейство Камбаловые – морские рыбы с уплощенным с боков телом, окаймленным спинным и анальным плавниками. Ведут донный образ жизни, лежа на одном боку, причем этот бок светлый, а верхний – темный. Оба глаза у взрослых рыб смещены на одну, обычно правую, сторону головы. Плавательный пузырь отсутствует. Обитают в прибрежных водах до глубины 1 тыс. м. Питаются рыбами и донными беспозвоночными. Икра пелагическая, развивается в верхних слоях воды. Мальки камбалы имеют симметричное тело и глаза по обе стороны головы. Подрастая, постепенно опускаются в более глубокие слои воды, тело их уплощается, один глаз перемещается на другую сторону головы, они начинают плавать на боку и переходят к донному образу жизни. Различные виды камбал (желтоперая, морская, полярная) и палтусов (атлантический белокорый может достигать в длину 4,5 м и массы 300 кг) являются важными объектами тралового промысла (рис. 62).



а *б*

Рис. 62. Морская камбала (*а*) и палтус атлантический белокорый (*б*)

Семейство Тресковые – холоднолюбивые морские рыбы, широко распространенные в арктических водах. Тело покрыто чешуей, на подбородке находится непарный усик, брюшные плавники расположены впереди грудных, имеют (кроме налимов) три спинных плавника и два анальных. Лучи всех плавников мягкие. Многие совершают длительные миграции и образуют большие скопления. К семейству относятся треска (рис. 63, *а*), пикша, минтай, сайда, навага. Лишь речной налим (рис. 63, *б*) обитает в пресных водах, и это единственный вид из наших пресноводных рыб, нерестящийся зимой (декабрь – январь).



а *б*

Рис. 63. Атлантическая треска (*а*) и речной налим (*б*)

Тресковые являются важными объектами промысла. Атлантическая треска – самая крупная (до 40 кг) и в уловах наиболее многочисленная из тресковых. Обитает в морях Европейского Севера и Дальнего Востока. Один из ее отличительных признаков – изогнутая белая боковая линия. В Баренцевом море вылавливают пикшу (боковая линия у нее черная, прямая). Объектами промысла являются навага (небольшая рыба длиной около 30 см), минтай, путассу. У тресковых ценятся мясо и жирная печень, из которой приготовляют консервы и медицинский рыбий жир.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика рыб.
2. Систематика рыб (назвать основные отряды и представителей).
3. Особенности морфологии хрящевых рыб.
4. Внешнее строение костных рыб.
5. Строение кожи рыб, разновидности чешуи.
6. Пищеварительная система костных рыб.
7. Дыхательная и кровеносная системы костных рыб.
8. Строение нервной системы и органов чувств рыб.
9. Особенности строения выделительной и половой систем рыб.
10. Лопастеперые рыбы (систематический обзор).
11. Лучеперые рыбы (систематический обзор).
12. Значение рыб в природе и жизни человека.

3.3.3. Класс Земноводные (Amphibia)

Материальное обеспечение: влажные препараты земноводных, влажные препараты головастиков и лягушат; скелет лягушки, рисунки, видеофильм, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов земноводных, скелета лягушки, зарисовка рисунков, просмотр видеофильма, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Немногочисленная группа первых наиболее примитивных наземных пойкилотермных позвоночных (около 4,5 тыс. видов), сохранивших значительную связь с водной средой. Большинство яиц не имеет

плотных оболочек и может развиваться только в воде. Характерно легочное дыхание, два круга кровообращения и парные пятипалые конечности. Большинство обитает в зависимости от стадии жизненного цикла то в воде, то на суше. Личинки ведут водный образ жизни. В течение жизни они претерпевают метаморфоз, превращаясь из чисто водных организмов во взрослые формы, обитающие большей частью вне воды. Однако у взрослых особей степень приспособления к жизни на суше в общем невелика. Амфибии являются первично наземными позвоночными, предки которых жили в воде. В эпидермисе кожи этих животных имеется большое число многоклеточных слизистых желез. Череп соединяется с единственным шейным позвонком двумя мыщелками, крестец также образован одним позвонком. Конечности, хотя и построены по типу пятипалых, развиты слабо и не могут удержать тело в приподнятом положении. Ноздри сквозные, носовая полость сообщается с ротовой внутренними ноздрями – хоанами, среднее ухо с одной слуховой косточкой – стременем. Передний мозг имеет два полушария. Легкие развиты слабо, в качестве дополнительного органа дыхания достаточно большую роль играет еще и кожа. Органы дыхания личинок – жабры, а взрослых – легкие. Имеется два круга кровообращения. Сердце трехкамерное и состоит из двух предсердий и одного желудочка с артериальным конусом. Трехкамерное сердце не обеспечивает полного разделения артериальной и венозной крови, поэтому в большей части тела по артериям течет смешанная кровь. Почки туловищные.

Основная масса представителей размножается в воде. У большинства видов оплодотворение наружное, развитие с метаморфозом. Взрослые земноводные после метаморфоза становятся наземными дышащими легкими животными с двумя кругами кровообращения. Только немногие земноводные проводят всю жизнь в воде, сохраняя жабры и некоторые другие личиночные признаки.

Амфибии служат ценными объектами лабораторных экспериментов. При их изучении было сделано много выдающихся открытий. На территории Беларуси обитают 13 видов амфибий, среди них гребенчатый тритон и камышовая жаба, занесенные в «Красную книгу Республики Беларусь».

И. М. Сеченов в опытах на лягушках открыл рефлексы головного мозга. Земноводные интересны как животные, филогенетически связанные, с одной стороны, с древними рыбами, а с другой – с примитивными пресмыкающимися.

Наибольшее число видов обитает в регионах с теплым, влажным климатом. К северу и югу от экватора число видов земноводных и их численность снижаются. Не встречаются они и в соленых водоемах.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Позвоночные (Vertebrata).
Класс Земноводные (Amphibia).
Подкласс Тонкопозвонковые (Lepospondyli).
Отряд Хвостатые (Caudata, seu Urodela).
Виды: тритон обыкновенный (*Triturus vilgaris*);
тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*);
саламандра пятнистая (*Salamandra*).
Подкласс Дугопозвонковые (Apsidospondyli).
Отряд Безногие (Apoda, seu Gymnophiona).
Вид червяга кольчатя (*Siphonops annulatus*).
Отряд Бесхвостые (Anura, seu Ecaudata).
Виды: жаба зеленая (*Bufo viridis*);
лягушка озерная (*Rama ridibunda*);
лягушка остромордая (*Rama arvalis*).

Морфологический обзор. Внешний вид земноводных разнообразен. У хвостатых амфибий тело удлиненное, ноги короткие, примерно одинаковой длины, всю жизнь сохраняется длинный хвост. У бесхвостых амфибий тело короткое и широкое, задние ноги прыгательные, значительно длиннее передних, хвост у взрослых особей отсутствует. У безногих амфибий тело длинное червеобразное, без ног. У всех амфибий шея не выражена или выражена слабо. Поэтому можно выделить так же, как и у рыб, три отдела: голова, туловище, хвост (рис. 64). В отличие от рыб голова у них сочленяется с позвоночником подвижно.

Покровы. Кожа земноводных тонкая, голая, обычно покрыта слизью, выделяемой многочисленными кожными железами. У личинок слизистые железы одноклеточные, у взрослых – многоклеточные. Выделяемая слизь смачивает кожу, что важно для кожного дыхания. Слизь обладает бактерицидными свойствами, у некоторых земноводных секрет кожных желез ядовит и может быть смертельно опасен

даже для человека. Степень ороговения эпидермиса у разных видов земноводных далеко не одинакова. У личинок и тех видов, которые ведут в основном водный образ жизни, ороговение поверхностных слоев кожи развито слабо, но у жаб ороговевшей может быть до 60 % всей поверхности кожи на спинной стороне.



Рис. 64. Внешнее строение озерной лягушки: *1* – ноздря; *2* – глаза; *3* – барабанная перепонка; *4* – голень; *5* – стопа; *6* – пальцы с плавательной перепонкой; *7* – бедро; *8* – предплечье; *9* – кисть; *10* – плечо

Кожа земноводных как бы свободно накинута на тело (особенно это выражено у бесхвостых), прикрепляясь в отдельных точках и образуя пазухи и полости, заполняемые водой и лимфой.

Кожа – важный орган дыхания земноводных, о чем свидетельствует отношение длины капилляров кожи к длине этих сосудов в легких; у тритона оно равно 4:1, а у жаб, имеющих более сухую кожу, – 1:3.

Окраска земноводных обычно носит покровительственный характер. Некоторые, как, например, древесная квакша, способны изменять ее, у ядовитых представителей она яркая, предупреждающая.

Скелет земноводных в большей степени хрящевой и состоит из черепа, позвоночника, костей конечностей и их поясов (рис. 65).

Позвоночник разделяется на четыре отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. Шейный и крестцовый отделы включают всего по одному позвонку. Число туловищных и хвостовых позвонков различно. У бесхвостых амфибий рудименты хвостовых позвонков срастаются в длинную косточку – уростиль. У некоторых хвостатых земноводных позвонки двояковогнутые, и между ними сохраняются остатки хорды. У большинства же амфибий они либо выпуклые спереди

и вогнутые сзади, либо наоборот – вогнутые спереди и выпуклые сзади. Ребра отсутствуют, соответственно отсутствует и грудная клетка.

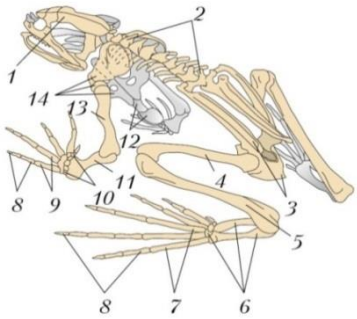


Рис. 65. Скелет лягушки: *1* – череп; *2* – позвоночник; *3* – пояс задних конечностей; *4* – бедренная кость; *5* – кость голени; *6* – предплюсна; *7* – плюсна; *8* – фаланги пальцев; *9* – пясть; *10* – запястье; *11* – кость предплечья; *12* – грудина; *13* – плечевая кость; *14* – пояс передних конечностей

Череп в основном хрящевой с небольшим числом накладных (вторичных) и основных (первичных) костей. С переходом от жаберного дыхания водных предков амфибий к легочному висцеральный скелет изменился. Подъязычный аппарат состоит из элементов скелета черепа. Верхняя часть подъязычной дуги – подвесок, к которому у низших рыб прикрепляются челюсти, у амфибий в связи со срастанием первичной верхней челюсти с черепом превратилась в маленькую слуховую косточку – стремя, расположенную в среднем ухе. Характерно широкое основание черепа, что повышает эффективность как захвата пищи, так и дыхания.

Скелет конечностей и их поясов складывается из элементов, характерных для пятипалых конечностей наземных позвоночных животных. Пояс передних конечностей лежит свободно в толще мускулатуры.

Число пальцев на ногах неодинаково у разных видов.

Мускулатура земноводных в связи с более разнообразными движениями и развитием конечностей, приспособленных к движению по суше, в значительной степени теряет метамерное строение, характерное для рыб, и приобретает большую дифференцировку. Скелетная

мускулатура представлена множеством отдельных мышц, число которых у лягушки превышает 350. Развита мускулатура конечностей.

Развитие *головного мозга* свидетельствует о значительном прогрессе по сравнению с рыбами. Головной мозг относительно крупнее, особенно передний его отдел, полушария хорошо выражены и разделены. Прогрессивными чертами следует считать и наличие нервных клеток не только в дне и боковых стенках, но и в крыше полушарий. Промежуточный мозг сверху имеет придаток – эпифиз, а от дна промежуточного мозга отходит воронка, с которой связан гипофиз. Средний мозг и мозжечок развиты слабо. От центральной нервной системы отходят нервы ко всем органам тела. Черепных нервов 10 пар. Спинномозговые нервы образуют плечевое и пояснично-крестцовое сплетения, иннервирующие передние и задние конечности.

Органы чувств у амфибий получили в процессе эволюции прогрессивное развитие. Зрение в воздушной среде играет более важную роль, поэтому у земноводных произошли изменения в строении глаз. Образовались подвижные веки и мигательная перепонка, защищающие и увлажняющие глаза. Роговица глаза стала выпуклой, хрусталик приобрел линзовидную форму. Аккомодация происходит за счет перемещения хрусталика. Зрение устроено так, что земноводные реагируют на движение. В связи с тем что воздушная среда хуже проводит звуковые волны, органы слуха земноводных представлены как внутренним, так и средним ухом (барабанной полостью) со слуховой косточкой – стременем. Среднее ухо снаружи ограничено от внешней среды барабанной перепонкой и сообщается с глоткой каналом (евстахиевой трубой), что позволяет уравновешивать давление воздуха в нем с давлением воздуха во внешней среде. Полость среднего уха гомологична брызгальцу рыб. Органы обоняния – ноздри – сквозные (внутренние ноздри – хоаны) и служат также для дыхания. У личинок и постоянно живущих в воде земноводных сохранились характерные для рыб органы боковой линии.

Органы пищеварения. Широкий рот ведет в обширную ротоглоточную полость. У многих земноводных на челюстях, а обычно также на небе расположены мелкие зубы, помогающие удерживать добычу. В ротоглоточную полость открываются внутренние ноздри – хоаны, в глотку – евстахиевы трубы. На дне ротовой полости имеется язык различной формы; у многих бесхвостых он прикреплен к передней части нижней челюсти и может выбрасываться изо рта; животные пользуются этим для ловли насекомых. При отсутствии такого языка

пища захватывается челюстями, при проглатывании добычи используются еще и глаза. Так, лягушка сокращением мышц втягивает глаза вглубь ротовой полости, проталкивая пищу в пищевод, которая поступает далее в мешкообразный, слабо выраженный желудок. У земноводных имеются слюнные железы, которые смачивают пищевой ком и способствуют его лучшему прохождению по пищеводу. Из желудка пища поступает в сравнительно короткий кишечник, который разделен на отделы (тонкий, средний и толстый). От желудка отходит двенадцатиперстная кишка, куда впадают протоки печени (по ним поступает желчь) и поджелудочной железы. Пищеварительная система заканчивается клоакой, куда открываются также мочеточники, канал мочевого пузыря и половые протоки (рис. 66).

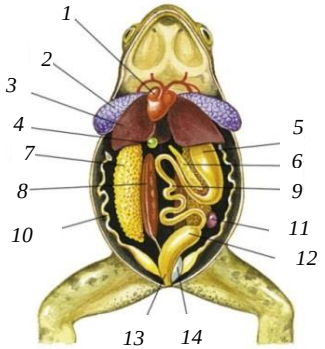


Рис. 66. Внутреннее строение лягушки (самки):
1 – сердце; *2* – легкое; *3* – печень; *4* – желчный пузырь; *5* – желудок; *6* – поджелудочная железа; *7* – яичник; *8* – почка; *9* – тонкая кишка; *10* – яйцевод; *11* – селезенка; *12* – толстая кишка; *13* – клоака; *14* – мочевой пузырь

Органы дыхания изменяются с возрастом животного. Личинки земноводных дышат наружными или внутренними жабрами. У взрослых амфибий развиваются легкие, хотя у некоторых хвостатых амфибий жабры сохраняются пожизненно. Легкие устроены просто и имеют вид тонкостенных эластичных мешков, иногда со складками на внутренней поверхности. Отношение поверхности легких к поверхности тела равно примерно 2:3. Поскольку земноводные не имеют грудной клетки, воздух в легкие поступает путем накачивания, при этом дно ротовой

полости выступает как поршень насоса. При опускании дна ротовой полости воздух втягивается в нее через ноздри, затем ноздри закрываются, а дно ротовой полости, поднимаясь, проталкивает воздух в легкие. Выдох осуществляется за счет изменения объема внутренней полости земноводных и спадания легких. В дополнение к легочному, большую роль играет кожное дыхание: именно через кожу выделяется до 80 % диоксида углерода и поступает до 50 % кислорода. Кожное дыхание является приспособлением для обитания в воде; во время спячки, которая у многих амфибий проходит в водоемах, эти животные также пользуются кожным дыханием. При нырянии легкие земноводных играют роль, сходную с ролью плавательного пузыря рыб.

Органы размножения. Все земноводные раздельнополы (см. рис. 66). У самцов имеется два семенника бобовидной формы, расположенные в полости тела около почек. Семявыносящие канальцы, пройдя через почку, впадают в мочеточник, представленный вольфовым каналом, который служит для выведения мочи и семени. У самок большие парные яичники лежат в полости тела. Созревшие яйца выходят в полость тела, откуда попадают в воронкообразные начальные отделы яйцеводов.

Проходя по яйцеводам, икринки покрываются прозрачной толстой слизистой оболочкой. Яйцеводы открываются в клоаку.

Развитие у земноводных проходит со сложным метаморфозом (рис. 67). Из икринок выходят личинки, отличающиеся как по строению, так и по образу жизни от взрослых особей. Личинки земноводных – настоящие водные животные.



Рис. 67. Развитие лягушки: *1* – икра; *2* – развитие плавниковых складок и наружных жабр; *3* – стадия исчезновения наружных жабр; *4* – стадия появления задних конечностей; *5* – стадия расчленения и подвижности задних конечностей; *6* – стадия освобождения передних конечностей, метаморфоза ротового аппарата и начала резорбции хвоста; *7, 8* – рассасывание хвоста; *9* – стадия выхода на сушу

Обитая в водной среде, они дышат жабрами. Жабры у личинок хвостатых амфибий наружные, ветвистые; у личинок бесхвостых амфибий жабры сначала наружные, но вскоре становятся внутренними вследствие обрастания их складками кожи.

Кровеносная система личинок амфибий сходна с таковой рыб и имеет только один круг кровообращения. Как и у большинства рыб, у личинок амфибий имеются органы боковой линии. Передвигаются личинки в основном за счет движения уплощенного хвоста, отороченного плавником.

В процессе превращения личинки во взрослое земноводное у нее происходят глубокие изменения большинства органов. Появляются парные пятипалые конечности, у бесхвостых амфибий редуцируется хвост.

Жаберное дыхание заменяется легочным; жабры обычно исчезают. Вместо одного круга кровообращения развиваются два – большой и малый.При этом первая пара жаберных артерий превращается в сонные артерии, вторая пара становится дугами аорты, третья в той или иной степени редуцируется, а четвертая преобразуется в легочные артерии. У мексиканской амфибии амбистомы наблюдается неотения – способность размножаться на стадии личинки, т. е. достигать половой зрелости при сохранении личиночных черт строения. Личинок амбистом называют аксолотлями.

Экология и хозяйственное значение земноводных. Места обитания земноводных разнообразны, но большинство видов придерживается влажных мест, а некоторые проводят в воде всю жизнь, не выходя на сушу. Тропические земноводные червяги ведут подземный образ жизни. Своеобразная амфибия балканский протей обитает в подземных водоемах; глаза у него редуцированы, а кожа лишена пигмента. Земноводные относятся к группе холоднокровных (пойкилотермных) животных, т. е. температура их тела непостоянна и зависит от температуры окружающей среды.

Уже при 10 °С их движения становятся вялыми, а при 5–7 °С они обычно впадают в оцепенение. Зимой в условиях умеренного и холодного климата жизнедеятельность амфибий почти замирает. Лягушки зимуют обычно на дне водоемов, а тритоны – на суше в норах, во мху, под камнями.

Размножаются земноводные в большинстве случаев весной. Самки лягушек, жаб и многих других бесхвостых земноводных выметывают икру в воду, где ее оплодотворяют самцы, поливая семенем. У хвоста-

тых амфибий наблюдается своеобразное внутреннее оплодотворение. Так, самец тритона откладывает на водные растения комочки семени в слизистых мешочках – сперматофорах. Самка захватывает сперматофор клоакой, и оплодотворение происходит в половых путях самки.

Плодовитость земноводных колеблется в широких пределах. Обычная травяная лягушка выметывает весной 1–4 тыс., а зеленая лягушка – 5–10 тыс. икринок. Развитие головастиков травяной лягушки в икринке длится в зависимости от температуры воды от 8 до 28 дней. Превращение головастика в лягушонка происходит обычно в конце лета.

Большинство земноводных, отложив икру в воду и оплодотворив ее, не проявляет о ней заботы. Но некоторые виды заботятся о своем потомстве. Так, например, самец обыкновенной жабы-повитухи, широко распространенной в Европе, наматывает шнуры оплодотворенной икры на задние ноги, а когда подходит пора появиться головастикам, он спускается в водоем, где головастики и вылупляются. У самки суринамской пилы ко времени выметывания икры кожа на спине сильно утолщается и размягчается. После выметывания и оплодотворения икринки попадают на спину самки. В этом помогает и самец, укладывая икру и брюшком вдавливая ее в разбухшую кожу, где и происходит развитие молодняка.

Питаются земноводные мелкими беспозвоночными животными, в первую очередь насекомыми. Они поедают много вредителей культурных растений, принося тем самым большую пользу растениеводству. Подсчитано, что одна травяная лягушка за лето может съесть около 1,2 тыс. насекомых – вредителей сельскохозяйственных растений. Еще более полезны жабы, поскольку они охотятся ночью и поедают массу ночных насекомых и слизней, малодоступных для птиц. В Западной Европе жаб часто выпускают в оранжереи и парники для истребления вредителей. Тритоны полезны тем, что поедают личинок комаров.

Систематический обзор земноводных

Класс Амфибии разделяется на три отряда: Хвостатые амфибии, Бесхвостые амфибии, Безногие амфибии.

Отряд Хвостатые амфибии. Это наиболее древняя группа земноводных, представленная в современной фауне саламандрами, углозубами, протеями и др. Тело у хвостатых амфибий удлиненное, вальковатое. Хвост сохраняется всю жизнь. Передние и задние конечности

примерно одинаковой длины, поэтому хвостатые амфибии либо ползают, либо медленно ходят. От водных предков у хвостатых амфибий сохранились кардинальные вены. Некоторые формы сохраняют жабры всю жизнь. Оплодотворение внутреннее.

В нашей стране из хвостатых амфибий широко распространены тритоны. Наиболее часто встречаются крупный гребенчатый тритон (у них самцы черные с оранжевым брюхом) и более мелкий обыкновенный тритон (рис. 68).



а *б*

Рис. 68. Гребенчатый (*а*) и обыкновенный (*б*) тритоны

Весной тритоны живут в воде, где и размножаются, а зиму проводят на суше в состоянии оцепенения. В Карпатах можно встретить довольно крупную огненную саламандру, которую легко узнать по черной окраске с оранжевыми или желтыми пятнами. Гигантская японская саламандра достигает в длину 1,5 м. К семейству протеев относится балканский протей, живущий в водоемах пещер и сохраняющий жабры всю жизнь. Его кожа не содержит пигмента, а глаза рудиментарны, так как животное живет в темноте. В лабораториях для проведения физиологических опытов разводят личинок американских амбистом. Эти животные, как и все хвостатые амфибии, обладают замечательной способностью восстанавливать утраченные части тела.

Отряд Бесхвостые амфибии. К этому отряду относятся лягушки, жабы, квакши (рис. 69). Для них характерно короткое, широкое тело. Хвост у взрослых особей отсутствует. Задние ноги значительно длиннее передних, что определяет движение скачками. Оплодотворение

наружное. У лягушек кожа гладкая, слизистая. Во рту есть зубы. Преимущественно дневные и сумеречные животные. У жаб кожа сухая, бугристая, во рту зубов нет, задние ноги относительно короткие. Квакши отличаются небольшими размерами, тонким стройным телом и лапами с присосками на концах пальцев. Присоски облегчают передвижение по деревьям, где квакши охотятся на насекомых. Окраска квакш обычно ярко-зеленая, может меняться в зависимости от окружающего фона.



а *б*

Рис. 69. Зеленая жаба (*а*) и остромордая лягушка (*б*)

Отряд Безногие амфибии. К этому отряду принадлежат тропические земноводные, ведущие подземный образ жизни (червяги, рыбозмеи) (рис. 70).



а *б*

Рис. 70. Червяга кольчатая (*а*) и цейлонский рыбозмей (*б*)

Безногие амфибии имеют длинное, цилиндрическое тело с коротким хвостом. В связи с роющим образом жизни ноги и глаза у них подверглись редукции. Оплодотворение внутреннее. Питаются почвенными беспозвоночными животными.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика земноводных.
2. Систематика амфибий.
3. Внешняя морфология и строение кожи у земноводных.
4. Особенности строения скелета и мышечной системы амфибий.
5. Строение пищеварительной системы земноводных.
6. Дыхательная система и процесс дыхания у амфибий.
7. Кровеносная система амфибий.
8. Нервная система и органы чувств земноводных.
9. Выделительная и половая системы амфибий.
10. Развитие земноводных.
11. Значение земноводных в природе и жизни человека.

3.3.4. Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia)

Материальное обеспечение: влажные препараты рептилий, скелеты ящерицы, змеи, ужа, рисунки, видеофильм, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов пресмыкающихся, скелетов ящерицы, змеи, ужа, зарисовка рисунков, просмотр видеофильма.

Общая характеристика

Все основные черты высших наземных позвоночных наглядно выражены у пресмыкающихся.

Пресмыкающиеся относятся к высшим позвоночным, или настоящим наземным позвоночным животным, часть из которых вторично перешла к водному образу жизни. Рептилии представляют наиболее низкоорганизованных высших позвоночных из группы. Способность к терморегуляции у них невелика, и температура тела непостоянна, они также относятся к пойкилотермным животным. Во время бодрствования температура может колебаться в значительных пределах, например, у некоторых ящериц от 14 до 32 °С.

Ряд черт характеризует пресмыкающихся как типичных наземных животных. В связи с сухопутным образом жизни тело их расчленено на отделы в большей мере, чем у амфибий и рыб. Шея хорошо выражена. Конечности пятипалые, но у некоторых они частично или полностью атрофировались. Кожа сухая, с сильным ороговением эпидермиса. Поверхность тела покрыта обычно роговыми чешуями или щитками. Череп сочленяется с позвоночником одним мыщелком. Позвонки туловища несут ребра, которые составляют грудную клетку. Полушария переднего мозга хорошо развиты, в их крыше имеется серое мозговое вещество, образующее зачатки коры мозга. В течение всей жизни дышат легкими; вдох и выдох производятся путем расширения и сжатия грудной клетки. Сердце у большинства видов трехкамерное, но с неполной перегородкой в желудочке. Артериального конуса нет, три артерии отходят непосредственно от желудочка. Органами выделения у взрослых служат тазовые почки.

Оплодотворение внутреннее. У эмбрионов развиваются оболочки – амнион и аллантоис (рис. 71).

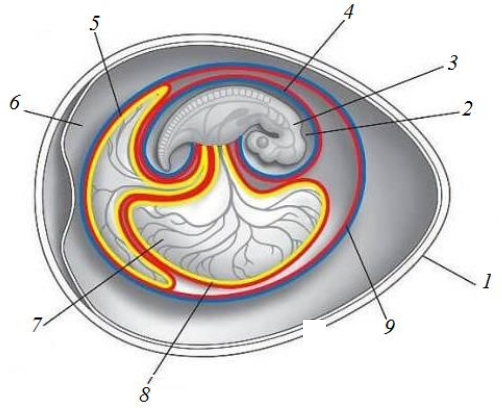


Рис. 71. Образование зародышевых оболочек: *1* – скорлупа; *2* – амниотическая полость; *3* – зародыш; *4* – амнион; *5* – аллантоис; *6* – белок; *7* – желток; *8* – желточный мешок; *9* – хорион

По сравнению с земноводными пресмыкающиеся более многочисленный и разнообразный класс. Число видов современных пресмыкающихся превышает 6,5 тыс.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Позвоночные (Vertebrata).
Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia).
Подкласс Архозавры (Archosauria).
Отряд Крокодилы (Crocodylia).
Виды: аллигатор миссисипский (*Alligator mississippiensis*);
крокодил нильский (*Crocodilus niloticus*);
крокодил гребнистый (*Crocodilius porosus*).
Подкласс Анапсидные (Anapsida).
Отряд Черепахи (Testudines).
Виды: черепаха болотная (*Emys orbicularis*);
черепаха зеленая (*Chelonia mydas*).
Подкласс Лепидозавры (Lepidosauria).
Отряд Клювоголовые (Rhynchocephalia).
Вид гаттерия (*Sphenodon punctatus*).
Отряд Чешуйчатые (Squamata).
Подотряд Ящерицы (Sauria).
Виды: ящерица прыткая (*Lacerta agilis*);
ящерица живородящая (*Lacerta vivipara*);
веретеница (*Anguis fragilis*);
желтопузик (*Ophisaurus apodus*);
варан серый (*Varanus griseus*);
Подотряд Змеи (Ophidia).
Виды: уж обыкновенный (*Natrix natrix*);
гадюка (*Vipera berus*);
медянка (*Coronella austriaca*);
кобра королевская (*Naja naja*);
гюрза (*Vipera lebetina*).

Морфологический обзор. *Внешний вид.* Рептилии живут в разнообразных условиях, и поэтому их внешний вид и форма тела также довольно разнообразны. Наиболее характерны следующие три типа внешнего строения:

1) ящерицеобразный тип свойствен большинству рептилий. Выражены все отделы тела. Конечности хорошо развиты. Хвост, как прави-

ло, длинный и у некоторых видов цепкий. Сюда относятся ящерицы, хамелеоны, крокодилы и клювоголовые;

2) змееобразный тип характеризуется цилиндрическим телом, отсутствием конечностей и обособленной шеи. Туловищный и хвостовой отделы переходят друг в друга постепенно. К этому типу относятся змеи и безногие ящерицы. Между первым и вторым типами есть переходные формы: амфисбены имеют рудименты только передних конечностей, а удавы имеют зачаточные наружные задние конечности;

3) черепахообразный тип характеризуется более или менее уплощенным телом, заключенным между спинным (карапакс) и брюшным (пластрон) костными щитами. Конечности часто укороченные, у сухопутных форм столбчатообразные, у морских – ластообразные. Шея длинная и подвижная. К этому типу относятся черепахи.

У рептилий нередок лазательный тип конечностей, который хорошо выражен у хамелеонов. У гекконов, лазающих по гладкой поверхности камней, пальцы имеют на концах своеобразные присоски. У летающих драконов на боках тела между передними и задними конечностями расположена кожистая складка, в формировании которой участвуют и ребра; эта складка используется для планирования при прыжках (рис. 72).



Рис. 72. Представители разных отрядов пресмыкающихся

Размеры рептилий колеблются от нескольких сантиметров до 11 м (анаконда, сетчатый питон). Окраска варьирует, часто с рисунком из пятен и полос. Нередко она носит покровительственный характер.

Многие пресмыкающиеся полезны, поскольку истребляют насекомых, моллюсков, грызунов – паразитов и вредителей. Некоторые из них дают ценные шкуры и съедобное мясо (крокодилы, черепахи, ящерицы, змеи). Яд змей используют в медицине. Некоторые ядовитые змеи опасны для человека.

Покровы пресмыкающихся существенно отличаются от кожных покровов амфибий и имеют черты приспособления к жизни в воздушной среде.

У большинства пресмыкающихся кожа покрыта роговыми чешуями, бугорками или щитками, которые служат защитой от иссушения, механических повреждений, проникновения микроорганизмов и ядовитых веществ. Поверхность ее сухая, кожные железы отсутствуют (кроме некоторых желез особого назначения). Верхний слой эпидермиса сильно ороговевает и постоянно слущивается. Его регенерация (восстановление) обеспечивается деятельностью нижнего живого слоя эпидермиса. Характерны периодические линьки. У некоторых видов под роговыми чешуйками залегают костные бляшки, развивающиеся как кожные окостенения в дерме. Кожа рептилий, в отличие от кожи амфибий, плотно прилегает к телу и не образует столь характерных (как у лягушек) подкожных лимфатических мешков. У ящериц по внутреннему краю бедер имеется ряд отверстий – бедренных пор, из которых в период размножения выделяется вязкая нитевидная масса, но значение этих пор пока неизвестно. Немногочисленные кожные железы развиты у молодых крокодилов, есть они и у взрослых животных. Расположены эти железы на спине, на нижней челюсти и в области клоаки. Относительно хорошо кожные железы развиты у некоторых черепах. Зачатки кожных желез имеются у змей.

Скелет пресмыкающихся почти полностью образован костными элементами. Череп состоит как из окостеневших хрящей черепа эмбриона, так и из большого числа кожных костей, формирующих крышу, бока и дно черепа, длинные челюсти.

Позвоночный столб включает пять отделов – шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Позвонки процельные, у низших форм тела позвонки амфицельные. Шея длинная, в шейном отделе восемь позвонков. Первый шейный позвонок (атлас, или атлант) представляет собой костное кольцо, разделенное связкой на нижнюю и верхнюю половины. Верхнее отверстие служит для соединения головного мозга со спинным, в нижнее отверстие заходит зубовидный отросток второго шейного позвонка (эпистрофея), который служит осью

вращения головы. Таким образом, атлант, вращаясь вокруг зубовидного отростка эпистрофея, обеспечивает значительную подвижность головы; значительная подвижность обеспечивается также за счет соединения черепа с помощью одного мыщелка. Наличие двух первых шейных позвонков – атланта и эпистрофея – характерно для всех тетрапод.

Грудные позвонки пресмыкающихся несут по паре хорошо развитых ребер, но только ребра пяти первых позвонков присоединены к грудине, образуя грудную клетку. Грудина хрящевая. Полной грудной клетки и грудины нет у змей. Ребра задних грудных позвонков не соединяются с грудиной. Крестцовых позвонков два, к их поперечным отросткам причленяется таз. Хвостовой отдел состоит из нескольких десятков позвонков.

Конечности и их пояса более мощные и более прочно укреплены, а плечевой пояс в связи с наличием грудной клетки связан с осевым скелетом, а не лежит свободно, как у амфибий.

Скелет свободных конечностей не имеет существенных особенностей. Строение его соответствует общему плану строения пятипалой конечности.

Мускулатура. У рептилий почти не сохраняется метамерное расположение мускулатуры, которое свойственно низшим позвоночным. Достаточно хорошее развитие пятипалых конечностей, появление шейного отдела, большая расчлененность тела – все это привело к сложной дифференцировке мышечной системы. Появилась межреберная мускулатура, играющая важную роль в механизме дыхания у всех высших позвоночных. Хорошо также развита шейная и жевательная мускулатура.

Органы чувств в большей мере соответствуют наземному образу жизни. Механические раздражения воспринимаются осязательными «волосками», расположенными на чешуях и связанными с осязательными пятнами – скоплениями чувствующих клеток, лежащих под эпидермисом.

Нервная система более совершенна, чем у амфибий. Головной мозг значительно больше, полушария переднего мозга относительно крупнее, они имеют кору из серого мозгового вещества (рис. 73). Но кора развита еще слабо. Хорошо выражен архипаллиум и есть зачатки неопаллиума. Хорошо развит теменной орган, эпифиз и обонятельный центр. Мозжечок довольно большой, что соответствует сложности движений большинства рептилий. Продолговатый мозг образует в вертикальной плоскости ясный изгиб, что характерно для всех высших позвоночных.

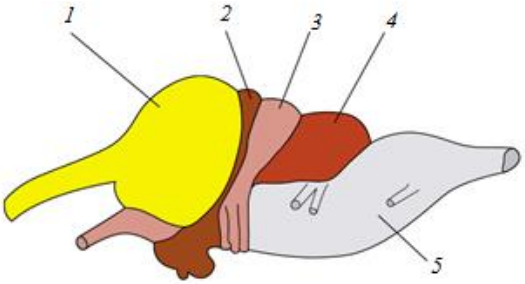


Рис. 73. Схема строения головного мозга ящерицы:
1 – передний мозг; *2* – промежуточный мозг; *3* – средний мозг;
4 – мозжечок; *5* – продолговатый мозг

Глаза пресмыкающихся имеют веки, но у змей и некоторых ящериц они срастаются, образуя прозрачную пленку, защищающую глаз; развито цветовое зрение. Имеются слезные железы. Зрение играет важную, если не главную роль. Нижнее веко развито лучше и более подвижно. Есть третье веко – мигательная перепонка, закрывающая глаз из его переднего угла. У ночных видов зрачок вертикальный. Ресничная мышца образована поперечнополосатой мускулатурой и не только перемещает хрусталик, но и несколько меняет его форму. Это в условиях наземной среды имеет большое значение для различения предметов на разных расстояниях. У гремучих змей есть термолокатор. Они реагируют на изменение температуры в пределах 0,001 °С.

У многих рептилий на темени располагается своеобразный теменной орган (теменной глаз), связанный с промежуточным мозгом. Его строение сходно со строением глаза, и он может воспринимать световые раздражения.

Орган слуха состоит из внутреннего и среднего уха, в котором находится одна слуховая косточка – стремя. В перепончатом лабиринте обособляется улитка, представляющая собой мешкообразный выступ. Имеются также органы осязания, обоняния и вкуса.

Орган обоняния отчетливо подразделяется на нижний – дыхательный, и верхний – собственно обонятельный отделы.

Для рептилий характерен якобсонов орган – извитая и слепо заканчивающаяся полость, отходящая от крыши рта. Многие рептилии как бы ощупывают языком предметы, перенося мельчайшие частицы в рот, где с помощью якобсонова органа воспринимают их запахи и запахи пищи.

Органы пищеварения устроены сложнее, чем у амфибий. Пищеварительный тракт пресмыкающихся начинается ротовой полостью, в которой находятся язык и зубы. Зубы свойственны большинству рептилий. Они прирастают к краям соответствующих костей и только у крокодилов они сидят в альвеолах. На дне ротовой полости расположен подвижный мускулистый язык, способный далеко выбрасываться. Форма языка весьма различна. У змей и многих ящериц он тонкий и часто раздвоенный на конце. У хамелеонов, напротив, на конце язык расширен. У черепах и крокодилов носоглоточные ходы отделены от ротовой полости вторичным костным небом. Благодаря образованию вторичного неба хоаны отодвинуты назад и открываются в глотку. Воздух, вдыхаемый через ноздри, поступает в глотку и далее по трахее в легкие, минуя ротовую полость (рис. 74). Это позволяет животному дышать при заглатывании пищи. Ротовые слюнные железы относительно хорошо развиты, и слюна содержит пищеварительные ферменты. Ротовая полость четко отграничена от глотки. Пищевод ведет в хорошо развитый желудок. Желудок четко выражен, снабжен сильной мускулатурой. Кишечник ясно подразделяется на более длинную тонкую и относительно короткую толстую кишку. Между тонкими и толстыми кишками расположена зачаточная слепая кишка. Она хорошо развита только у растительноядных (черепах). Поджелудочная железа имеет свой проток. У рептилий имеется желчный пузырь, проток которого впадает в кишечник рядом с протоком поджелудочной железы. Имеется клоака. У пресмыкающихся значительно расширен спектр кормов. Они могут расчленять пищевой объект, способны долго голодать.

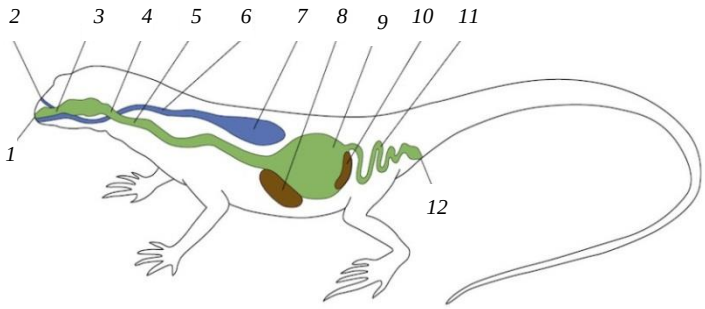


Рис. 74. Схема пищеварительной и дыхательной систем ящерицы: *1* – рот; *2* – ноздри; *3* – ротовая полость; *4* – глотка; *5* – пищевод; *6* – трахея; *7* – легкое; *8* – печень; *9* – желудок; *10* – поджелудочная железа; *11* – кишечник; *12* – клоака

Органами дыхания пресмыкающихся в течение всей жизни служат легкие (у змей имеется только одно правое), кожное дыхание отсутствует (рис. 74). Газообмен у зародыша, развивающегося в яйце, осуществляется с помощью сосудов аллантоиса и желточного мешка. Характерна дифференцировка дыхательных путей. От глотки начинается трахея (дыхательное горло), которая делится на два бронха, ведущих в мешковидные легкие.

В полости легкого располагается множество складок и мелких ячеек, увеличивающих поверхность газообмена. Особенно хорошо это выражено у черепах и крокодилов, у которых легкие губчатые. Воздух не нагнетается в легкие, как у амфибий, а втягивается и выталкивается обратно за счет изменения объема грудной клетки.

Кровеносная система пресмыкающихся по сравнению с кровеносной системой земноводных имеет ряд черт, лучше соответствующих наземному образу жизни. Сердце трехкамерное, перегородка между предсердиями всегда полная, и каждое самостоятельно открывается в соответствующую часть желудочка (рис. 75). Кроме того, неполная перегородка имеется и в желудочке. За счет этой перегородки желудочек на короткое время во время диастолы полностью разделен на левую и правую половины. У крокодилов желудочек перегорожен полностью. Из желудочка выходят три самостоятельных артериальных ствола.

От правой части желудочка, содержащей венозную кровь, отходит общий ствол легочных артерий, по которым кровь поступает к легким. От левой части желудочка отходит правая дуга аорты (загибающаяся направо), от которой, в свою очередь, отходят сонные и подключичные артерии, снабжающие артериальной кровью передний отдел тела и головной мозг. От середины желудочка (содержит смешанную кровь) отходит левая дуга аорты, которая, обогнув сердце, соединяется с правой дугой аорты и образует спинную аорту. Многочисленные сосуды, отходящие от нее, несут кровь к различным органам тела. Таким образом, у рептилий более полно разделены артериальный и венозный потоки, но в связи с двумя дугами аорты кровь в артериях смешанная (рис. 75).

Венозная система не имеет существенных отличий в сравнении с таковой бесхвостых амфибий. По задней полой вене – основному венозному сосуду туловища – кровь поступает в правое предсердие. В заднюю полую вену впадает и печеночная вена, выносящая кровь, поступившую туда от кишечника и прошедшую через воротную систе-

му сосудов печени. От головы кровь собирается в парные яремные вены, которые, соединившись с парными подключичными венами, образуют две передние (левую и правую) полые вены, впадающие в правое предсердие. В левое предсердие изливают кровь легочные вены, которые у некоторых видов перед впадением в сердце объединяются в один сосуд.

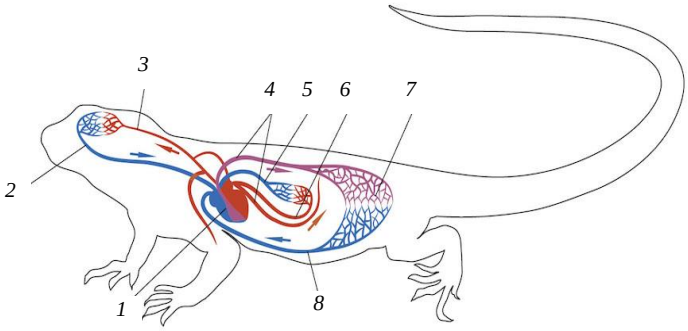


Рис. 75. Схема строения кровеносной системы ящерицы: *1* – сердце; *2* – яремная вена; *3* – сонная артерия; *4* – левая и правая дуги аорты; *5* – легочная вена; *6* – легочная артерия; *7* – капиллярная сеть внутренних органов; *8* – кишечная вена

Органы выделения представлены тазовыми почками, которые расположены в тазовой области и по микроструктуре отличаются от туловищных почек (рис. 76).

Туловищные почки возникают как зародышевый орган и функционируют до вылупления животных из яйца или некоторое время спустя после вылупления. Конечным продуктом является мочевая кислота; при этом экономится примерно в 200 раз больше воды по сравнению с земноводными, у которых конечным продуктом обмена является мочевина. С брюшной стороны в клоаку открывается мочевой пузырь. У крокодилов, змей и некоторых ящериц мочевой пузырь недоразвит. Моча у них кашицеобразная и состоит в основном из мочевой кислоты.

Органы размножения. Размножение происходит на суше (у морских змей – в воде). Половые железы лежат в полости тела по бокам позвоночника. Оплодотворение внутреннее. Все рептилии, кроме гаттерии, имеют копулятивные органы. У ящериц и змей они представляют собой парные выросты задней стенки клоаки, которые в период полового возбуждения выворачиваются наружу (рис. 76). У крокоди-

лов и черепах копулятивный орган непарный и также представляет собой вырост стенки клоаки. Крупные, богатые желтком яйца покрыты пергаментной или пропитанной известью оболочкой, защищающей содержимое от высыхания. У яиц черепах и крокодилов появляется белковая оболочка. Развитие пресмыкающихся прямое, без метаморфоза. В связи с наземным образом жизни у зародышей пресмыкающихся появляются две зародышевые оболочки – амнион и аллантоис. *Амнион* – это мешок, заполненный амниотической жидкостью, в которой плавает зародыш. Аллантоис выполняет роль органа дыхания и зародышего мочевого пузыря. Отмечено партеногенетическое размножение (некоторые агамы, гекконы), у них популяции состоят только из самок. Есть случай гермафродитизма – островная змея ботропс.

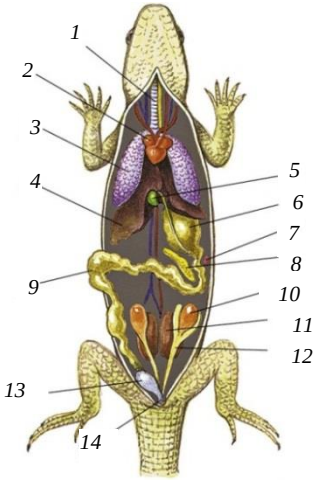


Рис. 76. Внутреннее строение ящерицы (самца): *1* – трахея; *2* – сердце; *3* – легкое; *4* – печень; *5* – желчный пузырь; *6* – желудок; *7* – селезенка; *8* – поджелудочная железа; *9* – кишечник; *10* – семенник; *11* – почка; *12* – семяпровод; *13* – мочевой пузырь; *14* – клоакальное отверстие

Экология пресмыкающихся. Пресмыкающиеся широко распространены по земному шару, но большинство обитает в странах с жарким и теплым климатом. Это обусловливается зависимостью их жизнедеятельности как животных с непостоянной температурой тела от температуры окружающей среды.

Пресмыкающиеся, как правило, наземные животные. Однако ряд видов ведет водный образ жизни. Так, в морях, реках и озерах обитают крокодилы, некоторые змеи и черепахи. Все водные пресмыкающиеся дышат воздухом и размножаются на суше (исключение составляют живородящие морские змеи). В умеренных и северных широтах пресмыкающиеся проводят зиму в глубоком оцепенении, укрывшись в различные убежища. Большинство пресмыкающихся размножаются путем откладывания яиц. Их яйца по строению сходны с яйцами птиц. Самки обычно откладывают яйца в углубления на почве или в трещины скал, под кору деревьев, в навоз. Срок инкубации зависит от температуры окружающей среды. Некоторые пресмыкающиеся, например крокодилы, охраняют кладку яиц. У других наблюдается яйцеживорождение. В этом случае оплодотворенные яйца остаются в теле матери, и в них развиваются молодые животные, которые выходят из яиц тотчас же после их откладки.

Мелкие пресмыкающиеся питаются преимущественно беспозвоночными, главным образом насекомыми. Крупные нападают на позвоночных животных. Ядовитые змеи убивают жертву, вонзая в нее ядовитые зубы, по каналам или бороздкам которых в ранку стекает яд, вырабатываемый специальными видоизмененными слюнными железами. Имеются также и растительноядные пресмыкающиеся, поедающие траву и плоды (сухопутные черепахи), и всеядные.

В ряде стран существуют специальные питомники ядовитых змей, от которых получают яд, используемый для приготовления ряда лекарств и сывороток.

Систематический обзор пресмыкающихся

Отряд Черепахи. Это более специализированная группа пресмыкающихся. Уплощенное широкое тело черепах покрыто прочным панцирем, образованным двумя щитами – более выпуклым спинным (карапакс) и уплощенным брюшным (пластрон). С карапаксом сливаются ребра и большая часть позвоночника, с пластроном – грудина и ключицы. Сверху панцирь прикрыт роговыми щитками, а у кожистых черепах – мягкой кожей эпидермального происхождения. Спереди между щитками выступают голова и передние ноги, сзади – хвост и задние ноги. При испуге или опасности черепахи втягивают их. У морских черепах ноги превратились в ласты.

Развито вторичное костное небо, зубов нет, но есть роговые чехлы на челюстных костях. Мускулатура туловища в связи с наличием панциря развита слабо. Хорошо развита мускулатура шеи, конечностей и хвоста.

Легкие имеют сложное губчатое строение. Воздух попадает в них путем засасывания в результате движения шеи и ног и опускания дна ротовой полости. Дополнительные органы дыхания – снабженные капиллярами выросты глотки и клоаки.

В настоящее время в мире насчитывается около 250 видов черепах, ведущих наземный, полуводный и водный образ жизни, большинство из которых встречается в тропических странах. На островах Тихого и Индийского океанов водятся сухопутные исполинские слоновые черепахи, достигающие 2 м в длину и массы 200 кг. Объектом промысла служила морская зеленая (суповая) черепаха длиной до 2 м и массой до 400 кг. Почти все они истреблены. На Дальнем Востоке обитает дальневосточная черепаха – трионикс. Для этого вида характерно наличие длинного подвижного хоботка, на конце которого открываются ноздри. В южной Европе, а также на Кавказе обитает каспийская черепаха. Она плавает быстро и может долго оставаться под водой (2–10 ч). Из сухопутных черепах встречается средиземноморская черепаха (рис. 77).



а *б*

Рис. 77. Средиземноморская (*а*) и болотная (*б*) черепахи

В террариумах часто содержат среднеазиатскую черепаху, обитающую, в частности, в Средней Азии и Казахстане. В природе они откладывают яйца в апреле – мае, инкубация продолжается 70–80 дней. Ле-

том взрослые могут впадать в спячку, закапываясь в грунт. Летняя спячка может переходить в зимнюю, т. е. длиться до 8 месяцев. Мясо и яйца этих черепах съедобны.

Отряд Клювоголовые. Этот отряд включает древнейшую группу рептилий, из которых до наших дней сохранился на небольших островах Новой Зеландии один вид – гаттерия (рис. 78). Это живое ископаемое, по внешнему виду напоминающее ящерицу; длина тела животного достигает 50 см. Однако у гаттерии сохранился ряд примитивных черт строения. Сверху туловище и голова покрыты мелкими зернистыми чешуйками. По хребту тянется киль из треугольных роговых пластинок. Позвоночник образован двояковогнутыми позвонками, между телами которых всю жизнь сохраняются остатки хорды. На брюхе под кожей расположены брюшные ребра, которые, по-видимому, являются рудиментами брюшного костного щита палеозойских амфибий – стегоцефалов. Есть небные и сошниковые зубы, развит теменной глаз (роговица, хрусталик, сетчатка).



Рис. 78. Гаттерия

Это малоподвижное животное ведет ночной образ жизни, живет в норах буревестников и других птиц. Питается червями, насекомыми и улитками. Гаттерия строго охраняется.

Отряд Чешуйчатые. Это наиболее многочисленная группа современных пресмыкающихся. Роговая чешуя налегает друг на друга, как чешуйки в еловой шишке. Клоака имеет вид поперечной щели, копулятивные органы в виде парных мешковидных выпячиваний клоаки. Распространены Чешуйчатые по всем континентам. Отряд делится на два подотряда: Ящерицы и Змеи.

Подотряд Ящерицы. К этому подотряду относятся животные с продолговатым телом и обычно длинным хвостом. Внешний вид и окраска разнообразны. Ноги, как правило, хорошо развиты, но у некоторых форм они редуцированы или совсем отсутствуют (веретеница, желтопузик); в последнем случае в теле сохраняются рудименты поясов конечности. Внешне такие ящерицы похожи на змей, но в отличие от последних у безногих ящериц сохраняются грудина и пояса конечностей. Многим видам свойственна автотомия – обламывание части хвоста. В последующем хвост восстанавливается, но его скелет не окостеневает.

Глаза у большинства видов снабжены подвижными веками, но у гекконов, гологлазов и некоторых других ящериц они срастаются и превращаются в прозрачные пленки на глазах. Имеются барабанные перепонки.

Большинство ящериц размножаются, откладывая яйца, но некоторые виды яйцеживородящи (веретеница, живородящая ящерица). Питаются мелкими животными, в том числе различными насекомыми и моллюсками, чем приносят пользу сельскому и лесному хозяйствам. Ядовитых видов среди ящериц нашей фауны нет.

В Российской Федерации наибольшее число видов ящериц обитает на юге страны. Но некоторые из них, как, например, живородящая и прыткая ящерицы, распространены далеко на севере (рис. 79).



а *б*

Рис. 79. Ящерица живородящая (*а*) и варан серый (*б*)

Ящурки – довольно обычные представители, обитающие в степной зоне и более южных районах страны, достигающие размеров до 20 см.

Гекконы – мелкие и наиболее примитивные ночные ящерицы. Хорошо лазают по стенам, скалам, деревьям. Могут бегать по вертикальным гладким поверхностям и по потолку.

Агамы – мелкие и средние ящерицы с гибким и неломким хвостом, ведущие наземный и древесный образ жизни. В пустынях Средней Азии обычны круглоголовки, отличающиеся округлой головой на подвижной шее: тело их покрыто мелкими роговыми бугорками.

Вараны – очень крупные (до 4 м) стройные ящерицы. Бегают быстро, держа тело высоко поднятым над землей. Наиболее крупный – обитающий на острове Комодо (Индонезия) комодский дракон (см. рис. 79, *б*).

Хамелеоны – высокоспециализированные рептилии, приспособленные в основном к древесному образу жизни; длина тела составляет от 3 до 60 см. Несколько десятков видов хамелеонов обитают в субтропиках и тропиках (обыкновенный, шлемоносный, Джексона). Тело может сильно раздуваться за счет легочных мешков. На конечностях первые два пальца срослись между собой и противопоставлены также сросшимся трем остальным пальцам. Такими клещеобразными лапами хамелеоны крепко охватывают ветку дерева, по которой передвигаются. Хвост длинный, цепкий. Глаза могут двигаться несогласованно. Окраска хамелеонов может меняться в зависимости от фона окружающей среды. Язык длинный, до половины длины тела; выбрасывая его, хамелеоны ловят насекомых.

Подотряд Змеи. Относящиеся к этому подотряду рептилии имеют длинное цилиндрическое тело со слабо выраженным делением на голову, шею, туловище и хвост. Самые крупные представители – питоны и удавы (длиной до 11 м). Ползают, изгибая тело. Щитки, покрывающие брюхо, налегают друг на друга задними краями и препятствуют скольжению тела назад.

Характерно отсутствие подвижных век, барабанных перепонок, плечевого пояса, парных конечностей и их скелета. Только у удавов имеются рудименты задних ног, бедер и подвздошных костей. Тело змей покрыто роговой чешуей и щитками. Кожных желез нет (есть лишь у некоторых видов ужей). При линьке старый поверхностный слой кожи отделяется на челюстях и постепенно сходит с тела, выворачиваясь, как перчатка.

Глаза змей покрыты прозрачной пленкой сросшихся век. Барабанной перепонки нет. Кости обеих челюстей и неба соединены связками,

и пасть змей может открываться настолько широко, что они могут заглатывать крупную добычу целиком.

В связи с вытянутой формой тела у змей развито только одно правое легкое, а левое, если оно и есть, рудиментарно. Мочевого пузыря нет, почки и гонады сильно вытянуты.

Позвоночник представлен большим числом (200–450) однообразных позвонков, которые помимо обычных сочлененных отростков имеют на верхних дугах по срединному выступу.

Позвонки несут свободно заканчивающиеся ребра, которые наружными концами упираются в слой мускулатуры. Движение ребер обеспечивает более совершенное перемещение тела, особенно в узких пространствах.

Питаются исключительно животной пищей – от мелких насекомых до мелких копытных. Добычу заглатывают целиком, этому способствует подвижное сочленение левой и правой половин челюстного аппарата. Некоторые змеи (ужи) заглатывают живую добычу, другие (удавы) душат ее кольцами тела, третьи (ядовитые змеи) убивают ядом (рис. 80). У ядовитых змей несколько передних зубов имеют более крупные размеры, они располагаются на верхней челюсти.



а *б*

Рис. 80. Уж обыкновенный (*а*) и гадюка (*б*)

У одних ядовитых змей (гадюка, гремучая змея) яд стекает по каналу внутри зуба, у других (кобра, аспид) – по борозде на его поверх-

ности. Яд вырабатывается особыми верхнечелюстными железами. Укус широко распространенной у нас обыкновенной гадюки болезнен, но не смертелен. Распространенные во многих районах страны медянки, ужи и полозы ядовитых зубов не имеют.

Змеи наиболее распространены в тропиках и субтропиках, хотя гадюка обитает и за полярным кругом.

Некоторые виды живут на деревьях, в воде и под землей.

Размножаются змеи, откладывая яйца, для некоторых характерно яйцеживорождение. На зиму змеи нашей фауны впадают в спячку.

Отряд Крокодилы. Это наиболее высокоорганизованная группа крупных пресмыкающихся (примерно 25 видов), отдельные представители которой могут достигать 8–10 м в длину (гребнистый и нильский крокодилы); все крокодилы ведут полуводный образ жизни (рис. 81).



а *б*

Рис. 81. Гребнистый (*а*) и нильский (*б*) крокодилы

Отличаются крокодилы уплощенным туловищем, вытянутой головой, короткими лапами и мощным длинным хвостом, сжатым с боков. Передние лапы с пятью свободными пальцами, задние несут четыре пальца, соединенных перепонкой. Тело покрыто роговыми пластинами, под которыми развиваются костные щитки. Имеют, хотя и немногочисленные, кожные железы, расположенные на хребте, под нижней челюстью и в области клоаки. Пасть снабжена многочисленными крупными зубами, сидящими в альвеолах. Сердце четырехкамерное.

Однако наряду с правой дугой аорты, выходящей из левого (артериального) желудочка, имеется и левая дуга, выходящая из правого (венозного) желудочка. Объемистые легкие имеют губчатое строение. Вторичное небо отделяет носоглоточный ход от ротовой полости. От заднего края неба свешивается мускульная складка – небная завеса, которая, закрывая глотку, позволяет крокодилам хватать добычу под водой, изолирует ротовую полость от глотки, давая возможность дышать, когда рот в воде раскрыт, а наружу выставлен лишь конец морды с ноздрями. У ноздрей есть клапаны, закрывающиеся в воде.

Большую часть времени крокодилы проводят в воде; они хорошо плавают и ныряют, но нередко вылезают на берег погреться на солнце. Яйца зарывают в прибрежный песок, где и проходит их развитие. Нередко самка охраняет кладку. Питаются крокодилы как водными животными, так и приблизившимися к водоему. Крупные крокодилы опасны для человека. В ряде стран ведется промысел крокодилов, в первую очередь ради ценной шкуры и мяса. Во многих странах крокодилов разводят с этой целью на специальных фермах.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика пресмыкающихся.
2. Систематика рептилий.
3. Типы внешнего строения рептилий.
4. Строение кожи и скелет пресмыкающихся.
5. Мускулатура и пищеварительная система рептилий.
6. Дыхательная и кровеносная системы пресмыкающихся.
7. Выделительная и половая системы рептилий.
8. Нервная система и органы чувств пресмыкающихся.
9. Особенности развития рептилий.
10. Систематический обзор пресмыкающихся.
11. Значение рептилий в природе и жизни человека.

3.3.5. Класс Птицы (Aves)

Материальное обеспечение: влажные препараты и чучела птиц, скелет голубя, рисунки, видеофильм, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов птиц, скелета голубя, рисунков, видеофильма, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Класс Птицы – специализированная ветвь высших позвоночных из группы Amniota, приспособившихся к полету. Птицы – прогрессивная ветвь рептилий, сохранившая много общих морфологических особенностей с предками. Предками птиц были архозавры – господствующая в мезозойскую эру очень разнообразная и многочисленная группа пресмыкающихся, которые и дали начало самому молодому классу наземных позвоночных. У птиц резко повысился общий уровень жизнедеятельности. Прогрессивные черты их организации – это более развитая центральная нервная система; высокая и постоянная температура тела (у крупных – 38–40 °С, а у мелких – 41–44 °С) и чрезвычайно интенсивный обмен веществ. Птицы – первый класс изучаемых нами животных с постоянной температурой тела. У птиц более совершенное размножение и выраженная забота о потомстве – яйца насиживают и охраняют, а потомство выкармливают. Птицы приобрели способность к полету, не утратив способности передвигаться по земле и лазать. Передние конечности видоизменились, превратившись в крылья, что придает этим животным весьма своеобразный вид. Тело птиц покрыто перьями – черта, характерная только для представителей данного класса. Часть костей плюсны и предплюсны срослись и образовали единую кость – цевку. Череп сочленяется с позвоночником одним мыщелком. В полушариях мозга имеется кора, поверхность которой гладкая. Мозжечок хорошо развит. Легкие губчатые, соединены с системой воздушных мешков. Сердце четырехкамерное. Имеется только правая дуга аорты. Размножаются, откладывая яйца. Способность к полету наложила отпечаток как на строение птиц, так и на их биологию, у птиц все подчинено полету. В настоящее время на Земле обитает около 9 тыс. видов птиц, населяющих все материки и острова. В фауне Беларуси насчитывается 329 видов птиц, из них 70 видов занесены в «Красную книгу Республики Беларусь».

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многоклеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Позвоночные (Vertebrata).
Класс Птицы (Aves).

Подкласс Веерохвостые (Neornithes, seu Ornithurae).
Надотряд Плавающие птицы (Impennes).
Отряд Пингвинообразные (Sphenisciformes).
Вид пингвин императорский (*Aptenodytes forsteri*).
Надотряд Бегающие или Страусовые, птицы (Ratitae).
Отряд Страусообразные (Struthioniformes).
Вид страус африканский (*Sruthio camelus*).
Надотряд Типичные птицы (Neognathae).
Отряд Аистообразные (Ciconiormes).
Вид аист белый (*Ciconia ciconia*).
Отряд Гусеобразные (Anseriformes).
Вид лебедь-кликун (*Cygnus cygnus*).
Отряд Соколообразные (Falconiformes).
Вид пустельга (*Falco tinnunculus*).
Отряд Курообразные (Galliformes).
Вид куропатка белая (*Lagopus lagopus*).
Отряд Журавлеобразные (Gruiformes).
Вид журавль серый (*Grus grus*).
Отряд Голубеобразные (Columbiformes).
Вид голубь сизый (*Columba livia*).
Отряд Кукушкообразные (Cuculiformes).
Вид кукушка обыкновенная (*Cuculus canorus*).
Отряд Совообразные (Strigiformes).
Вид филин обыкновенный (*Bubo bubo*).
Отряд Стрижеобразные (Apodiformes).
Вид стриж черный (*Apus apus*).
Отряд Удодообрзные (Upupiformes).
Вид удод (*Upupa epops*).
Отряд Дятлообразные (Picformes).
Вид дятел черный, желна (*Dryocopus matrus*).
Отряд Воробьинообрзные (Passeriformes).
Вид скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*).
Отряд Поганкообразные (Podcipediformes).
Вид поганка большая (*Podiceps cristatus*).

Морфологический обзор. Внешний вид птиц отражает их приспособленность к полету (рис. 82). Туловище птиц компактное, более или менее обтекаемой формы. Голова небольшая, шея тонкая, гибкая. На голове вперед выдается клюв, состоящий из надклювья и подклювья. Передние конечности – крылья – в спокойном состоянии сло-

жены и прижаты по бокам тела. На крыльях расположены большие упругие маховые перья, которые образуют их несущие плоскости.




Рис. 82. Внешний вид птицы (лунь)

Вся масса тела при передвижении по земле, лазаньи по деревьям, взлете и посадке приходится на задние конечности. Обычно они четырехпалые, но иногда число пальцев сокращается до трех и даже двух (африканский страус). Из четырех пальцев ног в большинстве случаев три направлены вперед, а один назад. Большие вариации в размерах и форме отделов тела птиц обеспечивают приспособленность к разным типам питания и движения при сохранении внешнего однообразия.

Покровы. Кожа птиц тонкая, сухая, практически лишенная желез. Исключение составляет копчиковая железа, развитая у многих видов птиц, особенно у водоплавающих, секрет которой используется для смазки перьев, что препятствует их намоканию. Для птиц характерно наличие перьевого покрова. Перья эволюционно развились из чешуи пресмыкающихся, они характерны для всех видов птиц и не встречаются у других животных.

Перо – производное эпидермиса кожи. Оно образовано роговым веществом – кератином. Отдельное перо состоит из очина (часть, погруженная в кожу), стержня и опахала. Роль перьевого покрова в жизни птиц велика и разнообразна. Перьевой покров придает телу птиц обтекаемую форму, что облегчает полет. Маховые и рулевые перья образуют большую часть несущей поверхности крыльев и хвоста, следовательно, они обеспечивают сам полет. Благодаря высоким теплозащитным свойствам перьев и воздушных прослоек между ними перьевой покров способствует сохранению тепла и таким образом участву-

ет в терморегуляции. Он также защищает птицу от различных механических воздействий. Перья могут нести и сигнальную функцию, как визуальную (павлин), так и акустическую (бекас). Разнообразные пигменты перьев придают птицам ту или иную окраску, которая часто носит покровительственный характер.

Для птиц характерна регулярная, частичная или полная смена перьевого покрова путем линьки. При этом старые перья выпадают, а на их месте развиваются новые (иногда другой окраски). Число линек варьирует от одной до нескольких, обычно один или два раза в год.

Для большинства птиц характерна медленная и постепенная смена перьевого покрова, благодаря чему они сохраняют способность к полету (орлы), но у водоплавающих птиц линька протекает столь быстро, что они временно не могут летать (гуси). Большую роль играют сезонные линьки для зимующих птиц: так, у одного вида синицы летом насчитывается 1,1 тыс. перьев, а зимой – 1,7 тыс. У крупных видов птиц число перьев больше, чем у мелких, например: у колибри – 1 тыс.; у чаек – 5–6; у уток – 10–12; у лебедей – 25 тыс. перьев.

К производным кожи относятся также роговой чехол клюва, когти, роговые щитки на цевке.

Для костей *скелета* птиц характерна прочность и легкость, что важно для полета. Легкость его достигается тем, что у птиц кости тонкие и трубчатые, а их полости заполнены воздухом. Прочность скелета в значительной степени обусловлена срастанием отдельных костей. Его относительная масса составляет 8–10 % от массы тела, как и у млекопитающих, поскольку у птиц очень длинные конечности – в 2–3 раза длиннее туловища. Рост костей у птиц ограничен.

Для птиц характерна вертикальная постановка ног. В скелете задних конечностей малая берцовая кость сильно редуцирована и приращена к большой берцовой кости. В процессе онтогенеза к нижнему концу голени прирастают косточки основного ряда предплюсны. Остальные косточки предплюсны и три косточки плюсны сливаются в единую вытянутую кость – цевку. К нижнему концу цевки причленяются фаланги пальцев.

Мускулатура птиц весьма своеобразна. Мышцы птиц хорошо развиты на конечностях, в шейном и хвостовом отделах тела. Наиболее мощно развитые мышцы и, соответственно, наиболее тяжелые (например, грудные) расположены на самом теле, от них к конечностям идут длинные и прочные сухожилия. Особенно развиты грудные и подключичные мышцы, приводящие в движение крылья. У хороших летунов масса грудных мышц может достигать 18–25 % от массы тела. Мощны

также мышцы ног (бедра), выполняющие большую работу при хождении птицы и передвижении по веткам деревьев, при взлете и посадке. Особые подкожные мышцы управляют положением перьев.

Нервная система, особенно центральный отдел, у птиц имеет более сложное строение, чем у рептилий, что соответствует более высокому уровню жизнедеятельности (рис. 83, *а*). В головном мозге хорошо развиты полушария переднего мозга, хотя кора гладкая, без извилин; мозжечок очень большой, сильно развиты зрительные бугры среднего мозга, обонятельные доли малы. Центр рассудочной деятельности локализуется у птиц в полосатых телах, а не в коре головного мозга. Сильное развитие зрительных бугров среднего мозга, несущих зрительную функцию, обусловлено доминированием в жизни птиц зрения. Мозжечок велик и имеет сложное строение (рис. 83, *б*).

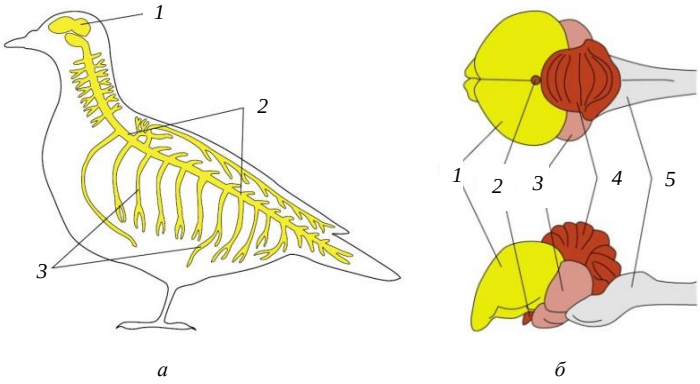
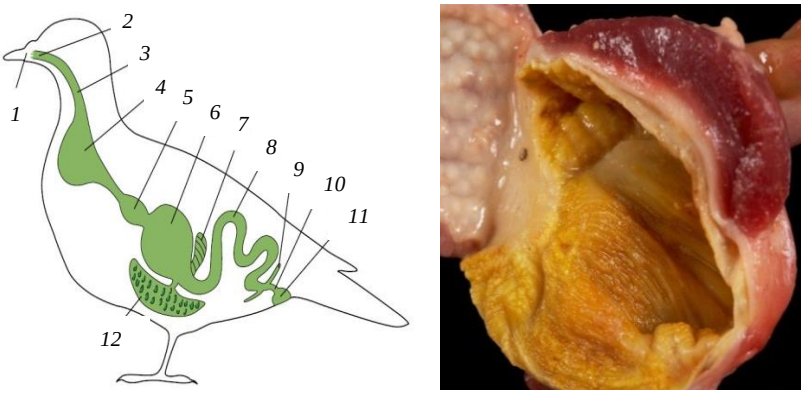


Рис. 83. Нервная система птицы: *а* – общий план строения: *1* – головной мозг; *2* – спинной мозг; *3* – периферическая нервная система; *б* – головной мозг: *1* – передний мозг; *2* – промежуточный мозг; *3* – средний мозг; *4* – мозжечок; *5* – продолговатый мозг

Органы чувств развиты у птиц в различной степени. Наибольшее значение в их жизни имеет зрение, поэтому большинство птиц – животные с дневной активностью. Глаза велики, у некоторых видов составляют до 4 % от массы тела и сложно устроены. Аккомодация происходит путем изменения кривизны хрусталика, изменения расстояния между хрусталиком и роговицей и изменения кривизны роговицы. Поле зрения велико; поле бинокулярного зрения значительно лишь у некоторых, например сов, веслоногих. У соколообразных разрешающая

способность глаза в 4–8 раз превышает таковую у человека. Сокол видит добычу размерами с галку на расстоянии 1 км. Совы видят при освещении, в сотни раз меньшем, чем это необходимо человеку. Располагаясь в черепе, глазные яблоки практически соприкасаются друг с другом и лишены мышц, поэтому они малоподвижны или неподвижны, зато очень подвижна голова. Слух развит хорошо, например совы при его помощи охотятся даже в темноте. Ошибка пассивной локации источника звука у сов не превышает 2°, чему способствуют, вероятно, наличие кожной складки и особая структура из перьев (лицевой диск), а также присущая некоторым их видам асимметрия ушных отверстий. В среднем ухе имеется одна косточка – стремя, барабанная перепонка несколько углублена, хорошо развит наружный слуховой ход. У некоторых птиц хорошо развито и обоняние (гриф, киви).

Органы пищеварения начинаются ротовой полостью (рис. 84, *а*). Зубы у современных птиц отсутствуют, их частично заменяют острые края рогового чехла клюва, которым птица захватывает, удерживает и иногда размельчает пищу. Отсутствие зубов породило ряд других особенностей пищеварительной системы. Для птиц характерны пищевод и зоб (расширенная часть пищевода, свойственная многим птицам), где пища увлажняется, набухает и размягчается (рис. 84, *б*).



а *б*

Рис. 84. Органы пищеварения птицы: *а* – схема пищеварительной системы: *1* – рот; *2* – глотка; *3* – пищевод; *4* – зоб; *5* – железистый желудок; *6* – мускульный желудок; *7* – поджелудочная железа; *8* – тонкая кишка; *9* – слепой отросток кишечника; *10* – толстая кишка; *11* – клоака; *12* – печень; *б* – внешний вид мускульного желудка

Из пищевода пища попадает в железистый отдел желудка, где смешивается с пищеварительными соками. Химическая обработка начинается уже в зобе и продолжается в железистом отделе желудка. Из него пища переходит в мышечный отдел желудка. Стенки его образованы мощными мышцами, а в полости, выстланной твердой оболочкой, обычно находятся мелкие камешки (гастролиты), проглоченные птицей. Эти камешки и складки стенок желудка при сокращении мышц стенок желудка перетирают пищу (см. рис. 84, *б*). Таким образом, желудок птиц состоит из двух отделов. Сила мышечного желудка так велика, что могут перетираться самые жесткие плоды с твердой кожурой. Так, у кур давление в мускульном желудке достигает 100–150 мм рт. ст., у гусей – 265–286 мм рт. ст.

Кишечник птиц относительно короткий за счет уменьшения длины толстого отдела. Длина кишечника в 3–12 раз больше длины тела. На границе тонкого и толстого отделов от кишечника отходят два слепых выроста. Прямая кишка не развита, поэтому экскременты не накапливаются в кишечнике, что облегчает массу птицы. Заканчивается кишечник расширением – клоакой, в которую открываются мочеточники и протоки половых желез.

Секрет двулопастной печени и поджелудочной железы, поступающий в двенадцатиперстную кишку, способствует перевариванию пищи. Печень у птиц большая, ее масса может составлять 2–8 % от массы тела (рис. 85); это позволяет запасать энергетические резервы углеводов (в первую очередь гликогена), ведь полет требует повышенного в 2–10 раз расхода энергии. Энергия запасается и в виде жировых отложений. По способности накапливать жир (запас энергии) птицы в 2 раза превосходят любых других животных.

Во время миграций запасы жира могут составлять 30–50 % от массы тела. Затрата птицами во время полета огромного количества энергии и высокий уровень обмена веществ обусловливают необходимость поглощения больших количеств пищи. У птиц наблюдается гиперфагия – избыточное потребление пищи. Мелкие виды птиц могут за день потреблять количество пищи, равное массе тела. Скорость переваривания пищи очень высокая, например, домовый сыч переваривает мышь за 4 ч, а серый сорокопут – за 3 ч. У свиристели ягоды рябины проходят весь кишечник за 8–10 мин, а у утки, вскрытой через 30 мин после того, как она проглотила карася, пищи уже не обнаруживалось.

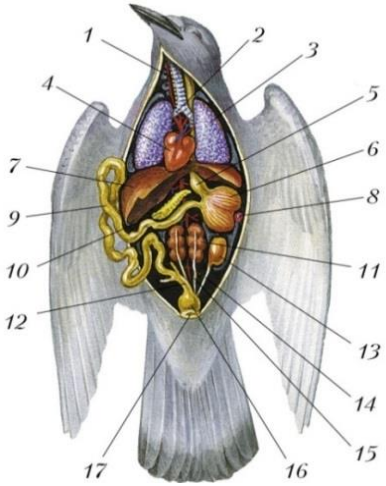


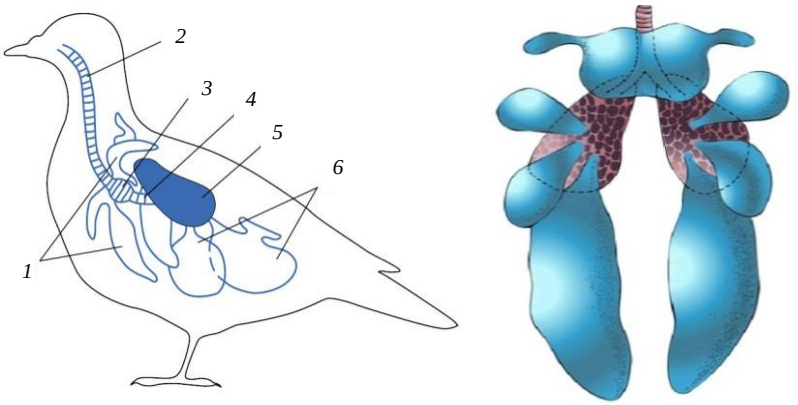
Рис. 85. Внутреннее строение птицы (самца): *1* – трахея; *2* – бронх; *3* – легкое; *4* – сердце; *5* – железистый желудок; *6* – мускульный желудок; *7* – печень; *8* – селезенка; *9* – тонкая кишка; *10* – поджелудочная железа; *11* – почка; *12* – толстая кишка; *13* – семенник; *14* – семяпровод; *15* – мочеточник; *16* – клоака; *17* – клоакальное отверстие

Органы дыхания птиц также имеют признаки приспособления к полету, во время которого организм нуждается в усиленном газообмене (рис. 86). От глотки птицы отходит длинная трахея, которая в грудной полости делится на два бронха.

На месте разделения трахеи на бронхи имеется расширение – нижняя гортань, в которой расположены голосовые связки. Нижняя гортань играет роль голосового аппарата и особенно сильно развита у птиц, поющих или издающих громкие звуки.

Легкие у птиц губчатые, маленькие по объему и очень большие по площади газообмена. Бронхи, входя в легкие, распадаются на все более мелкие ветви. Последние заканчиваются тончайшими слепыми канальцами – бронхиолами, в стенках которых проходят воздушные мешки, которые располагаются между органами и мышцами, под кожей и в полостях трубчатых костей крыльев. Эти мешки играют большую роль в дыхании птицы во время полета (см. рис. 86, *а*). У сидящей птицы дыхание осуществляется путем расширения и сжатия грудной клетки в результате движения грудины. В полете же, когда движущим-

ся крыльям нужна твердая опора, грудная клетка остается почти неподвижной и прохождение воздуха через легкие обусловливается в основном расширением и сжатием воздушных мешков. Этот процесс получил название «двойное дыхание», поскольку отдача кислорода в кровь происходит как при вдохе, так и при выдохе. Полнота извлечения кислорода из воздуха при этом способе дыхания такова, что гуси в полете способны достигать высоты 10 км. Воздушные мешки также участвуют в терморегуляции, уменьшают трение между органами и мышцами, способствуют акту дефекации. Путем изменения объема воздушных мешков ныряющие птицы регулируют свою плавучесть (рис. 86, *б*).



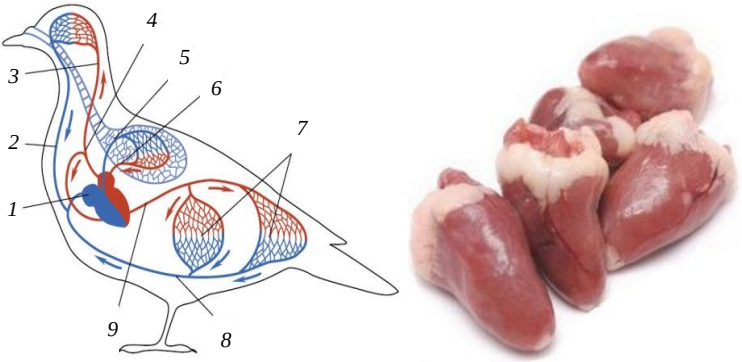
а *б*

Рис. 86. Органы дыхания птицы: *а* – схема дыхательной системы птицы: *1* – передние воздушные мешки; *2* – трахея; *3* – нижняя гортань; *4* – центральный бронх; *5* – легкое; *6* – задние воздушные мешки; *б* – схема воздушных мешков птицы

Объем воздушных мешков примерно в 10 раз больше объема легких, но газообмен осуществляется только в легких.

Само дыхание в полете происходит в основном за счет работы крыльев. Чем быстрее машущий полет, тем интенсивнее дыхание. При подъеме крыльев легкие растягиваются, и воздух засасывается в них; кроме того, воздух частично, минуя легкие, попадает в воздушные мешки. При опускании крыльев происходит выдох, причем через легкие проходит воздух из мешков, что способствует окислению крови в легких.

Кровеносная система птиц имеет два круга кровообращения (рис. 87). Сердце птиц очень большое, у колибри оно составляет 2,37 % от массы тела, у человека – 0,42 %.



а *б*

Рис. 87. Кровеносная система птицы: *а* – схема кровеносной системы: *1* – сердце; *2* – передняя полая вена; *3* – сонная артерия; *4* – правая дуга аорты; *5* – легочная артерия; *6* – легочная вена; *7* – капиллярные сети внутренних органов; *8* – задняя полая вена; *9* – спинная аорта; *б* – внешний вид сердца птицы

Сердце у птиц четырехкамерное, поэтому кровь полностью разделяется на артериальную и венозную.

Высокая активность обменных процессов у птиц делает необходимым быструю и обильную доставку питательных веществ и кислорода во все части организма, поэтому кровь по сосудам течет с большой скоростью, что обеспечивается энергичной работой сердца. Частота сокращений сердца высокая, например пульс у серебристой чайки в покое составляет 130–250 ударов в 1 мин, в машущем полете – 625; у воробья в покое – 460, а в полете – до 1 000 ударов в 1 мин.

Органы выделения птиц также приспособлены к интенсивному обмену веществ, вследствие чего увеличивается объем продуктов распада, подлежащих удалению. Почки у птиц тазовые, отличаются большими размерами и лежат в углублениях тазовых костей (рис. 88). От них отходят мочеточники, открывающиеся в клоаку. Мочевого пузыря нет, конечный продукт – мочевая кислота, почти не требующая воды для ее выведения и, таким образом, позволяющая экономить во-

ду. Выделяя с мочой мало воды, птицы почти не способны избавиться и от избытка в организме солей. Поэтому морские птицы, пьющие соленую воду, имеют еще и другой орган соляной экскреции – носовую железу.

Органы размножения. Все птицы – яйцекладущие животные с внутренним оплодотворением. Птицы раздельнополы. Парные семенники, лежащие в брюшной полости, имеют бобовидную форму (рис. 88). Размеры их сильно варьируют; так, в сезон размножения они увеличиваются в 250–300 раз. От семенников отходят семяпроводы, открывающиеся в клоаку. Копулятивных органов нет у многих видов, за редким исключением (бескилевые, гусеобразные). Яичник функционирует в основном левый, и даже если функционируют оба (попугаи), то яйца попадают в имеющийся только левый яйцевод, в верхней части которого происходит оплодотворение.

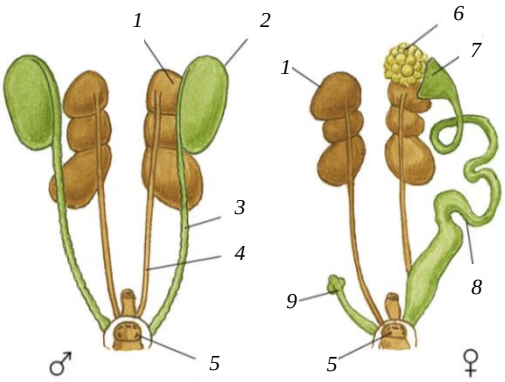


Рис. 88. Схема строения систем органов выделения и размножения самца и самки: *1* – почка; *2* – семенник; *3* – семяпровод; *4* – мочеточник; *5* – клоака; *6* – яичник; *7* – воронка яйцевода; *8* – яйцевод; *9* – остаток правого яйцевода

Пройдя по яйцеводу, яйцо приобретает белковую оболочку, а попав в более широкую матку, покрывается известковой скорлупой. Через конечный отдел половых путей самки – влагалище – яйцо попадает в клоаку, а оттуда выводится наружу. Плодовитость невысокая – 1–20 яиц в кладке. Хотя некоторые виды за сезон размножения откладывают значительно больше яиц, так как делают несколько кладок (воробьи, си-

ницы). При непрерывной яйцекладке промежуток между снесением яиц может колебаться от 1 до 3 сут, причем большую часть этого времени занимает образование скорлупы.

Для развития яйца птиц необходима температура, сравнимая с температурой тела самой птицы. Поэтому птицы насиживают яйца, контактируя с ними специально оголяющимися участками тела – наседковыми пятнами. Не насиживают яйца лишь сорные куры, использующие внешние источники тепла, и гнездовые паразиты. Яйца птиц (кроме яиц сорных кур) нуждаются не только в поддержании оптимальной температуры, но и в систематическом переворачивании, что и осуществляется наседкой. Продолжительность инкубации колеблется у разных видов от 10 до 60 сут. Незадолго до вылупления птенцы переходят на легочное дыхание.

Экология птиц. Основная форма передвижения большинства птиц – полет. Приспособление к полету вызвало ряд описанных выше морфологических и физиологических изменений, а также наложило отпечаток на все виды их жизнедеятельности. Благодаря способности к полету птицы обладают огромными возможностями для далеких миграций и расселения: именно полет позволил им заселить все океанические острова, нередко лежащие в сотнях километров от материка. Полет помогает птицам избегать врагов. Многие птицы во время полета добывают пищу в воздухе или высматривают ее на земле.

Характер полета разных видов птиц далеко не одинаков, он всегда находится в соответствии с их образом жизни. Различают два основных вида полета птиц – парение и машущий полет. Парением называется полет птицы на более или менее неподвижных, распростертых крыльях, при этом птица постепенно снижается. Но часто парящая птица может сохранять набранную над землей высоту или даже подниматься вверх, используя восходящие потоки воздуха. При машущем полете птица активно взмахивает крыльями. У многих птиц такая активная форма полета чередуется с парением. Ворона при спокойном машущем полете делает в среднем 2,9, а чайка – 2,2 взмаха в 1 с. Максимально возможная скорость полета ласточки 28 м/с, глухаря – 16 м/с, лебедя – 14 м/с. Некоторые птицы могут лететь без остановки для отдыха более 3 тыс. км. Высокое развитие опорно-двигательной системы находит свое отражение в том, что птицы – самые быстрые из всех животных. Абсолютный рекорд скорости – 300 км/ч – принадлежит сапсану.

Систематический обзор птиц

Различают несколько экологических групп птиц.

Древесные птицы проводят большую часть жизни на деревьях и кустах. Кормятся преимущественно на деревьях, кустарниках и других растениях. Здесь и гнездятся. Питаются различными насекомыми, ягодами, плодами, семенами, нектаром и другими видами кормов. Клюв обычно небольшой. Для этих птиц, среди которых преобладают мелкие и средние по размерам, характерно стройное, вытянутое, сжатое с боков тело, средней длины шея, довольно короткие тонкие ноги, пальцы которых не связаны перепонкой и несут острые когти. Из четырех пальцев обычно три направлены вперед, а один – назад; реже наружный палец может быть обращен вперед и назад или два пальца могут быть направлены вперед, а два – назад. Задний палец хорошо развит, так как он позволяет обхватывать ветви. Крылья не очень длинные. Оперение довольно рыхлое, у большинства видов со слаборазвитым пухом. У некоторых птиц этой группы (дятел, пищуха) хвост образован из упругих жестких перьев, служащих опорой при передвижении по стволам деревьев. Характерные представители данной группы – большинство певчих, воробьиных, кукушки, дятлы и др. (рис. 89).



а *б*

Рис. 89. Обыкновенный соловей (*а*) и большой пестрый дятел (*б*)

Наземные птицы держатся преимущественно на земле и передвигаются главным образом бегом или шагом. Крылья чаще короткие и

широкие, иногда в той или иной степени редуцированные. Такие птицы обычно плохие летуны, полет происходит без парения. Зато ноги мощные, с тупыми когтями, приспособленными к хождению и копанию, с короткими толстыми пальцами, из которых задний мал или отсутствует (у африканского страуса по два пальца на каждой ноге). Клюв обычно короткий, мощный. Оперение рыхлое, с плохо развитым пухом, тело сжато с боков, ноги отодвинуты назад. Туловище их обычно массивное, плотное и широкое. К этой группе птиц относятся страусы, дрофы, стрепеты, большинство куриных и др. (рис. 90).



а *б*

Рис. 90. Африканский страус (*а*) и степная дрофа (*б*)

Водоплавающие птицы – жители водоемов. Хорошо плавают, а многие также и ныряют, максимальная глубина достигает 50–60 м. Тело обычно уплощенное, особенно его нижняя сторона. Шея, как правило, длинная. Ноги отодвинуты далеко назад, отчего походка раскачивающаяся, птица при этом держит тело наклонно или почти вертикально. Три или четыре пальца ног связаны плавательной перепонкой или оторочены по бокам кожистыми лопастями (поганки, лысухи), что увеличивает загребающую поверхность лап. Хвост короткий. Оперение очень плотное (особенно на брюхе) с густым пухом. Копчиковая железа почти у всех видов этой группы сильно развита, что обеспечивает обильное жировое покрытие оперения. Летают быстро и с частыми взмахами крыльев. К этой экологической группе относятся утки, гуси, пеликаны, гагары, поганки, чистики, пингвины.

Околоводные птицы биологически связаны с водоемами. Они хорошо плавают, но обычно не ныряют, обитают на болотах, сырых лугах, побережьях водоемов. Эти птицы чаще всего бродят по мелководью или по топкой сырой почве. Тело легкое, стройное. Шея обычно длинная, гибкая. Голова небольшая, у подавляющего числа видов с длинным тонким клювом, или клювом, приспособленным к выхватыванию добычи из воды; он крепкий, удлиненный, часто с крючком на конце. Хвост короткий или средней длины. Оперение рыхлое со слабо развитым пухом. У многих ноги длинные, тонкие с удлиненными пальцами, не связанными плавательной перепонкой, сочленение цевки и голени не оперено, иногда пальцы соединены плавательной перепонкой. Крылья длинные, острые, упругие или широкие. Характерные представители – цапли, аисты, журавли, кулики, чайки, крачки, буревестники (рис. 91).



а *б*

Рис. 91. Белый аист (*а*) и кулик (*б*)

Летающие птицы почти весь день обычно проводят в воздухе, где и добывают пищу. Тело их мускулистое, вытянутое. Шея короткая. Голова небольшая. Клюв большой или короткий, широко раскрывающийся, что облегчает хватание насекомых на лету. Крылья узкие, мощные, упругие, приспособленные к парению. Полет быстрый, в основном планирующий и пикирующий. Хвост небольшой. Ноги слабые, короткие, с цепляющимися пальцами; или сильные хватающие (соколы). Оперение плотное. Характерные представители группы – ласточки, стрижи, козодои, орлы, ястребы, альбатросы

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика класса птиц.
2. Систематика птиц.
3. Особенности строения кожи и мускулатуры птиц.
4. Строение скелета птицы.
5. Морфология пищеварительной системы птиц.
6. Особенности строения дыхательной системы птиц.
7. Морфология кровеносной системы птиц.
8. Строение нервной системы и органов чувств птиц.
9. Морфология выделительной и половой систем птиц.
10. Строение яйца и развитие птицы.
11. Систематический обзор класса птиц.
12. Перелеты птиц. Значение птиц в природе и жизни человека.

3.3.6. Класс Млекопитающие (Mammalia)

Материальное обеспечение: влажные препараты и чучела млекопитающих, скелет кролика и кошки, рисунки, презентация.

Методика занятия: беседа по плану занятия, просмотр влажных препаратов и чучел млекопитающих, скелетов кролика и кошки, зарисовка рисунков, подведение итогов, задание на следующее занятие.

Общая характеристика

Млекопитающие – это наиболее высокоорганизованные позвоночные животные. Об этом свидетельствуют следующие особенности их морфологии и физиологии:

1) исключительно высокое развитие центральной нервной системы и органов чувств;

2) совершенная система терморегуляции, позволяющая поддерживать температуру тела на удивительно постоянном уровне 37–39 °С;

3) способность к живорождению и выкармливанию детенышей молоком, что создает благоприятные условия для выживания потомства.

Высокая организация млекопитающих и сложная высшая нервная деятельность обеспечили широкое их распространение. В настоящее время на земном шаре насчитывается около 4,6 тыс. видов млекопитающих. На территории Беларуси обитают 80 видов, из них 20 видов занесены в «Красную книгу Республики Беларусь».

Млекопитающие характеризуются рядом особых черт. Их тело покрыто волосами, кожа богата железами, в частности сальными, потовыми, а также специфическими млечными. Хорошо развита кора полушарий головного мозга. Череп сочленяется с позвоночником двумя мыщелками. В среднем ухе находятся три слуховые косточки. Локтевой сустав направлен назад, а коленный – вперед. Внутренняя полость тела разделена на грудную и брюшную полости диафрагмой. Легкие альвеолярного строения. От левого желудочка отходит левая дуга аорты, эритроциты безъядерные. Зубы сидят в альвеолах и дифференцированы на резцы, клыки и коренные. Характерно наличие рта с подвижными мясистыми губами. Как правило, живородящие животные, но имеются также яйцекладущие виды.

Систематика

Царство Животные (Animalia).
Подцарство Многокеточные (Metazoa).
Тип Хордовые (Chordata).
Подтип Позвоночные (Vertebrata).
Класс Млекопитающие (Mammalia).
Подкласс Первозвери (Prototheria).
Отряд Однопроходные (Monotremata).
Виды: ехидна австралийская (*Tachyglossus aculeatus*);
утконос (*Ornithorhynchus anatinus*).
Подкласс Настоящие звери (Theria).
Инфракласс Низшие звери (Metatheria).
Отряд Сумчатые (Marsupialia).
Виды: кенгуру серый большой (*Macropus giganteus*);
коала (*Phascolarctos cinereus*).
Инфракласс Плацентарные, или Высшие звери (Eulheria).
Отряд Насекомые (Insectivora).
Виды: еж европейский (*Erinaceus europaeus*);
крот европейский (*Talpa europaeus*).
Отряд Рукокрылые (Chiroptera).
Виды: вечерница рыжая (*Nyctalus noctula*);
складчатогуб широкоухий (*Tadarida teniotis*).
Отряд Приматы (Primates).

Виды: мартышка зеленая (*Cercopithecus sabaeus*);
шимпанзе обыкновенный (*Pongo troglodytes*);
горилла (*Gorilla gorilla*).
Отряд Зайцеобразные (Lagomorpha).
Виды: заяц-беляк (*Lepus timidus*);
кролик европейский (*Oryctolagus cimiculus*).
Отряд Грызуны (Rodentia).
Виды: бобр (*Castor fiber*);
крыса черная (*Rattus rattus*);
ондатра (*Ondatra zibethicus*).
Отряд Хищные (Carnivora).
Виды: волк (*Canus lupus*);
медведь бурый (*Ursus arctos*);
лев (*Panthera leo*);
тигр (*Panthera tigris*).
Отряд Ластоногие (Pinnipedia).
Виды: котик морской северный (*Callorhinus ursinus*);
морж (*Odobenus rosmarus*);
тюлень обыкновенный (*Phoca vitrulina*).
Отряд Китообрзный (Cetacea).
Подотряд Усатые киты (Mystacoceti).
Виды: кит синий (*Balaena musculus*);
кит гренландский (*Balaena mysticetus*).
Подотряд Зубатые киты (Odontoceti).
Виды: кашалот (*Physeter catodon*);
афалина (*Tursiops truncatus*);
касатка (*Orcinus orca*).
Отряд Хоботные (Proboscidea).
Виды: слон африканский (*Loxodonta aricana*);
слон индийский (*Elephas maximus*).
Отряд Непарнокопытные (Perissodactyla).
Виды: носорог индийский (*Rhinoceros unicornis*);
зебра горная (*Equus zebra*);
лошадь домашняя (*Equus caballus*).
Отряд Мозоленогие (Tylopoda).
Виды: верблюд двугорбый (*Camelus bactrianus*);
верблюд одногорбый (*Camelus dromedarius*).
Отряд Парнокопытные (Artiodactyla).

Подотряд Нежвачные (Nonruminantia).
Виды: кабан дикий (*Sus scrofa*);
гиппопотам (*Hippopotamus amphibius*).
Подотряд Жвачные (Ruminantia).
Виды: лось (*Alces alces*);
жираф (*Giraffa camelopardalis*);
зубр европейский (*Bison bonasus*).

Морфологический обзор. Представители млекопитающих распространены повсеместно и освоили все среды обитания. Размеры и форма тела млекопитающих разнообразны. Самый мелкий зверек – белозубка-крошка (отряд Насекомоядные). Длина его составляет всего лишь около 2 см, масса – примерно 2,5 г, тогда как синий кит достигает 33 м в длину и весит около 150 т (рис. 92). Тело млекопитающих разделено на отделы – голову, шею, туловище, хвост (иногда отсутствует), передние и задние конечности.



а *б*

Рис. 92. Белозубка-крошка (*а*) и синий кит (*б*)

Для *покровов* млекопитающих особенно характерно развитие волос, образующих у подавляющего большинства видов волосяной покров. Последний предохраняет тело от потери тепла, уменьшает отдачу влаги, смягчает механические воздействия, обусловливает ту или иную окраску зверя. Волосяной покров – важнейший орган терморегуляции млекопитающих, особенно сильно он развит у северных животных, у кото-

рых ежегодно сменяется. Осенью зверь меняет редкий и короткий, а потому обладающий хорошей теплопроводностью летний волосяной покров на густой и более длинный зимний, обладающий высокими теплозащитными свойствами. Весной происходит весенняя линька, приводящая к смене зимнего волосяного покрова на летний. Нередко зимний и летний волосяные покровы отличаются и окраской: так, например, зимний волосяной покров зайца-беляка белый, а летний – буровато-серый. У тропических животных, так же как и у человека, смена волос происходит постоянно, без явно выраженной линьки.

Для покровов млекопитающих также очень характерно наличие в коже трубчатых потовых и альвеолярных (гроздевидных) сальных желез (рис. 93). Первые выделяют пот (по составу близкий к первичной моче) и охлаждают тело при его перегреве, вторые – сальный секрет, который смазывает поверхность кожи и волосы, предохраняя их от различных воздействий среды (например, намокания) и придавая им эластичность. У многих млекопитающих имеются еще пахучие железы – видоизмененные потовые или сальные.

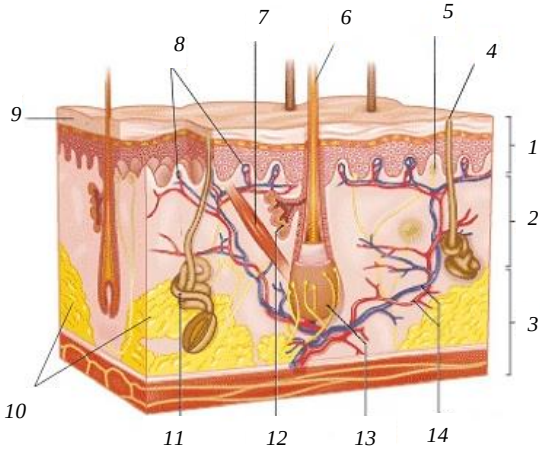


Рис. 93. Строение кожи млекопитающего: *1* – эпидермис; *2* – дерма; *3* – подкожно-жировая клетчатка; *4* – пора; *5* – нервное окончание; *6* – волос; *7* – мышца, поднимающая волос; *8* – капилляры; *9* – роговой слой эпидермиса; *10* – жировые дольки; *11* – потовая железа; *12* – сальная железа; *13* – волосяной фолликул; *14* – кровеносные сосуды

Поскольку обоняние у зверей хорошо развито, эти железы играют большую роль в межвидовых и внутривидовых взаимоотношениях.

Но особенно характерно для млекопитающих наличие млечных (молочных) желез, выделяющих у самок высокопитательное молоко – пищу новорожденных детенышей. Наличие млечных желез и выкармливание детенышей молоком – важнейшие систематические признаки млекопитающих, от которых они и получили свое название. Млечные железы представляют собой видоизмененные потовые железы более сложного строения. Протоки млечных желез открываются на вершине или в углублении соска молочной железы. Число сосков молочных желез у млекопитающих связано с их плодовитостью и колеблется от одной до десяти пар и даже более. Обычно они расположены в два ряда на брюшной стороне тела (на груди, в паху), реже по бокам тела.

Конечные фаланги пальцев почти у всех млекопитающих несут роговые образования – ногти, когти, копыта, которые являются производными эпидермиса. Ногти представляют собой плоскую и относительно тонкую роговую пластинку, расположенную на концах фаланг пальцев. Когти имеют толстую выпуклую и изогнутую роговую пластинку, которая выдается вперед острым выступом. Подушечки пальцев большие и мягкие. У копыт толстая роговая пластинка охватывает конец фаланги пальца.

У многих млекопитающих развиваются рога, в образовании которых участвуют наружные покровы. Эпидермальное происхождение имеют рога полорогих. Из других производных кожи следует отметить чешуи (на хвосте у крыс), иглы, щетину, роговой клюв и др.

Скелет взрослых млекопитающих образован костными элементами (рис. 94). Хорда развита только на ранних стадиях эмбрионального развития. Позвоночник состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Позвоночник образован позвонками с плоскими сочленяющими поверхностями, между которыми расположены хрящевые прослойки – мениски. Шейных позвонков всегда (кроме ленивцев и дюгоней) семь. Длина шеи зависит не от числа позвонков, а от их размеров. Первый шейный позвонок – атлант – имеет вид кольца, второй – эпистрофей – несет отросток, направленный вперед; этот отросток входит в кольцо атланта. Такое соединение позвонков обеспечивает подвижность головы.

Грудных позвонков обычно 12–15, к ним прикрепляются ребра, большая часть которых нижними хрящевыми концами срастается с грудиной, образуя грудную клетку.

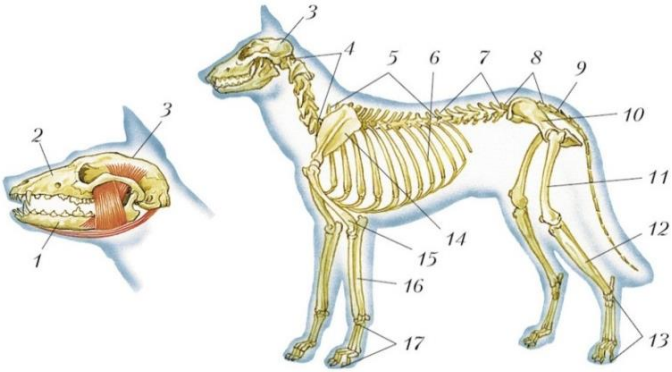


Рис. 94. Скелет млекопитающего: *1* – нижняя челюсть; *2* – верхняя челюсть; *3* – мозговой отдел черепа; *4* – шейные позвонки; *5* – грудные позвонки; *6* – ребра; *7* – поясничные позвонки; *8* – крестцовые позвонки; *9* – хвостовые позвонки; *10* – тазовая кость; *11* – бедренная кость; *12* – кости голени; *13* – стопа; *14* – лопатка; *15* – плечевая кость; *16* – предплечье; *17* – кисть

Поясничных позвонков от двух до девяти. Они несут рудиментарные ребра, прирастающие к поперечным отросткам. Крестцовых позвонков обычно три-четыре; они срастаются в единую крестцовую кость, давая прочную основу для прикрепления костей таза. Число хвостовых позвонков различно. Череп млекопитающих отличается большим объемом мозговой коробки (рис. 94).

Череп сочленяется с позвоночником двумя мыщелками. Нижняя челюсть образована одной зубной костью, которая причленена к височной области черепа. В среднем ухе три сочлененные косточки (молоточек, наковальня, стремя), соединяющие барабанную перепонку с овальным окном.

Конечности у млекопитающих пятипалого типа, обычного для наземных позвоночных (рис. 95). Число пальцев нередко сокращается, главным образом у быстробегающих видов (у лошади до одного на каждой ноге). В связи с ускорением движения животного меняется и характер опоры о землю. Различают млекопитающих стопоходящих, опирающихся на всю стопу (медвежьи); полустопоходящих, которые при ходьбе опираются только на переднюю часть стопы (куньи); пальцеходящих – опирающихся на пальцы (псовые) и фалангоходящих – опирающихся только на концы пальцев (копытные).

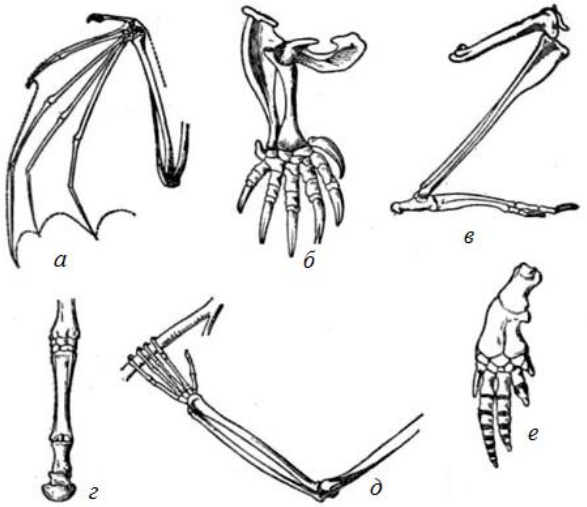


Рис. 95. Разнообразие строения конечностей млекопитающих:
а – летучая мышь; *б* – крот; *в* – кенгуру; *г* – лошадь;
д – орангутан; *е* – дельфин

Мускулатура млекопитающих отличается большим разнообразием и числом подкожных мышц, которые обеспечивают подвижность кожи, и в частности мимику лица у приматов, изменяют положение волосяного покрова.

В грудной полости находятся сердце и легкие, а в брюшной – желудок, кишечник, печень, почки и ряд других органов. Мышцы млекопитающих содержат миоглобин.

Нервная система отличается высокой степенью сложности. Головной мозг имеет большие размеры, что обусловлено сильным развитием полушарий и мозжечка (рис. 96). У многих млекопитающих кора образует многочисленные борозды и извилины (складки); это значительно увеличивает ее поверхность. Развит вторичный свод – неопаллиум. В мозге серое вещество – кора, образованная нервными клетками, лежит поверх белого вещества, образованного отростками нервных клеток; кора полушарий – центр условно-рефлекторной деятельности. Мозжечок не только велик, но и разделен на полушария. Это соответствует сложности высшей нервной деятельности и разнообразию движений млекопитающих.

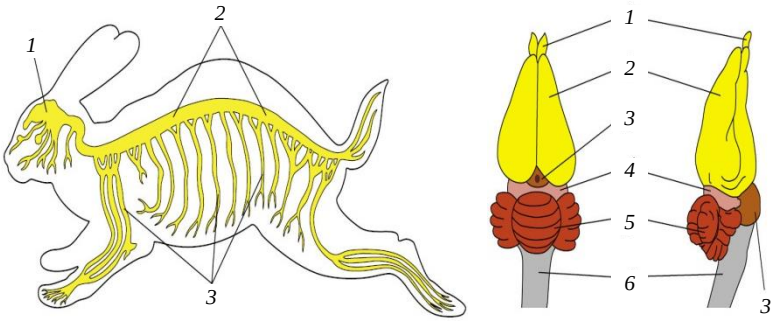


Рис. 96. Нервная система млекопитающего: *а* – общий план строения: *1* – головной мозг; *2* – спинной мозг; *3* – нервы; *б* – головной мозг кролика: *1* – обонятельные доли переднего мозга; *2* – полушария переднего мозга; *3* – промежуточный мозг; *4* – средний мозг; *5* – мозжечок; *6* – продолговатый мозг

Органы чувств млекопитающих развиты хорошо, в том числе зрение, обоняние и слух. Наружное ухо состоит из наружного слухового хода и зачастую подвижной ушной раковины. В полости среднего уха находятся три слуховые косточки, соединенные между собой; с барабанной перепонкой связан молоточек, далее следуют наковальня и стремя, которое упирается в перепонку овального окна внутреннего уха.

Органы пищеварения. Пищеварительная система млекопитающих начинается ротовой полостью. Здесь на верхней и нижней челюстях расположены двумя дугами зубы. У подавляющего большинства млекопитающих, кроме самых примитивных, зубы обычно дифференцированы на резцы, имеющие долотообразную форму, острые конические клыки и коренные (предкоренные и собственно коренные). Коренные зубы у хищников обычно уплощены с боков, с острыми, режущими краями, а у растительноядных форм они имеют уплощенную верхнюю поверхность со складками эмали, что облегчает перетирание жесткой пищи.

Характерная черта млекопитающих – это мясистые подвижные губы и наличие преддверия рта, т. е. пространства между губами, щеками и зубами, что позволяет им питаться молоком матери. В ротовую полость млекопитающих открываются протоки слюнных желез, секрет которых способствует формированию пищевого комка, расщеплению углеводов пищи и превращению крахмала в сахар.

Ротовая полость переходит в глотку, а последняя – в пищевод и далее желудок. Желудок устроен весьма различно. В простейшем случае это тонкостенный мешок, в который с одного конца открывается пищевод, а от другого начинается кишечник (рис. 97). Стенки желудка выделяют желудочный сок, в котором содержатся ферменты, расщепляющие прежде всего белки пищи. Наиболее сложно устроен желудок у жвачных (оленей, коров, овец, коз). Он состоит из четырех отделов: первый, самый большой, отдел – рубец – имеет гладкие стенки, второй – сетка – небольшой со складчатыми стенками, образующими многочисленные ячейки. Третий – книжка – имеет внутри многочисленные складки и, наконец, последний – сычуг – вырабатывает пищеварительный сок. Три первых отдела желудка жвачных являются видоизмененными частями пищевода, а собственно желудком следует считать только сычуг.

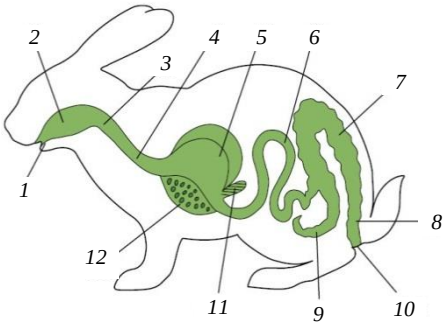


Рис. 97. Схема строения пищеварительной системы (кролик): *1* – рот; *2* – ротовая полость; *3* – глотка; *4* – пищевод; *5* – желудок; *6* – тонкая кишка; *7* – толстая кишка; *8* – прямая кишка; *9* – слепая кишка; *10* – анальное отверстие; *11* – поджелудочная железа; *12* – печень

Пищевой ком, смоченный слюной, сначала попадает в рубец, где длительно задерживается. Здесь происходит его сбраживание за счет находящихся в рубце различных микроорганизмов. Затем пища поступает в сетку, а оттуда отрыгивается в рот, где вторично пережевывается и снова смачивается слюной. Получающаяся кашица спускается по пищеводу, но попадает уже не в рубец, а в книжку и сычуг, где обрабатывается желудочным соком (рис. 98).

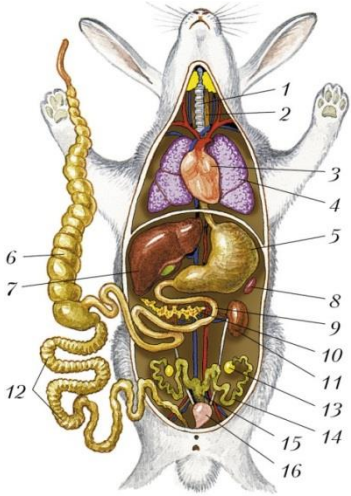


Рис. 98. Внутреннее строение кролика (самка):
1 – трахея; *2* – пищевод; *3* – сердце; *4* – легкие;
5 – желудок; *6* – слепая кишка; *7* – печень; *8* – селезенка;
9 – тонкая кишка; *10* – поджелудочная железа; *11* – почка;
12 – толстая кишка; *13* – яичник; *14* – яйцевод; *15* – матка;
16 – мочевой пузырь

Из желудка пища продвигается в кишечник, где продолжается ее переваривание и происходит всасывание питательных веществ. Непосредственно от желудка отходит двенадцатиперстная кишка, в которую открываются протоки печени и поджелудочной железы.

В пищеварении зверей большую роль играют желчь, образующаяся в большой печени, секреты поджелудочной железы и желез, расположенных в стенках кишечника.

Общая длина кишечника меньше у хищных и насекомоядных (у летучих мышей он лишь в 2–3 раза длиннее тела) и значительно длиннее у растительноядных (у коровы длина его примерно в 20 раз превышает длину тела). Кишечник делится на отделы – длинный тонкий и короткий толстый. На границе этих отделов преимущественно у растительноядных и всеядных млекопитающих в кишечник открывается слепая кишка, исполняющая роль бродильного чана. Заканчивается кишечник прямой кишкой, открывается наружу анальным отверстием. Лишь у однопроходных имеется клоака.

Органами дыхания у млекопитающих служат легкие. Воздухоносные пути хорошо развиты и состоят из носовой полости, гортани, трахеи и бронхов.

Легкие млекопитающих альвеолярного строения; бронхи, входя в тело легких, распадаются на массу все более мелких трубочек – бронхиол, которые заканчиваются полыми микроскопическими пузырьками – альвеолами. Число их у хищных достигает 300–500 млн, а суммарная площадь – до 100 м^2.

Кровеносная система млекопитающих характеризуется следующими основными признаками. Имеются большой и малый круги кровообращения. Сердце четырехкамерное и состоит из двух предсердий и двух желудочков, артериальная и венозная кровь не смешивается (рис. 99).

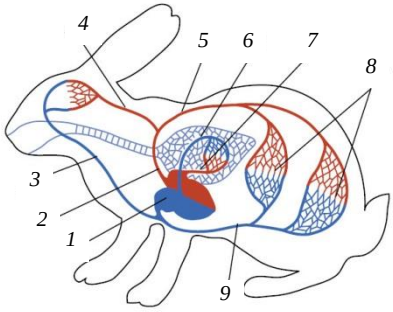


Рис. 99. Схема строения кровеносной системы млекопитающего: *1* – сердце; *2* – левая дуга аорты; *3* – яремная вена; *4* – сонная артерия; *5* – спинная аорта; *6* – легочная артерия; *7* – легочная вена; *8* – капиллярная сеть внутренних органов; *9* – задняя полая вена

Органами выделения у млекопитающих служат тазовые (метанефрические) почки, лежащие в поясничной области. Это парные органы обычно бобовидной формы. Каждая из почек состоит из двух слоев – наружного коркового и внутреннего мозгового.

Органы размножения млекопитающих более сложные, чем у других амниот. Все млекопитающие – раздельнополые животные. Половые органы самцов слагаются из парных семенников, семяпроводов и копулятивного органа (полового члена), а также двух пар желез (се-

менных пузырьков и предстательной железы). Семенники расположены в задней части брюшной полости или в особой складке кожи – мошонке. Половые органы самок состоят из парных (у однопроходных только левых) яичников, яйцеводов, а также матки и влагалища. Яичники самок всегда лежат в полости тела, их размеры меньше, чем у других позвоночных. Яйцеводы открываются около яичников воронками, выстланными мерцательным эпителием. По ним яйцеклетка попадает в фаллопиевы трубы и далее в матку. Матка переходит в непарное влагалище, которое открывается наружу щелевидным отверстием.

Продолжительность беременности варьирует от 2–4 нед. (сумчатые, грызуны) до 2 лет (слоны). Некоторые мелкие млекопитающие могут приносить по два-три помета в год до 10 детенышей и более в каждом, крупные млекопитающие зачастую рожают один раз в 2–3 года по одному детенышу.

Экология млекопитающих. Млекопитающие населяют все материки и водоемы земного шара. Они освоили самые различные среды обитания. Поэтому среди млекопитающих можно выделить несколько жизненных форм, приспособленных к разным условиям.

У зверей, разных по своему происхождению и систематическому положению, но обитающих в одинаковых условиях среды, нередко развиваются сходные приспособительные признаки. Наличие общих признаков позволяет объединить различных по систематическому положению, но близких по образу жизни млекопитающих в несколько экологических типов (жизненных форм).

Систематический обзор млекопитающих

Наземные млекопитающие обитают на поверхности земли и бывают довольно крупными. Таковыми являются различные копытные, многие хищные и др. Для этих животных особое значение имеет быстрота передвижения, что позволяет им спасаться бегством от врагов или догонять жертву. Это обычно стадные, сильные животные, пальцеходящие, нередко с уменьшенным числом пальцев, с образованием когтей, копыт. Ноги высокие, но с однообразным движением. Движение ног происходит преимущественно в плоскости, параллельной оси тела. Тело стройное, сплюснутое с боков. Нередкой является покровительственная окраска. Детеныши обычно родятся хорошо развитыми.

Древесные млекопитающие приспособлены к лазанью по деревьям и кустарникам, к жизни на деревьях. Таковыми являются большинство приматов, многие хищные (лесная куница, кошка и др.), грызуны (сони,

белки) (рис. 100). Обычно такие звери имеют средний и мелкий размер, длинное, стройное, округлое в сечении тело, недлинные, но очень подвижные в различных направлениях конечности. Имеются специальные приспособления к лазанью – острые когти, цепкие пальцы, цепкий хвост и т. п. Детеныши родятся обычно в дуплах и гнездах слепыми и малоподвижными.



а *б*

Рис. 100. Лесная куница (*а*) и обыкновенная белка (*б*)

Летающие млекопитающие приспособлены к полету (летучие мыши, крыланы) (рис. 101). Основным органом полета у них служат крылья, образованные тонкой кожистой летательной перепонкой, натянутой между удлиненными фалангами пальцев передних конечностей, передними и задними ногами и хвостом. Хорошо развиты грудные мышцы, на грудине есть киль.



а *б*

Рис. 101. Летучие мыши (*а*) и нильский крылан (*б*)

Норные млекопитающие проводят часть жизни в норах, часть вне их – на поверхности земли, где и кормятся. Таковыми из грызунов являются сурки, полевки; из хищных – песцы, барсуки и др. (рис. 102). Многие из них зимнеспящие, так как спячка возможна в норе, где нет опасности промерзнуть. Тело обычно сильное, мешковатое. Ноги относительно короткие. Есть приспособления к рытью нор – большие тупые когти. Мех обычно короткий, грубоватый.



а *б*

Рис. 102. Сурки (*а*) и хорьки (*б*)

Подземные млекопитающие практически не выходят на поверхность, всю жизнь проводя под землей, находя там и убежище, и пищу. К этой группе принадлежат кроты, слепыши, слепушонки, цокоры и др. (рис. 103).



а *б*

Рис. 103. Крот европейский (*а*) и алтайский цокор (*б*)

Очень резко обособленная группа, тело вальковатое, шея укороченная, ноги короткие, но сильные, хвост небольшой, иногда почти не выдающийся из меха. Волосяной покров короткий, бархатистый, без ясного деления на ость и пух. Глаза слабо развиты, ушных раковин нет. Имеются приспособления для рытья – когти, зубы. Некоторые роют землю передними лапами, другие рыхлят ее зубами и отбрасывают ногами.

Полуводные млекопитающие часть времени проводят в воде, а часть – на суше (в норах, на поверхности почвы). Хорошо плавают и ныряют. В эту группу входят выдра, норка, бобр, калан, ондатра, водяная крыса, выхухоль и др. (рис. 104). Для них характерно вытянутое или компактное тело, короткие ноги, пальцы которых (все или часть) связаны плавательной перепонкой. Хвост часто уплощенный с боков или даже сверху вниз покрыт чешуйками и служит рулем при плавании. Волосяной покров с грубоватой остью, хорошо смазан жиром. Ость плотно закрывает густой пух. Ушные раковины слабо выражены.



а *б*

Рис. 104. Ондатра (*а*) и водяная крыса (*б*)

Водные млекопитающие всю или большую часть жизни проводят в воде (ластоногие, китообразные, сирены). Тело обтекаемой формы, торпедообразное, конечности превращены в ласты, шея укорочена. Волосяной покров в той или иной мере редуцирован. Под кожей нахо-

дятся мощные отложения жира. Китообразные имеют вытянутое торпедообразное тело со слабо выраженной шеей и малоподвижной головой, заканчивающееся горизонтальным хвостовым плавником, который и служит движителем. Задние конечности подверглись редукции. Кожа голая. Они никогда не выходят на сушу, размножаются в воде.

Несколько меньше связаны с водой ластоногие. Тело обтекаемой формы с хорошо выраженной шеей и подвижной головой. Волосяной покров зачастую хорошо развит, имеются задние конечности, не так сильно развит слой подкожного жира. На суше или льдинах в период размножения образуют большие скопления – лежбища, здесь же происходят спаривание и рождение потомства. Деление млекопитающих на экологические группы достаточно условно, так как эти группы связаны промежуточными формами.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика млекопитающих.
2. Систематика млекопитающих.
3. Особенности строения тела, кожи и ее производных.
4. Скелет и мускулатура млекопитающих.
5. Строение пищеварительной системы.
6. Морфология дыхательной и кровеносной систем млекопитающих.
7. Нервная система и органы чувств млекопитающих.
8. Железы внутренней секреции.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Абдоминальный (лат. *abdomen* – живот, брюхо) – расположен на брюшной стороне.

Аборальный (лат. *ab* – от и *os, oris* – рот) – обращенный в противоположную сторону ротовому отверстию, находящийся на противоположной рту стороне.

Автогамия – самооплодотворение у простейших, при котором сливаются два сестринских гаплоидных ядра в общей цитоплазме.

Автотомия (греч. *tome* – отсечение) – самопроизвольное отбрасывание щупалец у гидроидных полипов, актиний; конца тела у кольчатых и немертин; лучей у иглокожих; сифон у моллюсков; клешней, целых конечностей у ракообразных при раздражении.

Адолескария (лат. *adolesco* – подрастаю, увеличиваюсь) – последняя личиночная стадия печеночной двуустки и др. Развивается из церкарии, вышедшей из промежуточного хозяина (моллюска) в воду, отбросившей хвост и инцистировавшейся на водорослях, прибрежной траве.

Аксон (греч. *axon* – ось) – нейрит, одиночный, редко ветвящийся, удлиненный (до 1 м), цитоплазматический отросток нейрона, проводящий нервные импульсы от тела клетки и дендритов к другим нейронам или эффекторным органам.

Актинула (греч. *aktis* – луч) – полипообразная личинка некоторых книдарий.

Амбулакральная система (лат. *ambulacrum* – хождение) – система заполненных жидкостью сосудов (каналов) у иглокожих, служащая для движения, дыхания, выделения и осязания.

Амебоциты – бесцветные подвижные клетки внутренней среды беспозвоночных. Защищают организм от различных инородных частиц, захватывая и переваривая их, участвуют в переваривании пищи, экскреции.

Амфибластула – личинка некоторых известковых губок с резкими различиями анимальных и вегетативных клеток. Развивается в паренхиме материнской губки. **А.** плавает, прикрепляется к субстрату и образует молодую губку олинтус.

Антеннальные железы (*glardulae antennales*) – парные выделительные железы ракообразных; видоизмененные целомодукты. Находятся в области головы. Выводное отверстие также находится в области головы. **А. ж.** состоят из замкнутого целомического мешочка и отходящего от него извитого канала с железистыми клетками. В клетках мешочка обра-

зуется первичная моча, а в отделах канала происходит реабсорбция глюкозы, аминокислот, воды и секреция органических кислот.

Антеннулы (*antennulae*) – первая пара членистых придатков головы у ракообразных, инервируются надглоточным ганглием.

Антенны (лат. *antenna* – рей), сяжки, усики – парные придатки головы насекомых, у ракообразных вторая пара инервируется подглоточным ганглием или окологлоточными комиссурами.

Апикальный – верхушечный, конечный.

Атрофия (греч. *atropheo* – голодаю, чахну) – прижизненное уменьшение органа или ткани животного организма, сопровождающееся нарушением или прекращением функции.

Аурикулярия (лат. *auricula* – ушко, ушная раковина) – свободноплавающая личинка голотурий.

Базальная мембрана – неклеточная структура многих беспозвоночных на границе эктодермы и соединительной ткани. Выполняет барьерно-трофическую функцию, а также механическую связь между эпителием и соединительной тканью. Представлена филаментами 3–5 нм, содержит гликопротеины и белок.

Бесполое размножение – древнейшая форма размножения, характеризующаяся отсутствием полового процесса. **Б. р.** происходит путем отделения от материнского организма большей или меньшей его части и превращением ее в дочерний организм; или образования спор (одноклеточные), геммул (губки), статобластов (мшанки).

Биссусовая железа (греч. *byssos* – тонкая пряжа) – орган двустворчатых моллюсков, вырабатывающий органическое вещество (биссус) в виде очень прочных нитей, при помощи которых животное прикрепляется к субстрату. Нити – это белок, близкий к конхиолину раковины.

Бипиннария (лат. *bi* – двойной и *pinna* – перо, султан), свободноплавающая личинка морских звезд.

Бластогенез – индивидуальное развитие многоклеточных животных при бесполом (вегетативном) размножении.

Бластодерма (греч. *derma* – оболочка, кожа) – один или несколько слоев клеток, образующих стенку бластулы и окружающих бластоцель.

Бластомеры – клетки, образующиеся в результате дробления яйца у многоклеточных животных. Характерная особенность **Б.** – отсутствие роста в период между делениями, вследствие чего при очередном делении объем каждого **Б.** уменьшается вдвое.

Бластопор (греч. *poros* – проход, отверстие) – первичный рот, отверстие, посредством которого у зародышей многих многоклеточных животных гастроцель сообщается со средой. У большинства **Б.** закладывается на вегетативном полюсе; у гидроидных и гребневиков – на анимальном.

Бластоцель (греч. *koilos* – полый) – первичная полость, полость у ряда типов бластулы. Заполнена жидкостью, отличающейся по химическому составу от окружающей среды.

Бластула (греч. *blastos* – зачаток, росток) – зародыш многоклеточных животных. Строение **Б.** зависит от строения яйца и характера дробления. Полное дробление приводит к образованию целобластулы или стерробластулы; если бластомеры при полном дроблении располагаются в двух параллельных плоскостях, образуется уплощенная **Б.** – плакула. При неполном дискоидальном дроблении формируется дискобластула, при поверхностном дроблении образуется перибластула.

Брыжейка (лат. *mesenterium* – мезентерий) – складка брюшины, подвешивающая и фиксирующая внутренности у целомических животных.

Брюшко (лат. *abdomen* – живот) – следующий за грудью отдел тела членистоногих.

Вакуоли (лат. *vacuus* – пустой) – полости в цитоплазме животных клеток, ограниченные мембраной и заполненные жидкостью (пищеварительные, сократительные).

Велигер (лат. *velum* – парус, *gero* – несу) – парусник, пелагическая личинка многих морских брюхоногих и двустворчатых моллюсков. Велум (лат. *velum* – парус) – орган движения у некоторых беспозвоночных. У гидромедуз и сифонофор это мускулистая складка эктодермы по краю зонтика. При сокращении тела и **В.** вода выталкивается из-под зонтика, медуза двигается аборальным полюсом вперед. У брюхоногих и двустворчатых моллюсков – велигеров – **В.** двулопастной или непарный орган, расположен на голове, несет длинные реснички, служит для плавания и питания.

Вертлуг (лат. *trochanter* – вертел) – членик ноги членистоногих, подвижно соединяющий тазик с бедром.

Выделительная система – экскреторная система, совокупность органов, выводящих из животного организма во внешнюю среду избыток воды, конечные продукты обмена, соли, а также ядовитые вещества. У простейших легкорастворимые экскреты (аммиак, мочевина) выводятся путем диффузии или с помощью сократительных вакуолей. У гу-

бок, кишечнополостных, и иглокожих продукты обмена диффундируют через поверхность тела. В дальнейшем **В. с.** – это протонефридии, нефридии и т. д.

Гамета (греч. *gamete* – жена; *gametes* – муж) – половая клетка, репродуктивная клетка животных. **Г.** обеспечивает передачу наследственной информации от родителей потомкам. **Г.** обладает гаплоидным набором хромосом, что обеспечивается сложным процессом гаметогенеза. Две гаметы, сливаясь при оплодотворении, образуют зиготу с диплоидным набором хромосом, которая дает начало новому организму.

Гаметогенез – развитие половых клеток (гамет). У животных **Г.** бывает диффузным (гаметы развиваются в любом участке тела – у губок, некоторых кишечнополостных, плоских червей) и локализованным (гаметы развиваются в половых железах – гонадах – у подавляющего большинства животных). У многих беспозвоночных гаметы образуются из первичных половых клеток (гоноцитов), которые обособляются после первых делений дробления или в начале эмбриогенеза из экто- или энтодермы. После детерминации пола гоноцитов, зависящей от соматической ткани гонады, начинается размножение и дифференцировка мужских половых клеток (сперматогенез) или женских (оогенез).

Гастроваскулярная система (греч. *gaster* – род; *gastres* – желудок и лат. *vasculum* – небольшой сосуд) – пищеварительная система медуз и гребневиков. Состоит из желудка и отходящих от него радиальных выпячиваний (каналов), выполняющих функции переваривания пищи и распределения питательных веществ. У медуз каналы наружными концами впадают в кольцевой канал, проходящий по краю зонтика.

Гастроцель (греч. *koilia* – пустота, полость) – архентерон, первичная кишка, полость гаструлы, формирующаяся у зародышей многоклеточных животных в тех случаях, когда гаструляция осуществляется путем инвагинации. Стенки гаструлы образованы инвагинирующей первичной энтодермой. В дальнейшем гастроцель становится полостью дефинитивного кишечника.

Гаструла (греч. *gaster* – желудок) – зародыш многоклеточного животного в период гаструляции. Впервые **Г.** описана А. О. Ковалевским в 1865 г. и названа кишечной личинкой. Термин «гаструла» введен в 1874 г. Э. Геккелем. На поздней стадии зародыш образован двумя слоями клеток – наружной эктодермой и внутренней (первичной) энтодермой. Двуслойные – губки и кишечнополостные. Трехслойные – мезодерма (у первичноротых) образуется из телобластов; у вторичноротых материал мезодермы входит в состав первичных энто- и эктодермы и

начинает вычленяться из них в период гаструляции. Открытие стадии двуслойного зародыша в развитии многоклеточного имаго важно для доказательства единства происхождения животных.

Гаструляция – процесс обособления двух первичных зародышевых листков (экто- и энтодермы) у зародышей всех многоклеточных животных. Период **Г.** следует за периодом дробления (бластуляцией), а зародыш в этот период называется гаструлой. В зависимости от типа бластулы, различают три способа образования **Г.** Инвагинация – выпячивание части стенки бластулы (бластодермы) внутрь зародыша, приводящее к образованию гаструлы с полостью (гастроцелем), сообщающимся с наружной средой отверстием (бластопором). Иммиграция – выселение в бластоцель отдельных клеток бластодермы, гастроцель при этом не образуется. Эпиболия – обрастание крупных неподвижных клеток вегетативного полушария зародыша более мелкими клетками его анимальной области; деламинация, или расслоение. Мезодерма образуется либо независимо от первичных зародышевых листков (телобластический способ), либо из первичной энтодермы (энтероцельный способ).

Гельминтология – раздел паразитологии, изучающий паразитических червей-гельминтов и вызываемые ими заболевания (гельминтозы) у человека, животных и растений.

Гельминты (греч. *helmins* – род, падеж, *helminthos* – червь, глист) – паразитические черви из типов плоских и первичнополостных червей, Они вызывают заболевания гельминтозы.

Геммула (лат. *gemmula* – маленькая почка) – покоящаяся зимняя внутренняя почка у многих пресноводных (бодяги) и некоторых морских губок. Представляет собой шаровидное скопление богатых питательными веществами амебоидных клеток диаметром около 0,3 мм в мезоглее губки, окруженное оболочкой из двух роговых (спонгиновых) слоев (укрепленных спикулами или амфидисками из кремнезема), между которыми имеется воздухоносная прослойка. В оболочке обычно есть выходное отверстие, закрытое перепонкой. Зимой, после отмирания и распада губки, геммула падает на дно водоема (хорошо переносит его промерзание и высыхание). Весной оболочка геммулы лопается, клеточная масса освобождается, прикрепляется к дну водоема и развивается в новую губку. Распространяется течениями, водными животными и т. д.

Гемолимфа – бесцветная или зеленая жидкость, циркулирующая в сосудах и межклеточных полостях многоклеточных беспозвоночных (членистоногие, онихофоры, моллюски и др.), имеющих незамкнутую

систему кровообращения. Гемолимфа выполняет те же функции, что и кровь. Лимфа у животных с замкнутой кровеносной системой осуществляет транспорт O_2 и CO_2 (гемолимфа насекомых почти не участвует в транспорте газов в связи с развитием трахейной системы), питательных веществ и продуктов выделения, выполняет функцию защиты организма, осморегуляции и др., часто содержит дыхательные пигменты (гемоцианин и гемоглобин). В состав **Г.** входят и клеточные элементы: амебоциты, экскреторные клетки, реже эритроциты.

Гемоцианины – дыхательные пигменты некоторых моллюсков и членистоногих, осуществляющие транспорт O_2 в организме. По химической природе – сложные белки (металлопротеиды). Соединение кислорода с гемоцианином обусловлено присутствием в молекуле **Г.** меди, непосредственно связанной с белками. **Г.** находятся в гемолимфе в растворенном состоянии и обычно составляют более 90 % растворенного белка. **Г.** имеют более низкую кислородную емкость, чем гемоглобины.

Гемоцит – любая полностью сформировавшаяся клетка крови: эритроцит, все виды лейкоцитов, тромбоцит, амебоцит. В крови (гемолимфе) беспозвоночных часто имеется лишь один тип гемоцитов.

Гермафродитизм (греч. *Hermaphroditos* – сын Гермеса и Афродиты, мифическое обоеполое существо) – наличие органов муж. и жен. пола у одной и той же особи.

Гетерогамия – тип полового процесса, при котором муж. и жен. гаметы, сливающиеся при оплодотворении, различны по форме и размеру. Для многоклеточных животных характерна оогамия.

Гетерогония – одна из форм вторичного чередования поколений, при которой происходит смена отличающихся друг от друга половых поколений (амфимиктического и партеногенетического, раздельнополого и гермафродитного, гермафродитного и партеногенетического).

Гетероморфоз (греч. *morphe* – форма, вид) – замещение у животных одного органа другим, не гомологичным удаленному, путем регенерации.

Гетерономия (греч. *nomos* – закон) – форма метамерии тела животных, при котором разные метамеры неравнозначны по своим структурным и функциональным особенностям.

Гиподерма – у некоторых групп беспозвоночных животных компонент стенки тела. Образован слоем крупных эпителиальных клеток. У круглых червей располагается между покрывающей тело снаружи кутикулой, выделяемой **Г.**, и слоем продольных мускульных клеток; иногда образует спинной синцитий (аскариды). У членистоногих **Г.** –

однослойный кожный эпидермис, выделяющий на поверхность вещества, образующие хитинизированную кутикулу. У паукообразных производными **Г.** являются также железы: ядовитые, паутинные, пахучие.

Гипофаринкс (гипо… и греч. *pharynx* – глотка) – 1) языкообразное выпячивание вентральной склеротизированной стенки ротовой полости у насекомых. Начинается между жвалами, нижней челюстью и нижней губой, с которой обычно срастается. У кровососущих двукрылых **Г.** – важный элемент хоботка; 2) у позвоночных животных и человека – нижний отдел глотки.

Гладкие мышцы (лат. *musculi glaberi*) – сократимая ткань, состоящая из отдельных клеток и не имеющая поперечной исчерченности. Гладкомышечные клетки (гладкие миоциты) у беспозвоночных животных разнообразны по форме и строению. Характерно медленное сокращение, без утомления.

Глазки – дорсальные простые (от лат. *ocelli*), 0,03 мм в диаметре, имеют единую роговидную линзу, под которой расположен слой светочувствительных клеток.

Гликоген – разветвленный полисахарид, молекулы которого построены из остатков L-, D-глюкозы. Накапливается в печени, мышцах, гиподерме.

Гликокаликс (греч. *glykos* – сладкий и лат. *callum* – толстая кожа) – гликопротеидный комплекс, включенный в наружную поверхность плазматической мембраны в животных клетках.

Гликолиз – распад углеводов (главным образом глюкозы) до молочной кислоты, до CO_2 и H_2O.

Глотка (греч. *pharynx* – глотка) – у беспозвоночных животных обособленный мускулистый отдел передней кишки, следующий за ротовой полостью.

Глохидий (греч. *glochis* – наконечник стрелы, шип) – паразитическая личинка пресноводных двустворчатых моллюсков сем. Перловицы (Unionidae). Имеют двустворчатую раковину с шипом на брюшном крае каждой створки, сильный мускул – замыкатель чувствительной щетинки (в пучках) и длинной личиночной нити, выделяемой особой железой. **Г.** развивается из яиц, отложенных в жабры материнской особи. Весной **Г.** выбрасываются в воду и с помощью шипов и личиночной биссусовой нити прикрепляются к жабрам, коже рыб, где обрастают эпителием хозяина и питаются осмотически. Через несколько недель, после метаморфоза, молодой моллюск освобождается из цисты и опускается на дно.

Головогрудь (греч. *pro* – перед, раньше и сома) – просома, отдел тела хелицеровых, образующийся в результате слияния головных и грудных сегментов.

Гонады (греч. *gone* – порождаю) – половые железы, органы, образующие половые клетки (яйца и сперматозоиды).

Деламинация (лат. *delamino* – разделяю на слои) – расселение, один из способов гаструляции.

Деление – форма размножения организмов и многих клеток, входящих в состав тела многоклеточных животных (монотомия, палинтомия, шизогония, почкование).

Диплеурула (греч. *di* – приставка, означающая дважды, *pleura* – сторона, бок) – ранняя двусторонне-симметричная, ранняя пелагическая личинка иглокожих и кишечнодышащих. Тело овальное с выпуклой спинной и вогнутой брюшной сторонами. Имеет околоротовой венчик ресничек, изогнутый зачаточный кишечник с ротовым и анальным отверстиями, три пары целомических мешочков. В процессе развития **Д.** у иглокожих разных классов формируются личинки: эхиноплутеус (морские ежи), офиоплутеус (офиуры), бипиннария и затем брахиолярия (морские звезды), аурикулярия и долиолярия (голотурии), у кишечнодышащих – торнария.

Диссепимент – двуслойная поперечная перегородка – септа между сегментами соседних целомических мешков. Септами целом делится на известное число поперечных участков, обычно соответствующих числу сегментов тела (полихеты, олигохеты).

Дробление яйца – ряд последовательных митотических делений оплодотворенного яйца, в результате которых оно, не увеличиваясь в размерах, разделяется на все более мелкие клетки – бластомеры. **Д.** – непременный период онтогенеза всех многоклеточных животных.

Дискобластула (греч. *discos* – диск) – характерна для зародышевого развития животных с телолецитальными миробластическими яйцами – скорпионов, головоногих моллюсков. Образуется в результате дискоидального дробления. Внутри бластулы имеется щель – полость.

Дистальный (лат. *disto* – отстаю) – расположенный дальше от центра тела или его медиальной плоскости.

Дорсальный, дорзальный (лат. *dorsualis, dorsalis, dorsum* – спина) – спинной, обращенный к спине, расположенный на спине.

Дыхальца (греч. *stigma* – метка, пятно) – стигмы, наружные дыхательные отверстия легких или трахей у онихофор и наземных членистоногих. Через **Д.** воздух проникает в крупные трахейные стволы.

Жабры (от лат. *branchiae*) – органы газообмена водных животных. Представляют разнообразные по происхождению, строению и положению выросты тела с хорошо развитой сетью кровеносных (или лимфатических) сосудов, через тонкие стенки которых из циркулирующей в них крови или полостной жидкости выделяется в окружающую среду CO_2 и поглощается из нее O_2. Примитивные **Ж.** имеются у полихет на параподиях или на головном конце тела. У высших ракообразных они расположены на верхних отделах грудных ног или на боковых стенках тела. У водных личинок так называемые трахейные **Ж.** – тонкостенные выросты на различных частях тела, в которые заходит густая сеть слепо заканчивающихся трахей. **Ж.** моллюсков – ктенидии, среди иглокожих **Ж.** есть у морских ежей и морских звезд.

Жемчуг – шаровидное или неправильной формы образование в раковинах моллюсков, главным образом жемчужниц, состоит из тех же слоев, что и раковина. Образование **Ж.** – защитная реакция организма на инородное тело (песчинка, паразит и др.), попавшая в мантию или между мантией и раковиной. Мантийный эпителий, вырабатывающий раковину, вдавливается чужеродным телом в глубь мантии, разрастается, формируя жемчужный мешочек, в котором и образуется **Ж.** Цвет **Ж.** белый, розовый, желтоватый, иногда черный; размеры – от микроскопических до голубиного яйца.

Жужжальце (от лат. *halterium*) – булавовидный парный или колбовидный миниатюрный орган двукрылых, а также у самцов веерокрылых и червецов. Представляет собой видоизмененные крылья – задние (у двукрылых и червецов) или передние (у веерокрылых). Основание и головка **Ж.** снабжены большим количеством механорецепторных сенсилл. В полете **Ж.** колеблются (бьют) с той же частотой, что и крылья, но в противоположной фазе, и функционируют как гироскоп.

Зародышевое развитие – эмбриональное развитие, эмбриогенез, развитие животного организма, происходящие внутри яйцевых оболочек вне материнского организма или внутри него в зародышевых оболочках. **З. р.** следует за предзародышевым развитием (онтогенез, сперматогенез) и предшествует послезародышевому (постэмбриональному) развитию.

Зародышевые листки (от лат. *folia embryonal*) – зародышевые пласты, слои тела зародыша многоклеточных животных, образующиеся в процессе гаструляции и дающие начало разным органам и тканям. У большинства организмов образуются три **З. л.**: наружный – эктодерма, внутренний – энтодерма и средний – мезодерма. Производные эктодермы выполняют в основном покровную и чувствительную функции,

производные энтодермы – функции питания и дыхания, мезодермы – связи между частями зародыша, двигательную, опорную и трофические функции.

Зеркальце – пластинки воска, образуемые воскоотделительными железами на стернитах брюшка у рабочих пчел. Часть звукового (стрекочущего) аппарата у самцов некоторых кузнечиковых; резонатор, усиливающий звуки.

Зигота (греч. *zygotos* – соединенный вместе) – клетка, образующаяся в результате слияния гамет разного пола; оплодотворенное яйцо. При слиянии двух гаплоидных гамет в **З.** происходит восстановление присущего данному виду организмов диплоидного набора хромосом.

Зоема (греч. *zoe* – жизнь) – пелагическая личинка десятиногих ракообразных, следующая за протозоеа. У речных раков стадия **З.** проходит в яйце. Из грудных конечностей развиты лишь передние – ногочелюсти (с их помощью **З.** плавает), из брюшных только задние – уроподы (у **З.** крабов последних нет). У креветок **З.** в процессе развития переходит в стадию мизидной личинки. У других десятиногих – в так называемую декапозитную стадию, близкую по строению к взрослому раку.

Зоология – наука о животных, часть биологии, изучающая многообразие животного мира, строение и жизнедеятельность животных, распространение, связь со средой обитания, закономерности индивидуального и исторического развития.

Зоотомия (греч. *tome* – разрез, рассечение) – наука о внутреннем строении животных (анатомия).

Изогамия – тип полового процесса, при котором сливающиеся (копулирующие) гаметы не различаются морфологически, но имеют различные биохимические и физиологические свойства. **И.** широко распространена у многих простейших (корненожки, радиолярии, грегарины), но отсутствует у многоклеточных организмов.

Имагинальные диски – скопления клеток или однослойные участки гиподермы у личинок и куколок насекомых и некоторых других групп беспозвоночных, находящиеся в недифференцированном (эмбриональном) состоянии в течение всей личиночной фазы и представляющие основу для формирования дефинитивных, или имагинальных, органов. **И. д.** расположены непосредственно под кутикулой, некоторые – в полости тела, но сохраняют связь с кутикулой. Число **И. д.** зависит от типа метаморфоза; некоторые из них, например, крыловые зачатки, увеличиваются в размерах при каждой личиночной линьке. У куколки при гистолизе личиночных тканей клетки **И. д.** активно размножаются и дифференцируются, давая начало развитию дефинитивных органов.

Имаго (лат. *imago* – образ, вид) – взрослая (дефинитивная) стадия индивидуального развития насекомых и некоторых других членистоногих. В этой стадии членистоногие размножаются, а иногда и расселяются, как правило, не линяют и не растут. Для **И.** большинства высших насекомых, в отличие от предшествующих стадий, характерно полное развитие крыльев и половых придатков. У насекомых с полным превращением (бабочки, жуки, перепончатокрылые, двукрылые) **И.** развиваются из куколки. У насекомых с неполным превращением (прямокрылые, уховертки, равнокрылые, полужесткокрылые) стадия куколки отсутствует и личинка – нимфа после ряда линек непосредственно превращается в **И.** Продолжительность стадии **И.** – обычно от нескольких суток до нескольких лет. У некоторых поденок эта стадия длится часы, у бабочек-мешочниц – минуты; некоторые жуки (долгоносики, чернотелки) живут в этой стадии 2–3 года, пчелиная матка – до 5 лет, самки муравьев – до 15 лет.

Иммиграция (лат. *immigro* – вселяюсь) – вселение, в эмбриологии – один из способов гаструляции, а также выход отдельных клеток из зачатков органов и перемещение их в зародыше.

Инвагинация (лат. *in* – в, внутрь и *vagina* – ножны, оболочка) – впячивание, один из способов гаструляции, а также образование зачатков некоторых органов в эмбриогенезе.

Интеркаляция (лат. *intercalatio* – вставка, добавка) – появление новых структур внутри данной биологической системы.

Интеркалярный рост – нарастание новых члеников (проглоттид) в зоне роста шейки между сколексом (головкой) и стробилой у ленточных червей, образование вторичных жилок между главными жилками в крыле насекомых.

Интерстициальные клетки – общее название различных клеток, занимающих промежуточное положение в организме животных. В теле кишечнополостных **И. к.** способны развиваться в нервные, половые, стрекательные. У личинок некоторых насекомых – клетки средней кишки, богатые липидами, как полагают, поддерживают низкое значение pH в этом участке кишечника.

Коксальные железы (от лат. *glanduae coxales*) – парные выделительные органы мечехвостов и некоторых паукообразных, расположенные в головогруди. Выводные протоки **К. ж.** открываются обычно у основания первых члеников кокс (лат. *coxa* – бедро) – 3-й или 5-й пары ходильных ног. Состоят из целомического мешочка, нефростома, извитого канала, или лабиринта, и выводного протока. У некоторых форм

(сольпуги) между нефростомом и лабиринтом – длинный слепой мешок с высоким железистым эпителием. У взрослых особей паукообразных **К. ж.** обычно сильно редуцированы (функционируют у сенокосцев). Основными органами выделения паукообразных являются эволюционно более поздние мальпигиевы сосуды.

Коллаген – фибриллярный белок, составляющий основу коллагеновых волокон соединительной ткани (кость, сухожилие, хрящ, связки и т. д.) и обеспечивающий ее прочность. Не обнаружен у простейших.

Корацидий (от греч. *korax*) – свободноплавающая личинка некоторых ленточных червей.

Ктенидии (от лат. *ctenidia*) – первичные парные жабры моллюсков, расположенные в мантийной полости. Состоят из осевой пластины с двумя рядами многочисленных жаберных лепестков, покрытых мерцательным эпителием. Движение ресничек мерцательного эпителия обеспечивает циркуляцию воды вокруг ктенидия, что способствует газообмену между кровью и водой через стенки кровеносных сосудов и жаберных лакун, пронизывающих ктенидии. У большинства головоногих моллюсков одна пара ктенидий, у наутилусов две пары, у моноплакофор 5–6 пар. У панцирных моллюсков 4–80 пар ктенидий подобных жабр в мантийных щелях. У брюхоногих (кроме некоторых переднежаберных) сохранился только первый левый ктенидий, у легочных – вместо него развивается легкое, у голожаберных ктенидии заменяются адаптивными жабрами. Среди двустворчатых только первичножаберные имеют одну пару ктенидий с типичным перистым строением, у остальных они преобразованы в две пары нитевидно-двойных, удлиненных или пластинчатых жабр.

Куколка (от лат. *pupa*) – стадия индивидуального развития насекомых с полным превращением, следующая за личинкой. **К.** не питается и обычно неподвижна. В ней происходит интенсивная внутренняя перестройка, в процессе которой насекомое превращается из личинки во взрослую особь – имаго. Личиночные органы разрушаются, а органы имаго формируются заново из имагинальных дисков.

Кутикула (лат. *cuticula* – кожица) – плотное неклеточное образование на поверхности клеток эпителиальной ткани. У беспозвоночных кутикула – производное клеток однослойного покровного эпителия (гиподермы); выполняет защитную и опорную функции. Может затвердевать (у членистоногих), поэтому рост с линьками. В состав входит хитин, который с минеральными веществами и белками придает

кутикуле механическую прочность и липиды, способствующие ее водонепроницаемости. Впервые появляется у первичнополостных червей. У разных групп беспозвоночных кутикула различна по химическому составу (главным образом белков) и строению. Производные кутикулы – чешуйки, щитки, волоски, щетинки.

Личинка (от лат. *larva*) – постэмбриональная стадия индивидуального развития многих беспозвоночных, у которых запасы питательных веществ в яйце недостаточны для завершения морфогенеза. Личинки имеют провизорные органы, не свойственные взрослой форме. У морских сидячих или малоподвижных животных плавающая личинка обеспечивает расселение вида (например, паренхимула, амфибластула губок и плакула кишечнополостных, трохофора полихет). Превращение личинки во взрослое животное (метаморфоз) заключается в перестройке организации, тем более глубокой, чем сильнее личинка отличается от взрослого организма.

Макронуклеус (макро- и лат. *nucleus* – ядро) – большое соматическое ядро у инфузорий в отличие от малого генеративного – микронуклеуса. Макронуклеус – физиологически активное ядро, связано со всеми процессами жизнедеятельности инфузорий. При половом процессе (конъюгации) разрушается и заменяется новым, развивающимся из продуктов деления микронуклеуса.

Максиллы (лат. *maxilla* – челюсть) – нижние челюсти, вторая пара челюстей у многоножек и насекомых, вторая и третья пары у ракообразных; видоизмененные конечности, осуществляющие перетирание, фильтрацию пищи и подачу ее к ротовому отверстию.

Максиллярные железы (от лат. *glandulae maxillares*) – парные выделительные железы у низших ракообразных, мокриц и личинок высших раков. Выводное отверстие открывается у основания второй пары максилл. По происхождению, строению и функции М.ж. подобны антениальным железам.

Мальпигиевы сосуды (по имени М. Мальпиги) – выделительные и осморегулирующие органы у паукообразных, многоножек и насекомых. Мальпигиевы сосуды – трубчатые канальцы, являющиеся слепыми выростами кишечника на границе средней и задней кишок. У паукообразных возникают из энтодермы средней кишки, у многоножек и насекомых из эктодермы задней кишки.

Мезенхима (мезо- и греч. *enchyma* – ткань) – зародышевая соединительная ткань многоклеточных животных. Образуется за счет клеток, выселяющихся из разных зародышевых листков.

Мезодерма – мезобласт, средний зародышевый листок у многоклеточных животных (кроме губок и кишечнополостных). Располагается между эктодермой и энтодермой.

Мерцательный эпителий – реснитчатый эпителий, однослойный, одно- или многорядный, клетки которого на апикальном полюсе имеют подвижные реснички. Одна мерцательная клетка имеет до 500 ресничек.

Метагенез – одна из форм вторичного чередования поколений, при которой поколения особей, размножающихся половым путем, сменяются поколениями особей, размножающихся бесполым путем.

Метамерия (мета- и греч. *meros* – часть, доля) – расчленение тела у некоторых групп организмов на сходные участки – метамеры, расположенные вдоль продольной оси или плоскости симметрии.

Метаморфоз (греч. *metamorphosis* – превращение) – это глубокое преобразование строения организма, в процессе которого личинка превращается во взрослую особь.

Метанефридии – метамерно расположенные парные выделительные органы у беспозвоночных (кольчатые черви). Развиваются из эктодермы или мезодермальных нефробластов. **М.** – трубчатые каналы, открывающиеся одним концом (ресничной воронкой, или нефростомом) во вторичную полость тела (целом) предыдущего сегмента, выделительной порой наружу. Нефридиальный канал может быть длинным и петлеобразно изогнутым. Через нефростом в просвет **М.**, вероятно, поступает целомическая жидкость – первичная моча, продвижение которой по метанефридиям обеспечивается ресничками.

Микропиле (греч. *mikros* – маленький, *pyle* – вход, отверстие) – отверстие в плотных яйцевых оболочках, через которое сперматозоид проникает в яйцо. Образуется у головоногих моллюсков, насекомых и др. У губок **М.** – это тонкий участок оболочки геммулы, в котором при «прорастании» геммул образуется отверстие для выхода клеток наружу.

Нефридий (греч. *nephridion, nephros* – почка) – выделительный орган у беспозвоночных, служит для выведения из организма продуктов обмена, иногда половых клеток, для осморегуляции. Система ветвящихся канальцев. Сегментарные органы выделения.

Нефростом (греч. *stoma* – рот, отверстие) – ресничная воронка метанефридиев, открывающаяся в полость тела. **Н.** выстлан ресничным эпителием, биение которого обусловливает перемещение жидкости, поступающей из полости тела в каналец, а из него наружу. При слиянии **Н.** с половой воронкой образует нефромиксии.

Оогамия – тип полового процесса, при котором в ходе оплодотворения гаметы, резко различные по размерам, форме и поведению, сливаются, образуя зиготу. Женская гамета (яйцо, яйцеклетка) – крупная неподвижная (без жгутиков). Мужская гамета (сперматозоид) – значительно мельче, подвижная.

Оогонии (греч. *gone* – рождение) – женские половые клетки, образующиеся из первичных половых клеток; способны к митотическому размножению, которое у большинства животных протекает внутри яичника на начальных этапах онтогенеза.

Ооциста – стадия развития паразитических споровиков. Служит для заражения особей хозяина. Образуется путем инцистирования половой особи (зиготы) после копуляции. Покрыта плотной защитной оболочкой. **О.** претерпевает спорогонию и дифференцировку спор в спорозоитах.

Осфрадий (греч. *osphrainomal* – нюхаю, обоняю) – рецепторный орган моллюсков, расположенный в мантийной полости у основания жабр (ктенидиев) на пути тока воды к ним. Представляет собой валик, несущий многочисленные складки (до 150) в виде двухлопастных листочков. Содержит скопления ганглиозных клеток, отростки которых иннервируют боковые стенки листочков. **О.** выполняют функцию хемо-, осмо- и механорецепции.

Панцирь (от лат. *lorica*) – твердое защитное образование, полностью и частично покрывающее тело некоторых животных.

Параподии (от греч. *podion* – ножка) – мускулистые выросты тела у многощетинковых червей, расположенные попарно на каждом сегменте туловища и служащие в качестве органов движения. Имеют спинную и брюшную ветвь, каждая из которых снабжена пучком щетинок и осязательным усиком, который иногда превращается в жабру.

Паренхимула – двуслойная пелагическая личинка губок и книдарий. Развивается из целобластулы. Тело **П.** состоит из жгутиковых эктодермальных клеток, а внутренняя масса клеток из энтодермы. Анимальный полюс обращен при плавании вперед и является полюсом прикрепления (при метаморфозе), вегетативный полюс – физиологически задний.

Партеногенез (греч. *parthenos* – девственница) – девственное размножение, одна из форм полового размножения организмов, при котором женские половые клетки развиваются без оплодотворения (однополое размножение).

Педипальпы (*pedis* – нога, *palpus* – щупальца) – ногощупальца, вторая пара членистых ротовых конечностей головогруди хелицеро-

вых. Основной членик **П.** (кокса) обладает жевательным челюстным отростком, участвует в перетирании пищи; остальные членики образуют массивные клешни, коготь.

Педицеллярии (лат. *pediculus* – стебелек, ножка) – многочисленные придатки скелета морских ежей, звезд, имеющих форму щипчиков. Некоторые снабжены ядовитыми железами. Служат для защиты и очистки поверхности тела.

Педогенез (греч. *pais* – род, падеж; *paidos* – дитя) – способ размножения, присущий ряду беспозвоночных, при котором у личинок развиваются неоплодотворенные яйца, дающие начало новому поколению. **П.** одна из форм партеногенеза.

Пелликула (лат. *pellicula* – шкура, кожа) – тонкий эластичный или жесткий защитный слой протоплазмы на поверхности тела многих простейших (жгутиковых, инфузорий).

Первичная полость тела – схизоцель, пространство между стенкой тела и кишечником, в котором лежат внутренние органы. **П. п. т.** появляется у первичнополостных червей и характеризуется отсутствием собственной клеточной выстилки.

Перибластула – тип бластулы, характерный для зародышевого развития большинства членистоногих. Образуется в результате поверхностного дробления. Стенка **П.** состоит из слоя клеток (бластодермы), а центральная часть занята не разделившимся желтком с находящимися в нем отдельными клетками.

Перикард (греч. *kardia* – сердце) – околосердечная сумка, прочный соединительный мешок, окружающий сердце некоторых беспозвоночных. Перикардиальная полость является одним из отделов вторичной полости тела (целома).

Перикардиальные железы (от лат. *glandulae pericardiales*) – выделительные органы у некоторых моллюсков; формируются из клеток перикарда. **П. ж.** накапливают продукты обмена и выводят их в перикардиальную полость, откуда экскреты поступают через перикардиальные воронки в выделительные органы и удаляются наружу. У двустворчатых моллюсков **П. ж.** называются кеберовым органом.

Пиноцитоз (греч. *pino* – пью) – захват клеточной поверхностью и поглощение клеткой жидкости. Поглощаемая капля жидкости окружается плазматической мембраной.

Плоидность (греч. *ploos* – кратный и *eidos* – вид) – число наборов хромосом, содержащихся в клетке или во всех клетках многоклеточного организма. Организмы или клетки, имеющие один полный набор хромо-

сом, называются гаплоидными ($n = 1$). Гаплоидны половые клетки, макросферические фораминиферы, споровики. Для большинства эукариотных нормальный уровень **П.** соматических клеток равен 2 (диплоидность), однако для ряда видов характерен более высокий уровень **П.** – полиплоидия.

Пневматофор (греч. *pneumatos* – дыхание) – плавательный пузырь у сифонофор; удерживает колонию в верхних слоях воды.

Полиморфизм (греч. *polymorphos* – многообразный) – наличие в пределах одного вида резко отличных по облику особей, не имеющих переходных форм. Если таких форм две, явление называется диморфизмом.

Прилежащие тела (от лат. *corpora allata*) – эндокринные железы насекомых, вырабатывающие ювенильный гормон. Располагаются над передней кишкой позади головного мозга в виде парных округлых образований. Связаны одной парой нервов с кардиальными телами, другой – с подглоточным ганглием. Удаление **П. т.** приводит к нарушению метаморфоза личинок и торможению полового созревания имаго.

Провизорные органы (лат. *provideo* – предвижу) – временные органы у зародышей и личинок животных организмов, исчезающие в процессе их развития.

Пронуклеус (лат. *pro* – перед, *nucleus* – ядро) – каждое из двух гаплоидных ядер. Объединение отцовских и материнских наборов хромосом, заключенных в мужских и женских **П.**, приводит к образованию диплоидного ядра зиготы – синкариона и составляет основное содержание процесса оплодотворения.

Протонефридии – органы выделения и осморегуляции. **П.** состоят из ветвящихся канальцев эктодермального происхождения, на конце канальца со стороны полости тела находится концевая клетка с пучком ресничек (циртоцит), где осуществляется фильтрация на замкнутом конце.

Рабдом (греч. *rhabdos* – палочка) – зрительная палочка, совокупность рабдомеров зрительных клеток беспозвоночных. Рабдомер – светочувствительная структура клетки, образованная множеством параллельно лежащих ультратонких (~500 нм) трубочек микровилл, в стенках которых заключен фотопигмент. **Р.** обладает свойством волновода, обеспечивающим более полное поглощение фотонов.

Радула (лат. *radula* – скребок) – терка, гибкая хитиноидная пластинка, несущая зубы и лежащая на поверхности мускулистого языка (одонтофора) на брюшной стенке глотки у моллюсков. Служит для соскребания пищи.

Регенерация (лат. *regeneratio* – возрождение, возобновление) – восстановление организмом утраченных или поврежденных органов и тканей, а также восстановление целого организма из его части (соматический эмбриогенез).

Ропалии (греч. *rhopalon* – дубинка) – краевые тельца, укороченные и видоизмененные щупальца, расположенные симметрично по краю зонтика у сцифоидных медуз. Имеются органы равновесия – статоцисты и органы зрения – глазки около скопления сенсорных нейронов нервного кольца, отростки которых вдаются в полость статоциста. При изменении положения тела медузы статолиты смещаются, раздражая чувствительные клетки; импульс от них передается мускулатуре зонтика, вызывая ее сокращение, в результате которого медуза поворачивается ротовым отверстием вниз.

Сенсиллы (от лат. *sensilla*) – чувствительные образования беспозвоночных.

Симпласт (греч. *syn* – вместе и *plastos* – вылепленный, образованный) – у животных это строение ткани, характеризующееся отсутствием границ между клетками и расположением ядер в сплошной слой цитоплазмы.

Синкарион (греч. *syn* – вместе и *karyon* – ядро) – ядро дробления или ядро зиготы, образующееся в результате слияния мужских и женских пронуклеусов. Оболочки пронуклеусов в месте их контакта разрушаются, и их содержимое объединяется общей ядерной оболочкой. У большинства животных синкарион не образуется.

Синцитий – строение ткани у животных, при котором клеточные границы не полностью отделяют клетки друг от друга и обособленные участки цитоплазмы с ядрами связаны между собой цитоплазматическими перемычками.

Склеробласты – клетки, формирующие склериты – элементы внутриклеточного скелета у губок, восьмилучевых коралловых полипов, некоторых турбеллярий и иглокожих.

Соединительная ткань – ткань животного организма, развивающаяся из мезенхимы и выполняющая опорную, трофическую и защитную функции.

Сократительная вакуоль – постоянный или временный органоид, участвующий в выделении воды и растворенных веществ, а также в регуляции осмотического давления у одноклеточных.

Соленоциты (греч. *solen* – трубка) – терминальные (концевые) клетки, слепо замыкающие каналец протонефридия. Тело клетки про-

должается в длинную тонкую трубку, внутри которой один или несколько жгутиков обеспечивают поток жидкости в нефридиальный канал.

Статобласт (греч. *statos* – стоящий, неподвижный) – чичевицеобразная покоящаяся зимняя почка у пресноводных мшанок. **С.** развивается внутри брыжейки желудка (канатика) и является внутренней почкой в отличие от наружных, за счет которых образуются колонии. **С.** весной лопается и выходит молодая мшанка, в дальнейшем формирующая новую колонию.

Статоцисты (греч. *statos* – стоящий, неподвижный) – слуховые пузырьки (ямки) – органы равновесия беспозвоночных, погруженные под наружный покров тела. Внутри **С.**, заполненной жидкостью, находится один или несколько отолитов (статолитов). При изменении положения тела отолиты сдвигаются, раздражая ресничные чувствительные клетки эпителия. Нервный импульс передается в ЦНС, вызывая ответную двигательную реакцию организма, восстанавливающую равновесие.

Стигма (греч. *stigma* – пятно) – глазок, светочувствительная органелла у некоторых жгутиконосцев. **С.** состоит из скопления зерен каротиноидного пигмента на переднем конце тела.

Стрекательные клетки – крапивные клетки, нематоциты, книдоциты, клетки в покровном эпителии, а также в энтодерме книдарий, выполняющие функции нападения на добычу, ее удержания и защиты от врагов.

Сцифистома (греч. *skyphos* – чаша, бокал, *stoma* – рот) – особь полипоидного (бесполого) поколения большинства сцифоидных.

Телобласты (греч. *telos* – конец) – две или несколько клеток зародыша у первичноротых животных, расположенные между эктодермой и энтодермой по бокам бластопора. В результате деления **Т.**, оставаясь на заднем конце тела зародыша, отделяют от себя мелкие клетки, образующие мезодерму (телобластический способ).

Теория фагоцителлы – гипотеза происхождения многоклеточных животных. Согласно **Т. ф.** исходной формой многоклеточных является гипотетическое животное – фагоцителла (паренхимулла), состоящая из слоя поверхностных клеток эктодермы (кинобласт) и внутреннего (фагоцитобласт). Из кинобласта и фагоцитобласта, согласно **Т. ф.**, в ходе эволюции возникло все многообразие форм тканей многоклеточных животных.

Тимпанальные органы (греч. *tympanon* – барабан) – органы слуха насекомых; воспринимают звуковые сигналы особей своего вида и

некоторых хищников. Состоят из тимпанальной мембраны и прикрепленных к ней или к трахее чувствительных хордотональных сенсилл.

Трахеолы – трахейные капилляры, концевые, внутриклеточные микроскопические (0,2–0,3 нм) разветвления трахей у насекомых; пронизывают ткани и клетки, обеспечивая доступ кислорода. Саморегулирующийся механизм действия **Т.** основан на изменении осмотического давления в гемолимфе в тканях. При покое насекомого **Т.** заполняются жидкостью, поступающей из ткани и вытесняющей из них воздух. Вследствие этого уменьшается потребление кислорода клетками. При активной жизнедеятельности насекомого жидкость из **Т.** диффундирует в клетки и ткани, а в **Т.** поступает воздух из трахей, в результате чего потребление кислорода клетками увеличивается.

Трихоцисты (греч. *thrix* – волос) – цитоплазматические органеллы простейших, выбрасываются при механическом или химическом раздражении. Выполняют защитную функцию.

Фагоцитоз – активное захватывание и поглощение бактерий, фрагментов клеток и твердых частиц одноклеточными организмами – питание примитивных организмов. В процессе эволюции эта способность перешла к специализированным клеткам соединительной ткани – фагоцитам, выполняющим защитную функцию в многоклеточном организме.

Фибриллы (лат. *fibrilla* – волоконце, ниточка) – нитевидные структуры цитоплазмы, выполняющие в клетке двигательную или скелетную функцию. Состоят из протофибрилл, белка актина. В мышечных клетках содержат также миозин.

Филаменты (лат. *filamentum* – нить, нитевидные образования) – внутриклеточные, точные цитоплазматические белковые структуры. В клетках разных тканей они не способны к сокращению.

Филогенез (греч. *phylon* – род, племя) – филогения – историческое развитие мира животных организмов как в целом, так и отдельных таксономических групп: царств, типов и т. п.

Финна – личинка ленточных червей. Паразитирует в промежуточном хозяине (беспозвоночных и позвоночных животных). Развивается из онкосферы, имеет вид пузыря, в полость которого ввернута одна или несколько сформированных головок червей, развивающихся в окончательном хозяине (позвоночное и человек) во взрослую форму.

Хелицеры (греч. *chele* – коготь, клешня и *keras* – рог) – первая пара головных конечностей у хелицеровых; используется как челюсти для схватывания и разрывания добычи. Состоят из 2–3 члеников и часто заканчиваются клешней. **Х.** гомологичны антеннам ракообразных.

Целом (греч. *koiloma* – углубление, полость) – вторичная полость тела, пространство между стенкой тела и внутренними органами у многоклеточных животных (моллюски, эхиуриды, сипункулиды, щетинкочелюстные, погонофоры, иглокожие, полухордовые, хордовые). Ограничено собственно эпителиальными стенками мезодермального происхождения; содержит целомическую жидкость и обычно открывается наружу специальными протоками – целомодуктами. Функция **Ц.** – опорная, поддерживает биохимическое постоянство внутренней среды организма, а также трофическая, дыхательная, выделительная, половая функции.

Целомодукты (лат. *ductus* – проход, отвод, канал) – каналы у животных, соединяющие целом с внешней средой. Обычно **Ц.** открываются в целом половыми воронками. Развиваются из мезодермы. Первичная функция **Ц.** – выведение половых продуктов (полихеты). Срастаясь с нефридиями, **Ц.** образуют нефромиксии, выводящие также и продукты обмена. В процессе эволюции **Ц.** стали выполнять только выделительную функцию (моллюски, плеченогие, членистоногие). У хордовых – скопление типичных **Ц.** образуют почки.

Цефализация (греч. *kephale* – голова) – филогенетический процесс обособления головы у билатерально-симметричных животных и включение в ее состав органов, расположенных у предков в других частях тела. **Ц.** обусловлена тем, что передний конец тела, несущий ротовое отверстие и органы захватывания пищи (челюсти), первыми вступают в контакт с новыми объектами среды. Поэтому в нем концентрируются органы чувств, а также передние отделы ЦНС, регулирующие функционирование этих органов и составляющие головной мозг.

Шизогония (греч. *schizo* – разделяю, расщепляю) – множественное бесполое размножение у простейших (фораминиферы, споровики). Ядро материнской особи, или шизонта, делится путем быстро следующих друг за другом делений на несколько ядер и весь шизонт распадается на соответственное число одноядерных клеток – мерозоитов. После нескольких бесполых поколений наступает половой процесс. Мерозоиты, внедрившиеся в клетки хозяина, могут становиться гаметоцитами.

Эндомитоз – удвоение числа хромосом внутри ядерной оболочки без разрушения ядрышка и без образования веретена деления клетки.

Эпиболия (греч. *epibole* – накидывание, кладка) – обрастание, один из способов гаструляции, а также распространение клеточных пластов в зародыше в ходе органогенеза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блохин, Г. И. Зоология: учеб. / Г. И. Блохин, В. А. Александров. – М.: КолосС, 2005. – 512 с.

2. Грищенко, Л. И. Болезни рыб и основы рыбоводства: учеб. / Л. И. Грищенко, М. Ш. Акбаев, Г. В. Васильков. – М.: Колос, 1999. – 456 с.

3. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных: учеб. / В. А. Догель. – Л.: Высш. шк., 2011. – 608 с.

4. Зоология. Курс лекий: учеб.-метод. пособие / Н. А. Татаринов, В. И. Лавушев, Л. А. Шамсуддин, В. И. Бородулина. – Горки: БГСХА, 2020. – 211 с.

5. Зоология: учеб. пособие / А. И. Ятусевич, Л. Е. Трофимчик, Н. И. Олехнович [и др.]. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2008. – 427 с.

6. Константинов, В. М. Зоология позвоночных: учеб. / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Академия, 2011. – 444 с.

7. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: учеб. пособие / В. М. Константинов, С. П. Шаталова, В. Г. Бабенко [и др.]; под ред. В. М. Константинова. – М.: Академия, 2004. – 272 с.

8. Кузнецов, Б. А. Курс зоологии: учеб. / Б. А. Кузнецов, А. З. Чернов, Л. Н. Катонова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 398 с.

9. Лабораторный практикум по курсу зоологии / А. И. Ятусевич, Н. И. Олехнович, С. К. Гончаров, Д. Н. Ганецкий. – Минск, 1999. – 50 с.

10. Лукин, Е. И. Зоология: учеб. / Е. И. Лукин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 384 с.

11. Пехов, А. П. Биология с основами экологии: учеб. / А. П. Пехов. – СПб.: Лань, 2000. – 672 с.

12. Практикум по зоологии: учеб. пособие / А. И. Ятусевич, Н. И. Олехнович, И. С. Серяков [и др.]. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2012. – 316 с.

13. Шалапенок, Е. С. Практикум по зоологии беспозвоночных: учеб. пособие / Е. С. Шалапенок, С. В. Буга. – Минск, 2002. – 272 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA) 4
1.1. Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora) 4
1.2. Тип Инфузории (Ciliophora) 16
1.3. Тип Апикомплексы (Apicomplexa) 22
2. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (METAZOA) 28
2.1. Тип Губки (Spondia) 28
2.2. Тип Кишечнополостные (Cnidaria) 32
2.3. Тип Плоские черви (Plathelminthes) 39
2.4. Тип Первичнополостные. Круглые черви (Nemathelminthes) 55
2.5. Тип Кольчатые черви (Annelida) 63
2.6. Тип Членистоногие (Arthropoda) 73
2.7. Тип Моллюски (Mollusca) 95
2.8. Тип Иглокожие (Echinodermata) 104
3. ХОРДОВЫЕ (CHORDATA) 109
3.1. Подтип Личиночно-хордовые (Urochordata) 110
3.2. Подтип Бесчерепные (Acrania) 114
3.3. Подтип Позвоночные (Vertebrata) 118
3.3.1. Класс Круглоротые (Cyclostomata) 119
3.3.2. Надкласс Рыбы (Pisces) 124
3.3.3. Класс Земноводные (Amphibia) 153
3.3.4. Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (Reptilia) 165
3.3.5. Класс Птицы (Aves) 183
3.3.6. Класс Млекопитающие (Mammalia) 199
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ 216
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 237

Учебное издание

Лавушев Виктор Иванович
Татаринов Николай Алексеевич
Шамсуддин Людмила Анатольевна и др.

ЗООЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. Н. Минакова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 31.07.2026. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 13,95. Уч.-изд. л. 12,09.
Тираж 60 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.