

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»**

ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ

**Практическое руководство
для студентов специальности 1 – 31 01 01-02 –
«Биология (научно-педагогическая деятельность)»
часть 1**

Низшие хордовые, круглоротые, рыбы, земноводные

Гомель 2010

УДК 597/599+597.2/5+596.6(075.8)
ББК 28.693.3+28.693.32+28.693.33я73
З-853

Авторы-составители:

Д.В. Потапов, А.В. Гулаков, Г.Г. Гончаренко, С.А. Зяцьков

Рецензенты:

А.Н. Никитин, ученый секретарь ГНУ «Институт радиобиологии
НАН Б», кандидат сельскохозяйственных наук;

В.Н. Веремеев, доцент кафедры зоологии и охраны природы УО
«ГГУ им. Ф. Скорины», кандидат биологических наук

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

3-853 Зоология позвоночных: практическое руководство для
студ. вузов спец. 1 – 31 01 01-02 – «Биология (научно-
педагогическая деятельность)». Часть 1: Низшие
хордовые, круглоротые, рыбы, земноводные / авт.-сост.
Д.В. Потапов, А.В. Гулаков, Г.Г. Гончаренко, С.А.
Зяцьков; М-во образования Республики Беларусь.
Гомельский государственный университет им. Ф.
Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2010. – 135 с.

В практическое пособие включены требования по выполнению
лабораторных работ по зоологии позвоночных. Включает темы
двенадцати занятий, а так же задания для самопроверки полученных
знаний.

Адресовано студентам биологических факультетов.

© Авт.-сост.: Д.В. Потапов, А.В. Гулаков,
Г.Г. Гончаренко, С.А. Зяцьков, 2010
© УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторное занятие 1 Строение оболочников	5
Лабораторное занятие 2 Внешнее и внутреннее строение ланцетника	13
Лабораторное занятие 3 Внешнее и внутреннее строение круглоротых	23
Лабораторное занятие 4 Внешнее и внутреннее строение хрящевых рыб	37
Лабораторное занятие 5 Скелет хрящевых рыб	48
Лабораторное занятие 6 Нервная система и черепно-мозговые нервы хрящевых рыб	55
Лабораторное занятие 7 Внешнее и внутреннее строение костных рыб	62
Лабораторное занятие 8 Скелет костистых рыб	75
Лабораторное занятие 9 Определение круглоротых и рыб	85
Лабораторное занятие 10 Внешнее и внутреннее строение земноводных	96
Лабораторное занятие 11 Скелет земноводных	117
Лабораторное занятие 12 Определение земноводных	128
Литература	134

ВВЕДЕНИЕ

Зоология (от греч. зоон – животное, логос – учение) – наука о животных. Ее задача заключается во всестороннем познании животного мира. Зоология изучает строение и жизнедеятельность различных животных, их развитие, образ жизни, распространение, зависимость животных организмов от различных факторов внешней среды, закономерности эволюционного развития животного мира.

Целью проведения лабораторных занятий по зоологии позвоночных является вооружение студентов современными научными знаниями о позвоночных животных, развитие у них биологического мышления; получение студентами знаний о внешней и внутренней организации, жизнедеятельности основных представителей позвоночных животных, их разнообразии и систематическом положении.

Основными задачами изучения лабораторного курса является получение теоретических и практических знаний об особенностях морфологии, анатомии, физиологии и воспроизведения животных; принципах организации лабораторных работ, требованиях техники безопасности при проведении лабораторных работ; приобретение навыков анатомических, морфологических и таксономических исследований зоологических объектов, подготовка объекта к исследованию, фиксация, микроскопия, зарисовка, определение таксономической принадлежности.

Основными навыками, получаемыми студентами при прохождении лабораторного курса, являются навыки работы с лабораторным оборудованием, навыки препарирования позвоночных животных и изложения полученных знаний.

При составлении практического руководства использовались материалы и рисунки, представленные в следующих изданиях: «Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных» (Т.А. Адольф [и др.]); «Практикум по зоологии позвоночных» (Н.Н. Карташев, В.Е. Соколов, И.А. Шилов); «Зоология позвоночных: часть 1: низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы, земноводные» (Н.П. Наумов, Н.Н. Карташев).

Данное практическое руководство предназначено для студентов биологических факультетов ВУЗов.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 1

СТРОЕНИЕ ОБОЛОЧНИКОВ

Цель лабораторного занятия: на примере асцидий, сальп и аппендикулярий изучить особенности внешнего и внутреннего строения оболочников.

Оборудование и материалы:

1. Таблицы: строение асцидии, схема строения личинки асцидии *Clavelina*, внешний вид и продольный разрез боченочника *Doliolum*, аппендикулярия *Oicopleura* (общий вид и аппендикулярия в домике).

Теоретические сведения:

- 1.1 Общая характеристика
- 1.2 Класс Асцидии
- 1.3 Класс Сальпы
- 1.4 Класс Аппендикулярии

1.1 Общая характеристика

Систематическое положение изучаемого объекта:

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП ОБОЛОЧНИКИ, ИЛИ

ЛИЧИНОЧНОХОРДОВЫЕ (TUNICATA, SEU UROCHORDATA)

КЛАСС АСЦИДИИ (ASCIDIAE)

КЛАСС САЛЬПЫ (SALPAE)

КЛАСС АППЕНДИКУЛЯРИИ (APPENDICULARIAE)

Оболочники – наиболее уклонившаяся ветвь хордовых, развивающаяся по пути биологического регресса, что определяется следующими признаками:

- а) признаки хордовых выражены только на личиночной стадии;
- б) распространены только в морях;
- в) в основном ведут малоподвижный или сидячий образ жизни;
- г) питаются пассивно, фильтруя воду;
- д) тело покрыто оболочкой (туникой);
- е) кровеносная система не замкнутая, лакунарного типа;
- ж) гермафродиты, присуще половое и бесполое размножение.

В подтипе насчитывается 3 класса:

- 1) Класс Асцидии включает около 1 тысячи видов, 3 отряда:
 - а) Одиночные асцидии (*Monascidae*) – одиночные сидячие формы от 2–3 мм до 40–50 см. Встречаются подвижные формы.
 - б) Колониальные асцидии (*Synascidae*).
 - в) Огнетелки (*Rugosomata*).
- 2) Класс Сальпы насчитывает 25 видов, 2 отряда.
 - а) отряд настоящие сальпы (*Desmomyariae*) – 15 видов.
 - б) отряд бочоночники (*Cyclomyariae*) – 10 видов.
- 3) Класс Аппендикулярии насчитывает около 60 видов мелких оболочников от 2–3 мм до 1–2 см, напоминающих личинок асцидий.

1.2 Класс Асцидии

Внешне асцидия представляет собой двугорлую банку (мешок) с двумя отверстиями – ротовым и клоакальным (атриальным) сифоном (рис. 1). Снаружи асцидия покрыта туникой, состоящей из туницина и мукополисахаридов, выделяемой эпителием. Под туникой находится мантия (кожно-мускульный мешок), состоящая из соединительной ткани и мускульных пучков. В области сифонов лежат кольцевые мышцы, закрывающие и открывающие сифоны.

Для асцидий характерно фильтрационное питание взвешенными в воде пищевыми частицами. Схема строения пищеварительной системы:

Ротовой сифон → огромная глотка с эндостилем (выделяет слизь, задерживающую пищевые частицы) → пищевод → желудок → кишка → анальное отверстие → атриальная полость близ клоакального сифона.

Пищеварительные ферменты выделяются пилорическими железами желудка. Пищеварение и всасывание осуществляется в желудке и кишке. Непереваренные частицы через атриальную полость и клоакальный сифон выбрасывается наружу.

Орган дыхания – глотка, стенки которой пронизаны кровеносными капиллярами. Вода с растворенным кислородом поступает в полости глотки, омывает капилляры стенок глотки, где осуществляется газообмен. Из глотки вода с углекислым газом через мелкие жаберные отверстия (стигмы) поступает в атриальную полость и через клоакальный сифон выходит наружу.

Кровеносная система лакунарного типа, то есть кровь из сосудов изливается в небольшие полости между органами – лакуны. Сердце

имеет вид трубки, от одного конца которой отходит сосуд, ветвящийся в стенках глотки, от другого – сосуды, отходящие к внутренним органам (желудок, кишечник, половые железы). Сердце последовательно нагнетает кровь сначала к стенкам глотки (для газообмена), затем к органам, то есть сокращается сначала в одном, затем в другом направлении. Таким образом, кровь движется маятникообразно по одним и тем же сосудам, выполняющим функцию то артерий, то вен. 98% клеток крови – ванадоциты (состоят из ванадия и 9% H_2SO_4).

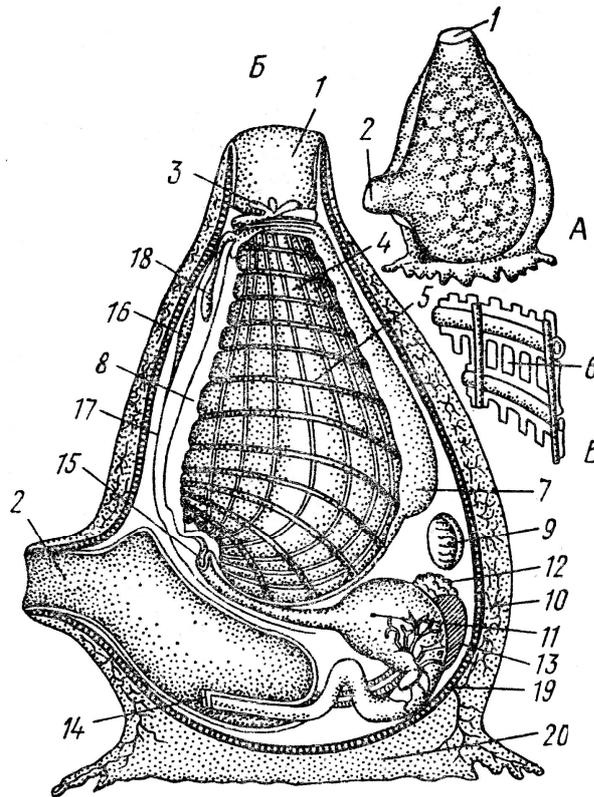


Рисунок 1 – Строение асцидии (А – общий вид; Б – продольный разрез; В – увеличенная часть стенки глотки со стигмами и сосудами)

- 1 – ротовой сифон; 2 – клоакальный сифон; 3 – ротовые щупальца;
 4 – глотка; 5 – кровеносные сосуды; 6 – стигма; 7 – эндостиль;
 8 – спинная борозда; 9 – сердце; 10 – туника; 11 – желудок;
 12 – семенники; 13 – яичники; 14 – анальное отверстие;
 15 – начало пищевода; 16 – нервный узел; 17 – спинной нервный ствол; 18 – субневральная железа; 19 – эпителий; 20 – подошва асцидии.

Накопление продуктов метаболизма – кристаллов мочевой кислоты – происходит в почечных пузырьках, расположенных на внутренних стенках мантии в атриальной полости. Удаление из организма в течение жизни не происходит.

Гермафродиты. Яичники и семенники прикреплены к стенкам мантии и короткими яйцеводами и семяпроводами открываются в атриальную полость. Самооплодотворение предотвращается неодновременностью созревания яйцеклетки и сперматозоида. Оплодотворение происходит вне организма или в клоакальном сифоне. Яйца выносятся из организма и развиваются в воде.

Развитие асцидий происходит с метаморфозом. Личинка, развивающаяся из яйца подвижна, имеет овальное тело и длинный хвост (рис. 2). Имеет все признаки хордовых. Из эктодермы развивается нервная трубка, передний конец которой расширен в мозговой пузырь с пигментным глазком истатоцистом (органы зрения и равновесия). Под нервной трубкой лежит хорда, тянущаяся от глотки до хвоста. Сформированная глотка с жаберными отверстиями продолжается в кишку, слепо заканчивающуюся. Личинка не питается, плавает в воде несколько часов, оседает на дно и с помощью сосочков прикрепления прикрепляется к подводному предмету.

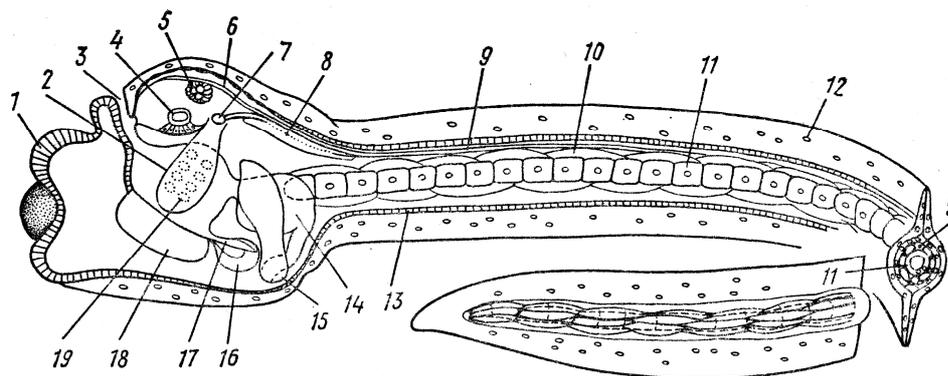


Рисунок 2 – Схема строения личинки асцидии *Clavelina*

- 1 – присоска; 2 – закладка атриальной полости; 3 – рот;
 4 –статоцист; 5 – глазное пятно; 6 – мозговой пузырек;
 7 – атриопор; 8 – висцеральный ганглий; 9 – нервная трубка;
 10 – мышечные клетки; 11 – хорда; 12 – свободные клетки в тунике; 13 – эпидермис; 14 – желудок; 15 – кишечник; 16 – сердце;
 17 – эпикардиум; 18 – эндостиль; 19 – жаберные отверстия.

Хвост резорбируется и исчезает – происходит регрессивный метаморфоз. Исчезает хорда, нервная трубка (остаётся спинной ганглий), разрастается глотка, атриальная полость, в которую прорывается дифференцированная кишечная трубка. Формируются гонады, продуцирующие половые продукты.

Характерно также бесполое размножение почкованием. В нижней части взрослой асцидии формируется почкородный столон, в который врастают отростки внутренних органов. На столоне формируются почки – новые асцидии, которые либо отрываются от столона (одиночные асцидии), либо сохраняют с ним тесную связь (колониальные асцидии).

Таким образом, подвижная личинка способствует расселению асцидий, а взрослые особи почкованием закрепляют новый участок.

Распространены во всех морях и океанах на каменистых участках морского дна (до 500 метров глубины). Образуют плотные скопления – на 1 м^2 до 8–10 тыс. особей (140 кг биомассы). Некоторые виды (циона) участвуют в обрастании днищ кораблей. Огнетелки ведут пелагический образ жизни, образуя скопления до 2–3 колоний на 1 м^2 . Перспективны для промышленного получения ванадия.

1.3 Класс Сальпы

Сальпы – это плавающие (пелагические) морские животные. Сходны с асцидиями, но отличаются способностью к реактивному движению. Тело напоминает бочонок или огурец (рис. 3). Ротовой и клоакальный сифоны расположены на противоположных концах тела. Кожно-мускульный мешок поддерживается 8–9 мускульными лентами, последовательное сокращение которых гонит воду через глоточную и атриальную полости из ротового в клоакальный сифон (реактивное движение). Глоточная и атриальная полости разделены спинным выростом, прободённым несколькими жаберными отверстиями (от 2 у сальп до 50 у бочоночников).

Внутреннее строение сальп сходно с асцидиями. В связи с активным передвижением характерно наличие органов чувств – пигментированный глазок рядом со спинным ганглием (фотореле) истатоцист – орган равновесия, соединенный с ганглием нервом.

Размножение и развитие сальп: характерно чередование полового и бесполого поколений (метегенез):

Яйцо → бесполовая сальпа с почкородным столоном → дочерние особи (почки) → половое поколение с гонадами (гермафродиты) → яйцо.

Зародыш развивается из оплодотворенного яйца в материнском организме, получая питательные вещества через элеобласт – заполненную кровью лауну, напоминающую плаценту млекопитающих. Сформировавшись, зародыш разрывает стенки

элеобласта и с током воды выходит из клоакального сифона. Материнский организм при этом погибает.

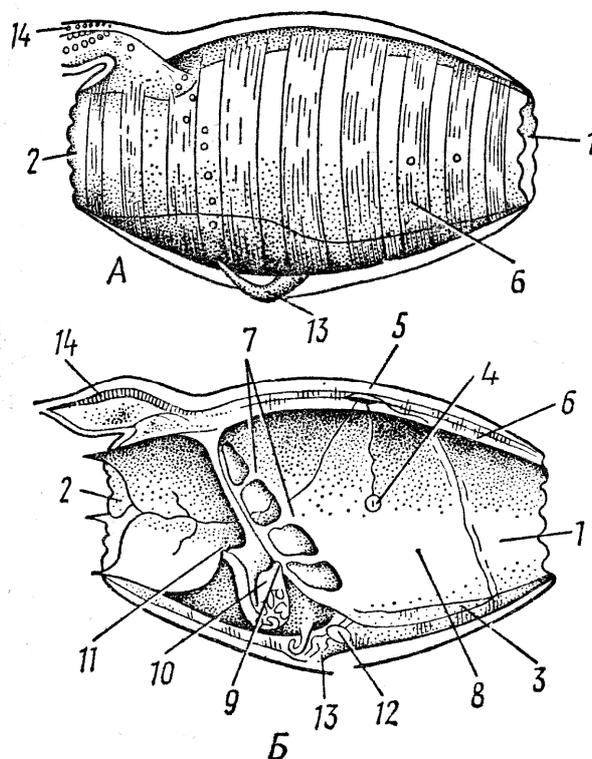


Рисунок 3 – Бочоночник *Doliolum*

(А – внешний вид; Б – продольный разрез)

- 1 – ротовой сифон; 2 – клоакальный сифон; 3 – эндостиль;
 4 – статоцист (орган равновесия); 5 – нервный ганглий;
 6 – мышечные ленты; 7 – перегородка со стигмами; 8 – глотка;
 9 – отверстие пищевода; 10 – желудок; 11 – анальное отверстие;
 12 – сердце; 13 – брюшной стolon.

Размножение и развитие бочоночников: оплодотворенное яйцо → личинка с хвостом (имеется хорда и нервная трубка) → бесполой особь с 2 почкородными столонами – брюшным и спинным.

На брюшном почкородном столоне формируются почки 3 генераций, которые клетками фороцитами транспортируются на спинной стolon, где происходит развитие этих почек:

Почки 1-ой генерации – гастрозоиды – снабжают питательными веществами всю колонию;

Почки 2-ой генерации – форозоиды – расселяют половые особи;

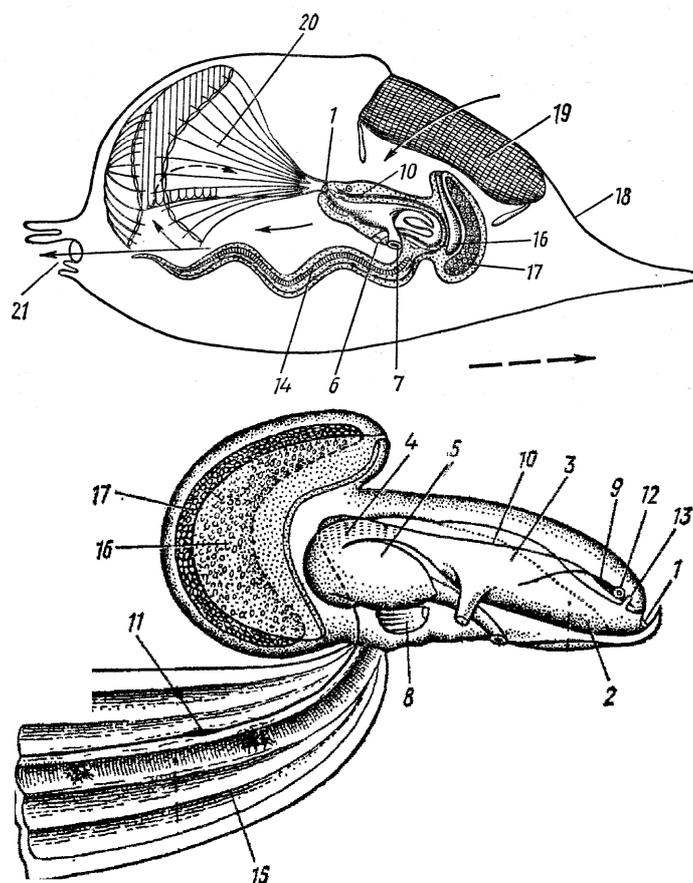
Почки 3-ей генерации – гонозоиды – половые особи с развитыми гонадами.

Через некоторое время форозоиды отрываются от колонии, плавают и кормят растущих гонозоидов. Гонозоиды вскоре

отрываются от форозоидов, в них созревают половые клетки. После оплодотворения формируется бесполое животное со столонами.

1.4 Класс Аппендикулярии

Класс включает около 60 видов мелких оболочников от 2–3 мм до 1–2 см, напоминающих личинок асцидий. Имеется овальное тело и длинный хвост с хордой и нервной трубкой. Настоящей туники нет. Мантия выделяет прозрачную слизь, из которой формируется домик (рис.4).



**Рисунок 4 – Аппендикулярия *Oicopleura*
(аппендикулярия в домике и ее строение)**

- 1 – рот; 2 – эндостиль; 3 – глотка; 4 – пищевод; 5 – желудок; 6 – анус;
7 – жаберное отверстие – стигма; 8 – сердце; 9 – нервный ганглий;
10 – нервный спинной ствол, 11 – его утолщение в хвостовом отделе;
12 – статоцист; 13 – обонятельная ямка; 14 – хорда, 15 – мускулатура
хвоста; 16 – семенник; 17 – яичник; 18 – домик; 19 – его решетка;
20 – ловчая сеть; 21 – отверстие домика
(тонкими стрелками обозначено направление тока воды; толстой
пунктирной стрелкой – направление движения домика).

В передней части домика имеется отверстие, закрытое решёткой из загустевших нитей слизи. Вода, проникающая в домик через решётку, фильтруется ловчей сетью (тонкие слизистые нити, сходящиеся у рта аппендикулярии). Пищевые частицы осаждаются на ловчей сети, а вода с силой выталкивается из выходного отверстия домика – это обуславливает реактивное движение домика вперед. Через 4–20 часов решетка домика засоряется, и ток воды прекращается. Аппендикулярия ударами хвоста разрушает домик, выплывает из него и в течение 1–1,5 часа формируется новый домик.

Аппендикулярии – гермафродиты. Зародыш формируется из оплодотворённой яйцеклетки в яичнике и выходит из материнского организма, разрывая стенки яичника и тела материнского организма. Молодая аппендикулярия похожа на взрослую, отличается только размерами и развитием органов, то есть чередования поколений нет.

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Изучая внешнее строение:

Размеры и форму тела, ротовой и клоакальный сифоны, тунику, мантию, почкородные столоны у бочоночников и сальп, домик у аппендикулярии.

2) Изучая внутреннее строение:

а) Органы пищеварения и дыхания асцидии: ротовой сифон, объемистую глотку, пронизанную стигмами, пищевод, желудок, кишечник, атриальную полость.

б) Кровеносную систему: сердце, крупные сосуды, лакуны, изучить маятникообразное движение крови.

в) Гермафродитную половую систему: яичники и яйцеводы, семенники и семяпроводы.

г) Строение личинки асцидии: признаки хордовых у личинки (хорду, нервную трубку, глотку с жаберными щелями, сердце на брюшной стороне тела), тело, хвост, проследить развитие систем органов.

д) Расположение глоточной и атриальной полостей у бочоночника, нервный ганглий истатоцист как органы животных, способных к активным передвижениям, расположение внутренних органов у бочоночника.

е) Расположение внутренних органов у аппендикулярии, хорду и нервный спинной ствол в хвосте, строение ловчей сети, изучить особенности питания и передвижения аппендикулярий.

2 Зарисовать:

1) строение асцидии, 2) схему строения личинки асцидии, 3) внешний вид и продольный разрез бочоночника, 4) аппендикулярию в домике и ее строение.

Вопросы и задания для самоконтроля:

- 1) Перечислите и охарактеризуйте признаки биологического регресса у оболочников.
- 2) Охарактеризуйте внешнее и внутреннее строение асцидии.
- 3) Опишите строение личинки асцидии. Почему оболочников называют также личиночнохордовыми?
- 4) Каковы строение и жизненный цикл бочоночников и салп?
- 5) Охарактеризуйте особенности строения и жизнедеятельности аппендикулярии.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 2 ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛАНЦЕТНИКА

Цель лабораторного занятия: на примере ланцетника изучить особенности внешнего и внутреннего строения бесчерепных хордовых животных.

Оборудование и материалы:

1. Фиксированные особи взрослых ланцетников, помещенные в чашки Петри с водой.
2. Набор готовых препаратов: тотальный препарат ланцетника, поперечный разрез в области глотки, поперечный разрез в области кишечника.
3. Таблицы: внешний вид ланцетника, общее расположение внутренних органов, поперечный разрез в области глотки, поперечный разрез в области кишечника, схема кровеносной системы, строение нефридия.
4. Микроскопы с малым увеличением или бинокляры.

Теоретические сведения:

- 2.1 Общая характеристика
- 2.2 Внешнее строение ланцетника
- 2.3 Внутреннее строение ланцетника

2.1 Общая характеристика

Систематическое положение изучаемого объекта:

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫЕ (ACRANIA)

КЛАСС ГОЛОВОХОРДОВЫЕ (CERHALOCHORDATA)

ЛАНЦЕТНИК (BRANCHIOSTOMA LANCEOLATUM)

Ланцетник – представитель бесчерепных, наиболее примитивных хордовых животных. Все основные признаки типа хордовых у бесчерепных хорошо выражены и сохраняются пожизненно. В качестве осевого скелета у них функционирует хорда, центральная нервная система представлена нервной трубкой, глотка пронизана жаберными щелями.

Ланцетники живут на дне, преимущественно на глубинах 10–30 метров. Зарываются в песчаный грунт, выставляя наружу переднюю часть тела. Совершают сезонные перемещения. В летний период образуют скопления по 1000–1500 особей на 1м².

Хорда (нотохорд) ланцетника – сложная система поперечных мышечных пластинок, окруженная соединительнотканной оболочкой. Тянется от переднего до заднего конца тела, действует как мускульный орган, выполняя функцию гидростатического скелета. К хорде прилегают 50–80 мышечных сегментов – миомеров, разделенных соединительнотканными перегородками – миосептами. Характерна асимметрия мускулатуры – миосепта одной стороны тела располагается напротив середины миомера противоположной стороны. Сокращение миомеров последовательно изгибает тело в горизонтальной плоскости, обеспечивая червеобразное движение ланцетника. Хвостовой плавник толкает тело вперед.

Центральная нервная система представлена толстостенной нервной трубкой, лежащей над хордой. Существуют функциональные отличия в строении нервной трубки: головной конец оказывает регулирующее влияние на рефлекторную деятельность. Невроцель здесь образует расширение – зачаток мозгового желудочка. На дне расширения находится воронка (рецептор движения, зачаток гипофизарной системы). В стенках переднего отдела нервной трубки находятся скопления ганглионарных клеток, а в передней его части – пигментное пятно (остаток органа равновесия). От переднего конца нервной трубки отходят 2 пары чувствующих головных нервов.

В остальной части нервной трубки в каждом сегменте отходят

по две пары нервов – спинных и брюшных. Положение нервов отвечает расположению правых и левых миомеров.

Характерно наличие специализированных нервных клеток:

а) Роон-Боардовские клетки – обеспечивают проведение импульсов в передний отдел нервной трубки;

б) клетки Овсянникова-Роде – осуществляют межсегментные цепные связи от головы к хвосту (вверху нервной трубки) и обратно (внизу нервной трубки).

Органы чувств:

а) Орган осязания – нервные окончания, разбросанные в коже;

б) Орган равновесия – пигментное пятно на дне передней части головного отдела нервной трубки;

в) Орган обоняния – ямка Келликера на поверхности переднего конца тела;

г) Орган зрения – глазки Гессе, расположенные в области невротеля нервной трубки – действуют как фотореле (распознают изменения освещенности), регистрируя, какая часть животного погружена в грунт.

Вместе с ганглионарными клетками переднего отдела эти клетки координируют работу миохордального комплекса.

Пищеварительная система:

На переднем конце брюшной части тела находится предротовая воронка с венчиком щупалец → ротовое отверстие, окруженное парусом с мерцательными выростами (создают ток воды и препятствуют попаданию крупных частиц в глотку) → объемная глотка, пронизанная жаберными отверстиями, ведущими в околожабрную (атриальную) полость → кишка с печеночным выростом → анальное отверстие на заднем конце тела.

Пища попадает в глотку и, улавливаясь слизью эндостилия, расположенного на дне глотки, гонится мерцанием ресничек эндостилия и межжаберных перегородок к наджаберной борозде, лежащей на спинной стороне глотки. По наджаберной борозде пища попадает в кишечник, от начальной части которого отходит печеночный вырост. Переваривание и всасывание пищи происходит в печеночном выросте и начальной части кишки ланцетника.

Питание пассивное, фильтрационное; пищевые объекты – планктонные и бентосные организмы, микроорганизмы.

Дыхание и газообмен:

Орган дыхания – глотка. Газообмен происходит в капиллярах межжаберных перегородок (более 100 пар), разделяющих жаберные щели глотки.

Ток воды: ротовое отверстие → глотка → омывает межжаберные перегородки (газообмен) → через жаберные щели глотки выходит в атриальную полость → через отверстие атриопора – наружу.

Кровеносная система:

Замкнутая. Сердце отсутствует. Ток крови обеспечивается пульсацией брюшной аорты. 1 круг кровообращения:

Брюшная аорта → жаберные артерии (более 100 пар, по количеству межжаберных перегородок) → спинная аорта → сосуды и капилляры по всему телу → передние и задние кардинальные вены → кювьеровы протоки → венозный синус → брюшная аорта.

От кишки венозная кровь собирается по непарной подкишечной вене → воротная система печеночного выроста → печеночная вена → венозный синус.

Кровь бесцветна и не содержит дыхательных пигментов, может насыщаться кислородом не только в жаберных артериях, но и во всех поверхностных сосудах тела.

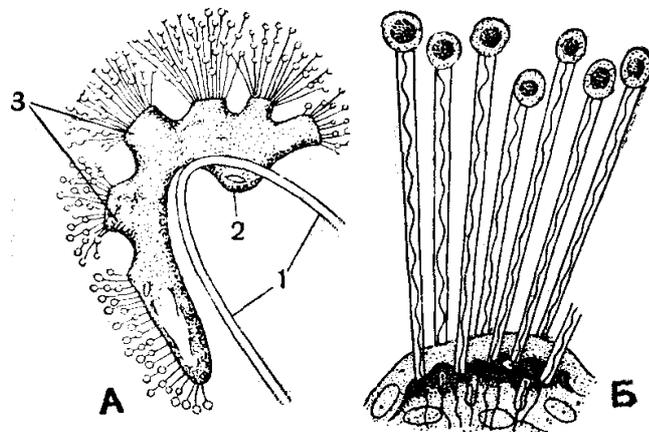


Рисунок 5 – Нефридии ланцетника

А – целый нефридиальный канадец с нефридами и соленоцитами:
1 – верхний конец жаберной щели; 2 – выводное отверстие нефридия в околожаберную полость; 3 – нефридомы с сидящими на них соленоцитами;

Б – часть стенки нефридия с соленоцитами.

Выделительная система:

Нефридиального типа. Имеется около 100 пар нефридиев (рис. 5), открывающихся в атриальную полость над вершинами жаберных

щелей. Нефридий – короткая, сильно изогнутая трубка, вдающаяся в полость тела – целом. В целоме нефридий открывается отверстиями – нефростомами, каждое из которых замкнуто группой булавовидных клеток – соленоцитов. Продукты метаболизма фильтруются в полость тела (целом) → тело соленоцита → просвет нефридиальной трубки → атриальная полость → наружу через отверстие атриопора.

Уровень обмена в целом невысок.

Размножение и развитие ланцетника:

Раздельнополы. Имеется около 25 пар половых желез, не имеющих самостоятельных протоков. Половые клетки через разрыв стенки железы выпадают в атриальную полость и с током воды выносятся наружу. Таким образом, оплодотворение – наружное.

Развитие с превращением; личинка свободноживущая, 3 мм, плавает с помощью покрывающих тело ресничек, активно питается, ведет хищный образ жизни. Личиночная стадия продолжается около 3 месяцев. Половозрелость наступает на 2–3 году жизни.

2.2 Внешнее строение ланцетника

Внешнее строение ланцетника рассмотрим с помощью бинокля на целых взрослых фиксированных особях.

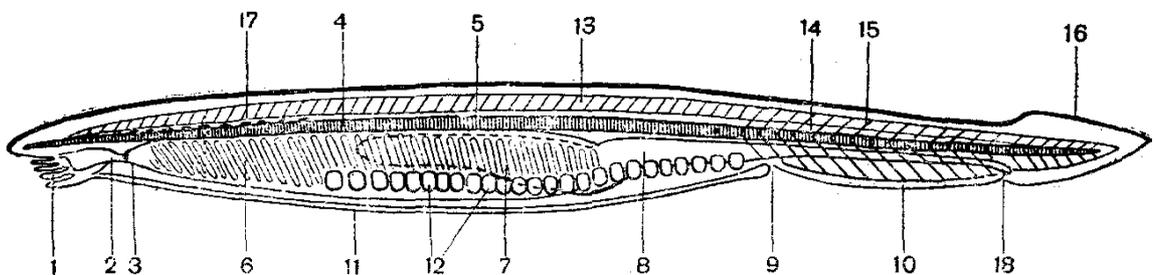


Рисунок 6 – Внешнее и внутреннее строение ланцетника

- 1 – осязательные щупальца; 2 – парус; 3 – велярные щупальца;
 4 – хорда; 5 – нервная трубка; 6 – глотка с жаберными щелями;
 7 – печеночный вырост; 8 – кишка; 9 – атриопор; 10 – подхвостовой плавник; 11 – метаплевральная складка; 12 – половые железы;
 13 – мускулатура; 14 – миомер; 15 – миосепта; 16 – хвостовой плавник; 17 – глазки Гессе; 18 – анальное отверстие.

Полупрозрачное тело животного имеет длину 5–8 см. Оно сжато с боков и заострено на обоих концах (рис. 6). Вдоль спины идет низкий спинной плавник, переходящий на заднем конце тела в ланцетовидный хвостовой плавник. Последний продолжается на

брюшной стороне в виде небольшого подхвостового плавника, достигающего до отверстия атриальной полости – атриопора. От атриопора по бокам тела тянутся вперед до предротового отверстия (оно заметно в виде небольшой впадины) две метаплевральные складки.

При внешнем осмотре ланцетника хорошо заметна сегментация мускулатуры: через тонкие покровы просвечивают соединительнотканые перегородки – миосепты, разделяющие мускульные сегменты миомеры. Миосепты и соответственно миомеры изогнуты под острыми углами, вершины которых направлены к переднему концу тела.

2.3 Внутреннее строение ланцетника

На окрашенном тотальном препарате ланцетника рассмотрим строение и взаиморасположение основных органов животного (рис. 6).

Вдоль всего тела ланцетника (примерно по средней линии) от головного отдела до хвоста тянется хорда (осевой скелет). На препарате ясно видна ее поперечная исчерченность. Хорда вместе с нервной трубкой окружена соединительнотканной оболочкой. Передний конец хорды выдается далеко за передний край нервной трубки, что является специфической чертой бесчерепных.

Над хордой расположена центральная нервная система, представленная уже упомянутой нервной трубкой. Поместив препарат под малое увеличение микроскопа, можно увидеть многочисленные темные пятнышки – глазки Гессе (рис. 6), которые располагаются в стенках нервной трубки ближе к ее внутренней поверхности.

На переднем конце нервной трубки можно заметить головное расширение нервной трубки, которое иногда называют желудочком головного мозга, хотя передняя часть нервной трубки ланцетника, соответствующая головному мозгу позвоночных, и не дифференцирована.

Под хордой расположена пищеварительная трубка. Она начинается предротовой воронкой, окруженной многочисленными щупальцами. Ротовая полость отделена от глотки кольцевидной складкой – парусом. Стенки глотки пронизаны многочисленными (до 100) косо расположенными жаберными щелями (рис. 6). Глотка постепенно переходит в недифференцированную кишечную трубку, заканчивающуюся в заднем отделе тела анальным отверстием. От

этой трубки, сразу же за глоткой, отходит вперед печеночный вырост, основная часть которого расположена с правой стороны глотки.

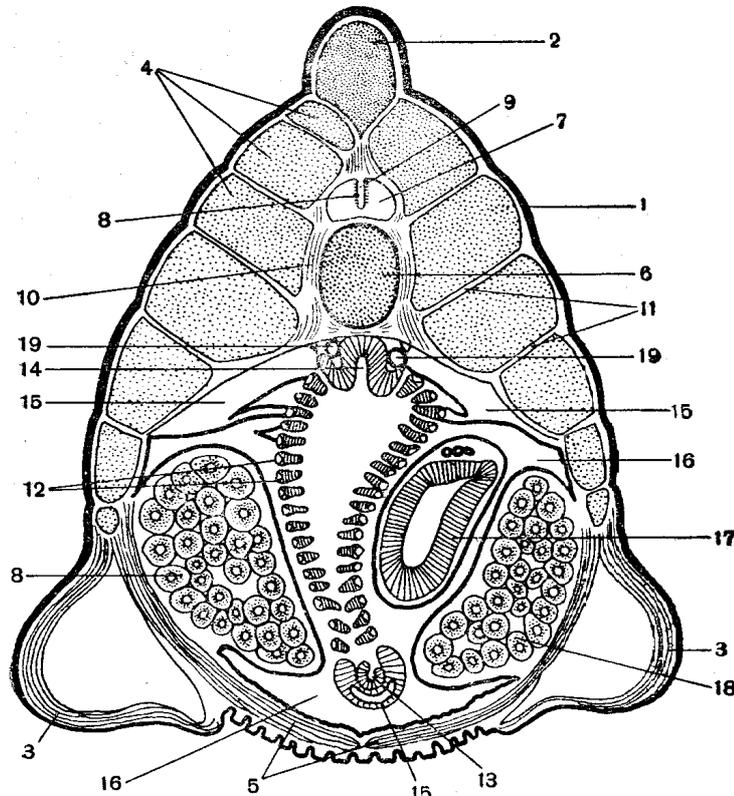


Рисунок 7 – Поперечный разрез ланцетника в области глотки
 1 – эпидермис; 2 – спинной плавник; 3 – метаплевральные складки;
 4 – туловищная мускулатура; 5 – брюшной мускул; 6 – хорда,
 7 – нервная трубка; 8 – невроцель; 9 – щель нервной трубки;
 10 – соединительнотканная оболочка; 11 – миосепты;
 12 – межжаберные перегородки; 13 – эндостиль; 14 – наджаберная борозда; 15 – целомические каналы; 16 – атриальная полость;
 17 – печеночный вырост; 18 – половые железы; 19 – корни аорты.

У половозрелых особей ланцетников заметны половые железы (их обычно 25 пар), которые в виде темных округлых пятен просматриваются через брюшную стенку тела.

На препарате поперечного разреза ланцетника в области глотки рассмотрим под малым увеличением микроскопа взаимное расположение органов и детали строения животного (рис. 7).

На спинной стороне хорошо виден срез низкого спинного плавника. По бокам тела расположены сросшиеся под глоткой метаплевральные складки.

Примерно в центре препарата расположена хорда, имеющая на срезе овальную форму. Над хордой лежит нервная трубка с хорошо

заметным невроцелем. Хорда и нервная трубка окружены соединительнотканной оболочкой, от которой отходят миосепты (на поперечном срезе их видно несколько).

Нижняя часть препарата представляет собой разрез глоточного (жаберного) отдела пищеварительной трубки и окружающей его атриальной полости. На срезе станки глотки пронизаны большим количеством жаберных щелей. На дне глоточного отдела виден эндостиль. На спинной стороне глотки расположена наджаберная борозда. По обеим сторонам наджаберной бороздки хорошо заметны срезы двух кровеносных сосудов – корней аорты. Печеночный вырост виден только на тех срезах, которые сделаны ближе к заднему концу глотки. У половозрелых особей на внутренних стенках метаплевральных складок расположены половые железы.

На препарате поперечного разреза ланцетника в области кишечника (рис. 8) рассмотрим особенности строения хорды, нервной трубки, соединительнотканной оболочки, кишки, целома и сопоставим взаиморасположение этих органов с тем, что было видно на предыдущем препарате.

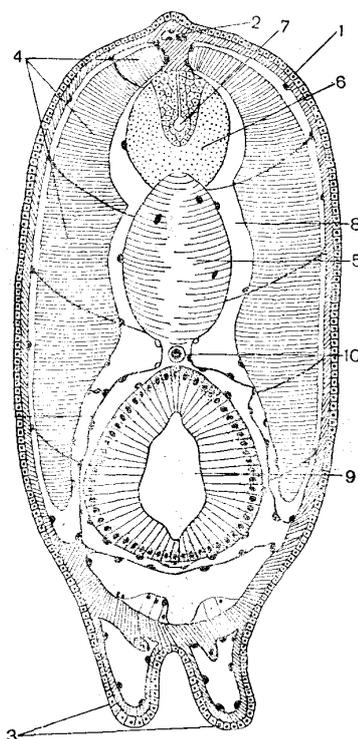


Рисунок 8 – Поперечный разрез ланцетника в области кишечника

- 1 – эпидермис; 2 – спинной плавник; 3 – метаплевральные складки;
4 – мускулатура; 5 – хорда; 6 – нервная трубка; 7 – невроцель;
8 – соединительнотканная оболочка; 9 – кишечник; 10 – спинная аорта.

Изучение кровеносной системы ланцетника следует осуществить с помощью таблиц и рисунка (рис. 9), поскольку на препаратах кровеносные сосуды не видны.

Как уже указывалось, сердца у ланцетника нет и его заменяет непарная брюшная аорта. Ее стенки сформированы поперечнополосатой мускулатурой, что обеспечивает пульсацию аорты. Кровь движется из брюшной аорты в жаберные артерии, которые расположены в межжаберных перегородках. Венозная кровь, проходя по жаберным артериям, окисляется непосредственно сквозь тонкие стенки этих сосудов, расположенных у поверхности жаберных щелей. Обогащенная кислородом кровь собирается в парные корни аорты. Часть крови из них идет вперед по небольшим сонным артериям, а основная масса направляется к хвосту. Примерно в середине тела корни аорты сливаются в основной магистральный канал – спинную аорту, по которой кровь разносится по всему телу.

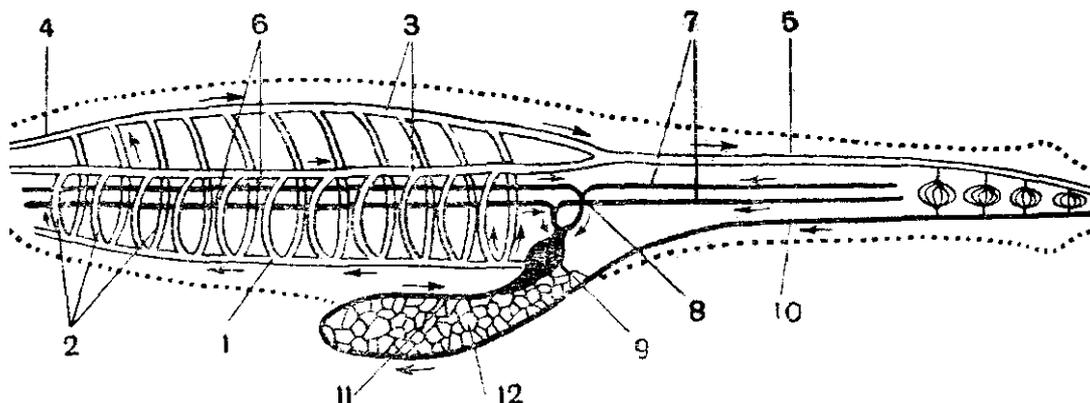


Рисунок 9 – Схема кровеносной системы ланцетника

1 – брюшная аорта; 2 – жаберные артерии; 3 – корни аорты;
4 – сонные артерии; 5 – спинная аорта; 6 – передние кардинальные вены; 7 – задние кардинальные вены; 8 – кювьеровы протоки; 9 – венозный синус; 10 – подкишечная вена; 11 – воротная система печеночного выроста; 12 – печеночная вена

Венозная кровь от головной части тела движется по парным передним кардинальным венам назад, а от хвостовой части – по задним кардинальным венам вперед. Передняя и задняя кардинальные вены каждой стороны тела сливаются в тонкостенный кювьеров проток. Оба эти протока впадают в венозный синус.

От органов пищеварения кровь собирается в подкишечную вену, которая в печеночном выросте распадается на сеть капилляров,

образуя воротную систему печеночного выроста. По короткой печеночной вене кровь вливается в венозный синус.

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Изучая внешнее строение:

Размеры и форму тела; плавники – спинной, подхвостовой и хвостовой; метаплевральные складки; предротовое отверстие с осязательными щупальцами; анальное отверстие.

2) Изучая внутреннее строение:

а) Тотальный препарат ланцетника: хорду и её соединительнотканную оболочку; нервную трубку; миомеры и миосепты; парус с велярными щупальцами; глотку с жаберными щелями; кишку; печеночный вырост; половые железы.

б) Препарат поперечного разреза в области глотки: покровы; миомеры; метаплевральные складки; хорду; нервную трубку с невроцелем; глотку, пронизанную жаберными щелями; эндостиль; наджаберную борозду; целомические мешки; половые железы; печеночный вырост; корни аорты.

в) Препарат поперечного разреза в области кишечника: сопоставить расположение внутренних органов с предыдущим препаратом.

г) Кровеносную систему: брюшную аорту; жаберные артерии; спинную аорту; передние и задние кардинальные вены. По препарату и рисунку проследить схему циркуляции крови.

2 Зарисовать:

1) общий вид и общее расположение внутренних органов ланцетника; 2) поперечный разрез в области глотки; 3) поперечный разрез в области кишечника; 4) схему кровеносной системы; 5) нефридии ланцетника.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Назовите и охарактеризуйте признаки хордовых животных у представителей подтипа Бесчерепные.

2) Каково строение миохордального комплекса ланцетника?

4) Нервная система и органы чувств ланцетника.

5) Пищеварительная система, дыхание и газообмен ланцетника.

6) Кровеносная система ланцетника.

7) Выделительная система ланцетника.

8) Половая система, размножение и развитие ланцетника.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 3

ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КРУГЛОРОТЫХ

Цель лабораторного занятия: на примере речной миноги изучить особенности внешнего и внутреннего строения круглоротых позвоночных животных.

Оборудование и материалы:

1. Свежие или фиксированные миноги, консервированные поперечные срезы миноги в области жаберных мешков и в области кишечника.

2. Готовые препараты: вскрытая минога, поперечный срез миноги в области жаберного отдела, поперечный срез миноги в области кишечника.

3. Таблицы: внешний вид миноги; общее расположение внутренних органов; поперечный разрез в области жаберного аппарата; поперечный разрез в туловищном отделе; схема кровеносной системы; головной мозг; скелетные образования.

4. Препаровальный инструмент (пинцеты, препаровальные иглы).

5. Ванночки (по одной на 2 студентов).

6. Ручные лупы или бинокляры.

Теоретические сведения:

3.1 Общая характеристика

3.2 Внешнее строение миноги

3.3 Внутреннее строение миноги

3.1 Общая характеристика

Систематическое положение изучаемого объекта:

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)

РАЗДЕЛ БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ (AGNATHA)

КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ (CYCLOSTOMATA)

ПОДКЛАСС МИНОГИ (PETROMYZONES)

ОТРЯД МИНОГООБРАЗНЫЕ (PETROMYZONIFORMES)

МИНОГА РЕЧНАЯ (LAMPETRA FLUVIATILIS)

Круглоротые являются наиболее древней группой современных позвоночных животных и отличаются от низших хордовых существенными прогрессивными чертами строения.

Форма тела – угребразная (червеобразная). Хвостовой плавник – протоцеркальный. Парных плавников нет. У миног – 1–2 спинных плавника, у самок развивается небольшой анальный плавник. Кожа голая, мягкая. Одноклеточные железы эпидермиса выделяют слизь, имеющую защитное значение.

Опорно-двигательная система:

Миохордальный комплекс. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Её охватывает толстая соединительнотканная оболочка, охватывающая и спинной мозг. У миног в толще хорды закладываются палочковидные хрящи – зачатки верхних дуг позвонков.

Мозговой череп: разрастание паракордалий, окружает головной мозг только снизу и с боков; сверху мозг закрыт соединительнотканной плёнкой. Затылочный отдел не развит. Спереди к мозговому черепу примыкает непарная обонятельная капсула, по бокам и кзади – парные слуховые капсулы.

Висцеральный скелет состоит из 3 отделов:

а) Скелет околоротовой воронки: кольцевой хрящ и несколько непарных хрящей. Поддерживает стенки предротовой воронки и мощную мускулатуру языка.

б) Скелет жаберной решётки: состоит из 9 вертикальных и 4 продольных хрящевых балочек, сливающихся в точках пересечения. Поддерживает мускулатуру жаберной области, защищает жаберные мешки.

в) Околосердечный хрящ: охватывает сердце сзади и с боков и защищает его.

Плавники поддерживаются длинными и тонкими хрящевыми лучами, доходящими до наружного края плавников.

Мышечная система состоит из мышечных сегментов – миомеров, отделённых друг от друга соединительнотканными перегородками – миосептами. В области головы дифференцируется висцеральная мускулатура, образующая сложную систему мышц предротовой воронки, языка и жаберных мешков.

Органы пищеварения и питания:

Присасывательная предротовая воронка → ротовое отверстие → ротовая полость с языком и слюнными железами → глотка → пищевод → кишечник → анальное отверстие.

Предротовая воронка имеет округлую форму и снабжена роговыми зубчиками и пластинками (обеспечивают прикрепление к телу жертвы). Ротовое отверстие ограничивается снизу мощным языком с роговыми зубами для пробуравливания покровов жертвы. Слюнные железы выделяют антикоагулянты и протеолитические ферменты в тело жертвы, обеспечивая внекишечное пищеварение. Пищевая масса насасывается в глотку, откуда поступает в пищевод (дыхательный отдел при этом закрыт парусом). Тонкостенный пищевод незаметно переходит в недифференцированный кишечник, который, не образуя петель, опускается вдоль печени на вентральную сторону и открывается самостоятельным анальным отверстием. Всасывательная поверхность кишечника увеличивается за счет спирального клапана.

Пищеварительные железы: крупная компактная печень с желчным пузырем (открывается протоком в кишечник) и поджелудочная железа, островками рассеянная по стенкам кишечника.

Паразиты, чаще нападают на рыб, реже на головоногих и других беспозвоночных.

Дыхание и газообмен:

Органы дыхания – жаберные мешки энтодермального происхождения. Газообмен происходит в капиллярах стенок жаберных мешков.

Дыхательные пути у миног:

Ротовое отверстие → глотка → дыхательная трубка → внутренние отверстия жаберных мешков → 7 пар жаберных мешков → наружные отверстия жаберных мешков на боковых стенках тела.

У непитающихся круглоротых вода проникает в жаберные мешки через глотку, у питающихся вода и входит и выходит через наружные жаберные отверстия за счет ритмичных сжатий и расслаблений мышечной стенки жаберной области.

У круглоротых в незначительной степени представлено кожное дыхание.

Кровеносная система:

Замкнутая, один круг кровообращения. Имеется двухкамерное сердце, состоящее из 1 предсердия и 1 желудочка.

Сердце → брюшная аорта → приносящие жаберные артерии → капилляры жаберных мешков (газообмен) → выносящие жаберные артерии → спинная аорта → сонные артерии к голове и множество артерий ко всем внутренним органам.

Передние кардинальные вены (от головы) и задние кардинальные вены (от хвостовой части) → венозная пазуха → сердце.

От органов пищеварения → подкишечная вена → капилляры воротной системы печени → печеночная вена → венозная пазуха.

От языка и нижней части головы → нижняя яремная вена → венозная пазуха.

Селезенка отсутствует. Кроветворение осуществляется в стенках пищевода и кишечника, в почках, печени. Кровь составляет 4–5% от массы тела животного.

Выделительная система:

Органы выделения – парные мезонефрические (туловищные) почки, расположенные на спинной стороне тела над половыми железами.

Почки → мочеточники (по нижнему краю почек) → мочеполовой синус → мочеполовой сосочек → мочеполовое отверстие.

Структурная единица почки – гломерула – слабо упорядоченное собрание артериальных капилляров, выделяющих фильтрат. Фильтрат стекает из гломерулы в короткие почечные канальцы, где происходит частичное изъятие ценных веществ из фильтрата. Почечные канальцы сливаются в мочеточник.

Таким образом, у круглоротых нет объединения фильтрующего клубочка (зачатка мальпигиева тельца) и капсулы, принимающей фильтрат, следовательно, уровень обмена веществ невысок.

Половая система и размножение:

Раздельнополы. Половая железа (яичник или семенник) занимает почти всю брюшную полость тела и подвешена на брыжейке к дорзальной стенке. Половых протоков нет: половые продукты через разрыв стенки железы выпадают в полость тела, через половые поры попадают внутрь мочеполового синуса → наружу через мочеполовой сосочек. Оплодотворение наружное.

Миноги – проходные виды: живут в морях, на нерест уходят в реки. Известны 2 расы миног:

а) озимая – заходит в реку в конце лета - начале осени, зимует в реке и нерестится следующей весной;

б) яровая – заходит в реку в мае и сразу приступает к нересту.

Таким образом, одни и те же нерестилища используются дважды, но в разное время. Круглоротые в основном моноциклически, то есть погибают после икротетания и оплодотворения.

Личинка – пескоройка, напоминает по строению и образу жизни ланцетника. Через 4–5 лет происходит метаморфоз, в ходе которого пескоройка превращается во взрослую миногу.

Нервная система:

Имеет примитивное строение. Головой мозг мал, его отделы лежат в одной плоскости. Передний мозг мал, его крыша эпителиальная, обонятельные доли от него слабо обособлены и развиты очень хорошо (роль химического чувства как основного средства поиска добычи). Промежуточный мозг представлен габенулярными ганглиями (первичные зрительные центры). На крыше промежуточного мозга развиты парietальный (теменной) и пинеальный органы (дополнительные фоторецепторы). Зрительные нервы не дают хиазмы. Средний мозг образован небольшими зрительными долями (невысокий уровень зрения). Мозжечок в виде небольшого валика ограничивает спереди ромбовидную ямку. Продолговатый мозг удлиннен и незаметно переходит в спинной мозг. IX и X пары головных нервов отходят вне пределов черепа.

Органы чувств:

а) Орган химического чувства представлен назо-гипофизарным мешком:

Непарная ноздря → носовой ход → обонятельная капсула → питуитарный вырост, в который вдается гипофиз от дна промежуточного мозга.

Обонятельная капсула непарная, но двураздельная. Внутри обонятельной капсулы находится развитый обонятельный мешок со складчатым обонятельным эпителием. Функция: главная роль в нахождении пищи и различение токов воды с разным химизмом.

б) Орган боковой линии представлен в виде мелких бугорков на головной части миног и редкой цепочки на спинной стороне тела до хвостового плавника. Функция: восприятие токов воды, регистрация приближения каких-либо объектов.

в) Орган зрения: парные глаза, покрытые полупрозрачной кожей. Зрение слабое, различают лишь крупные предметы на близком расстоянии. Добавочное фотореле – парietальный и пинеальный органы.

г) Орган слуха: только внутреннее ухо, заключенное в слуховую капсулу. У миног – 2 полукружных канала, у миксин – 1 канал.

Имеются слабые электрические органы, температурные, тактильные рецепторы и хеморецепторы.

3.2 Внешнее строение миноги

Удлиненное тело миноги подразделено на голову, туловище и хвост (рис. 10). Границы между отделами нечеткие. Парные конечности отсутствуют. На спинной стороне хорошо заметны два кожистых непарных плавника, последний из которых переходит непосредственно в хвостовой плавник. Спинная и брюшная лопасти хвостового плавника миноги располагаются симметрично по отношению к хорде, проходящей между ними посередине. Такая первичносимметричная, или протоцеркальная форма хвостового плавника характерна для круглоротых. Кожистые непарные плавники поддерживаются тонкими хрящевыми лучами.

Голова миноги небольшая, ротовое отверстие находится на дне присасывательной воронки, окаймленной кожными лепестками. Предротовая присасывательная воронка имеет округлую форму, на ее внутренней стенке сидят роговые «зубы». На кончике языка, который обычно отчетливо виден в ротовом отверстии, также сидят роговые пластинки, несущие мелкие роговые «зубы». Питаясь рыбой, минога присасывается к ее телу, пробуравливает «зубами» кожу и высасывает соки и ткани добычи.

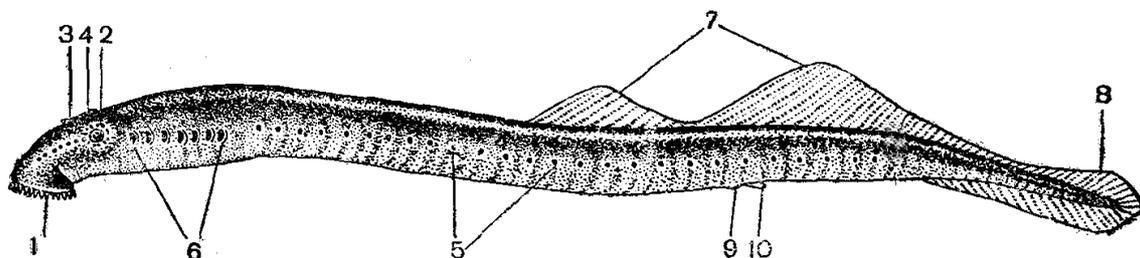


Рисунок 10 – Внешний вид речной миноги

1 – предротовая присасывательная воронка; 2 – глаз; 3 – ноздря;
4 – теменной орган; 5 – боковая линия; 6 – наружные жаберные
отверстия; 7 – спинные плавники; 8 – хвостовой плавник; 9 – анальное
отверстие; 10 – мочеполовой сосочек.

Симметрично, по бокам головы, расположены глаза, прикрытые полупрозрачной кожей. На верху головы между глазами располагается отверстие органа обоняния – непарная ноздря. Позади ноздри под кожей лежит теменной орган, который у миноги хорошо заметен в виде небольшого светлого пятнышка.

На голове, вокруг и впереди глаз заметны мельчайшие отверстия органа боковой линии; подобные отверстия располагаются и по бокам туловища.

У миноги по бокам головы сзади глаз открывается по семь округлых жаберных отверстий. Последнее из них определяет границу между головой и туловищем.

Снизу на границе между туловищем и хвостом находится анальное отверстие, за которым непосредственно на мочеполовом сосочке открывается мочеполовое отверстие.

Кожа миноги голая, богатая одноклеточными железами, залегающими в эпидермисе. В связи с этим тело живой миноги бывает обильно покрыто слизью. Туловищная мускулатура сегментирована, что заметно даже через кожу.

3.3 Внутреннее строение миноги

На продольном разрезе переднего конца тела миноги хорошо видно строение присасывательной предротовой воронки. Ее края окаймлены кожистой бахромой, а на дне находится ротовое отверстие. Внутренняя стенка воронки усажена роговыми «зубами», «зубы» сидят и на особых пластинках над ротовым отверстием, а также на кончике языка, выступающего изо рта.

В передней части вскрытой полости тела лежит сердце, ограниченное сзади окологердечным хрящом, который соединен с висцеральным скелетом. На продольном разрезе позади сердца хорошо заметна конусовидная печень. От дна присасывательной воронки ротовое отверстие ведет в пищевод, который в виде тонкой трубки огибает сердце и переходит в кишку. Кишка, огибая сверху печень, продолжается назад по низу полости и оканчивается анальным отверстием (рис. 11).

Непарная половая железа (яичник или семенник) налегает на пищеварительный канал сверху, занимая значительное место. Под половой железой располагаются темно-красные почки в виде парных лентовидных образований, подвешенных на брыжейке к спинной стороне и тянущихся до заднего конца полости тела. Органы дыхания – жаберные мешки. Они располагаются по обе стороны своеобразной дыхательной трубки, с которой сообщаются внутренними жаберными отверстиями, прободающими ее боковые стенки.

Жаберные мешки отделены друг от друга мускульными перегородками, в толще которых лежат хрящевые дуги, образующие своеобразную скелетную решетку жаберного аппарата. Впереди под жаберным скелетом находится мощная мускулатура языка.

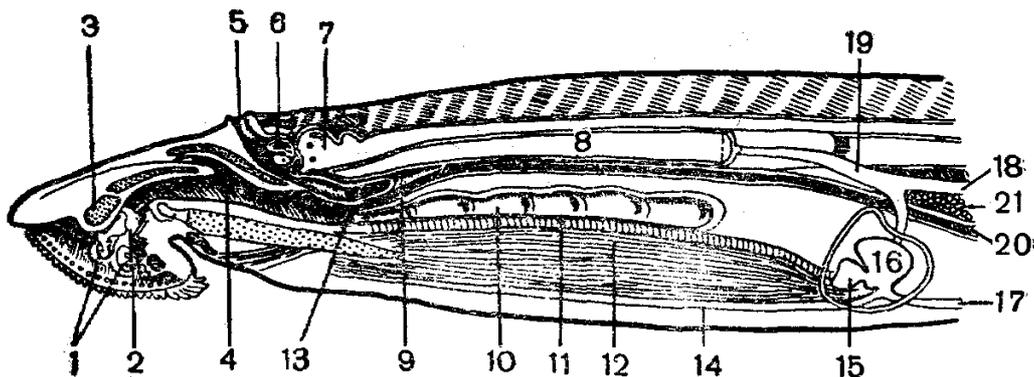


Рисунок 11 – Продольный разрез миноги

1 – роговые «зубы»; 2 – ротное отверстие; 3 – спинная половина кольцевого хряща в разрезе; 4 – полость рта; 5 – ноздря; 6 – обонятельная капсула; 7 – головной мозг; 8 – хорда; 9 – пищевод; 10 – дыхательная трубка; 11 – брюшная аорта; 12 – мышца языка; 13 – парус; 14 – нижняя яремная вена; 15 – желудочек; 16 – предсердие; 17 – печеночная вена; 18 – задняя кардинальная вена; 19 – передняя кардинальная вена; 20 – кишка; 21 – яичник.

На спинной стороне тела миноги, непосредственно над хордой, проходит спинномозговой канал, в котором располагается лентовидный спинной мозг. Головной мозг почти полностью заполняет маленькую черепную полость и переходит непосредственно в спинной мозг. Хорда у миноги хорошо выражена, ее передний конец подходит вплотную к головному мозгу.

Как уже было сказано выше, ротное отверстие находится на дне предротовой воронки, оно бывает частично или полностью закрыто языком, передний край которого изнутри входит в воронку.

Неотчетливо выраженная ротовая полость ведет в глотку, которая в задней части подразделяется на две самостоятельные трубки: нижнюю, короткую, замкнутую дыхательную трубку (рис. 11, 12) и верхнюю, пищеварительную трубку. Начальная часть ее, называемая пищеводом, переходит за сердцем в кишку. Желудок не развит. Задний конец кишечной трубки открывается наружу анальным отверстием. Пищевод различим хорошо лишь на поперечном разрезе в области жаберного аппарата и весьма короток.

Весь кишечный тракт у круглоротых примитивного строения, дифференцировка его слабо выражена, поперечные сечения выше названных отделов мало различаются.

Внутри кишки находится спиральный клапан в виде небольшой свисающей внутрь складки.

Печень миноги прикрывает желудок. Ни желчного пузыря, ни желчных протоков у пресноводных миног нет, печень функционирует как барьерный орган и как железа внутренней секреции. Поджелудочная железа островками рассеяна по стенке кишечника.

Органы дыхания у миноги, как и у всех позвоночных, развиваются в переднем отделе пищеварительной трубки – глотке в виде своеобразных жаберных мешков. Семь пар жаберных мешков расположены по бокам особой, короткой, слепо заканчивающейся дыхательной трубки, которая развивается, обособляясь от пищеварительного тракта.

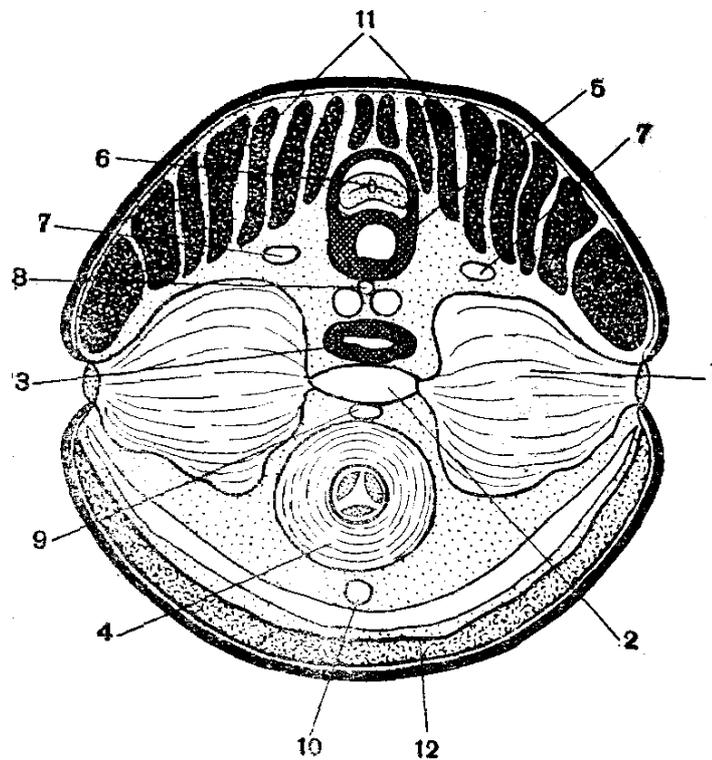


Рисунок 12 – Поперечный разрез миноги в области жаберного аппарата

1 – жаберный мешок; 2 – дыхательная трубка; 3 – пищевод;
4 – мускулатура языка; 5 – хорда с окружающей ее и спинной мозг соединительнотканной оболочкой; 6 – спинной мозг; 7 – передние кардинальные вены; 8 – спинная аорта; 9 – брюшная аорта; 10 – нижняя яремная вена; 11 – спинная мускулатура; 12 – брюшная мускулатура.

Жаберные мешки миноги имеют форму вздутых бобовидных образований энтодермального происхождения. Внутренние стенки жаберных мешков выстланы складчатой слизистой оболочкой. Обильная сеть мельчайших капиллярных кровеносных сосудов пронизывает стенки жаберных мешков, где и происходит насыщение крови кислородом и отдача углекислого газа.

Каждый мешок сообщается узким внутренним каналом с полостью дыхательной трубки через небольшое внутреннее жаберное отверстие и таким же каналом через наружное жаберное отверстие с наружной средой.

Кровеносная система круглоротых (рис. 13) по существу очень сходна с таковой ланцетника и отличается от нее главным образом наличием сердца.

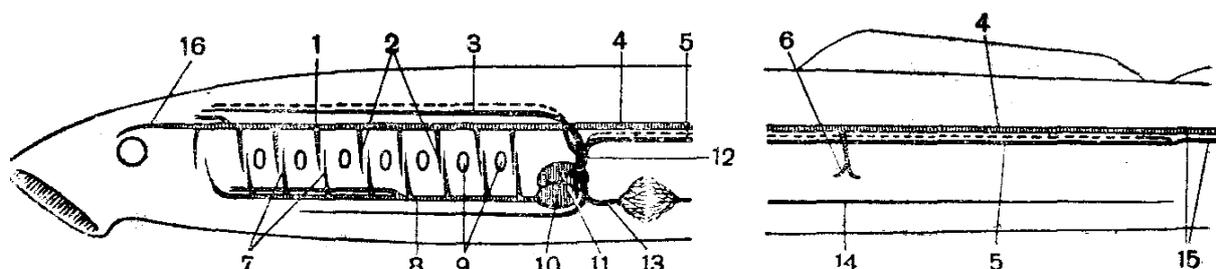


Рисунок 13 – Схема кровеносной системы миноги

- 1 – корень спинной аорты; 2 – выносящие жаберные артерии;
 3 – передняя кардинальная вена; 4 – спинная аорта; 5 – задняя кардинальная вена; 6 – кишечная артерия; 7 – приносящие жаберные артерии; 8 – брюшная аорта; 9 – жаберные отверстия; 10 – желудочек;
 11 – предсердие; 12 – венозный синус; 13 – печеночная вена;
 14 – подкишечная вена; 15 – хвостовые вена и артерия;
 16 – сонная артерия.

Сердце миноги подразделено на два отдела: тонкостенное предсердие, лежащее в левой части хрящевой околосердечной сумки, и более плотный желудочек.

Непосредственно к предсердию прилегает трубчатый тонкостенный венозный синус (венозная пазуха).

От передней части желудочка отходит брюшная аорта, основание которой утолщено. С обеих сторон от брюшной аорты отходят жаберные артерии, ветвящиеся в стенках жаберных мешков. Это приносящие ветви жаберных артерий. В стенках жаберных мешков приносящие жаберные артерии образуют капиллярную сеть для газообмена, после чего капилляры собираются в выносящие ветви жаберных артерий, которые, объединяясь в спинной стенке глотки, образуют спинную аорту, идущую назад под хордой. К голове от спинной аорты отходят парные сонные артерии.

Спинная аорта транспортирует кровь ко всем внутренним органам через сеть более мелких артериальных сосудов и переходит непосредственно в хвостовую артерию.

В венозный синус кровь собирается по венам со всего тела. По

хвостовой вене, переходящей непосредственно в подкишечную, а затем в воротную вену печени, кровь идет от хвоста, задней части туловища и части внутренних органов, преимущественно от кишечника. В области печени эта вена распадается на капилляры, образуя воротную систему, откуда кровь по печеночной вене поступает в венозный синус.

Парные задние кардинальные вены собирают кровь из заднего отдела тела – хвоста, почек и половых органов. Воротная система почек отсутствует. От головного конца тела в венозный синус кровь поступает по парным передним кардинальным венам.

От мускулатуры языка и жаберного аппарата венозная кровь собирается по нижней яремной вене, впадающей в венозный синус.

Кардинальные вены миноги не образуют кьюьеровых протоков и впадают в венозный синус самостоятельно.

Органами выделения у миноги служат первичные (туловищные) почки. Они имеют лентовидную форму и лежат по бокам от спинной аорты вдоль всей брюшной полости. Почки, как и другие полостные органы, подвешены на брыжейке, они более массивны в заднем своем конце, где хорошо заметны мочеточники – вольфовы каналы. Открываются мочеточники самостоятельными отверстиями на стенке мочеполювого синуса, расположенного за концом кишечной трубки.

Миноги – раздельнополые животные. Половые железы представляют собой непарный орган, тянущийся над кишкой вдоль всей брюшной полости и не имеющий половых протоков.

Зернистый яичник, как и семенник, состоящий из нескольких долей, обычно подвешен на брыжейке к спинной стороне брюшной полости.

В строении нервной системы появляются новые особенности, отличающие круглоротых от низших хордовых. Отчетливое подразделение нервной трубки на головной и спинной мозг среди хордовых впервые выражено у круглоротых.

Головной мозг миноги имеет отделы, характерные для всех позвоночных животных: передний мозг, промежуточный мозг, средний мозг, мозжечок и продолговатый мозг (рис. 14).

На продольном разрезе через тело миноги головной мозг виден отчетливо, хотя и весьма мал.

Передний мозг очень невелик, отходящие от него вперед крупные обонятельные доли тоже слабо обособлены. Передний мозг имеет эпителиальную крышу, полость его двураздельна и называется боковыми желудочками.

Промежуточный мозг хорошо виден сверху, на нем находятся два глазоподобных (по функции) органа – теменной и эпифизальный. На нижней стороне мозга находится плоская мозговая железа – гипофиз. Полость этого отдела мозга называется третьим мозговым желудочком.

Средний мозг развит слабо, полость его, именуемая сильвиевым водопроводом, имеет эпителиальную крышу.

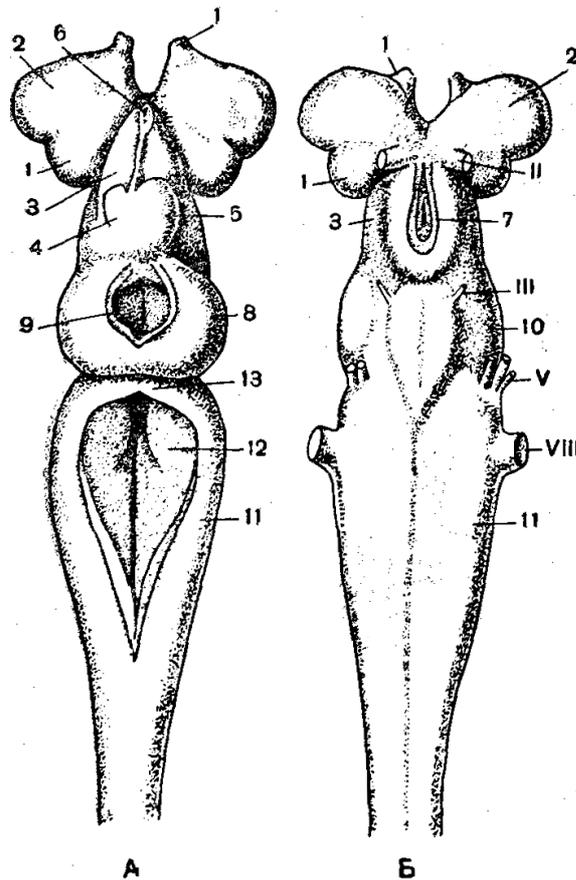


Рисунок 14 – Головной мозг миноги сверху (А) и снизу (Б)

1 – большие полушария переднего мозга; 2 – обонятельные доли;
 3 – промежуточный мозг; 4, 5 – левый и правый габенулярные ганглии; 6 – теменной орган, прикрывающий эпифиз; 7 – мозговая воронка; 8 – зрительные доли среднего мозга; 9 – отверстие в крыше среднего мозга; 10 – дно среднего мозга; 11 – продолговатый мозг; 12 – ромбовидная ямка; 13 – зачаточный мозжечок.

Римскими цифрами обозначены головные нервы.

Зачаточный мозжечок имеет вид валика из нервного вещества, который ограничивает полость продолговатого мозга – ромбовидную ямку спереди и сверху.

Продолговатый мозг сравнительно велик и постепенно переходит в спинной мозг. Полость его спереди сообщается с

полостью среднего мозга, а сзади постепенно переходит в спинномозговой канал.

От головного мозга миноги отходит 10 пар головных нервов.

Строение скелетных образований миноги представлено на рис. 15.

Осевой скелет миноги состоит из хорды и мозгового черепа.

Хорда хорошо заметна на продольном и поперечном разрезах (рис. 11, 12). Она сохраняется в течение всей жизни. В соединительнотканной оболочке, окружающей хорду, у миноги развивается парный ряд небольших хрящиков – зачатков верхних дуг позвонков, образующих канал, в котором лежит спинной мозг.

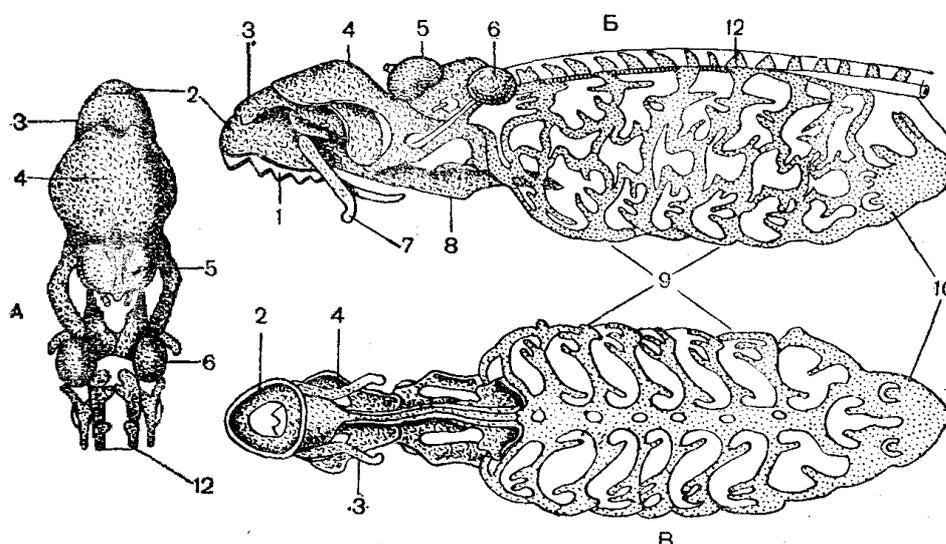


Рисунок 15 – Череп морской миноги сверху (А), сбоку (Б) и снизу (В):

- 1 – роговые «зубы»; 2 – кольцевой хрящ; 3 – передний губной хрящ; 4 – задний губной хрящ; 5 – носовая капсула; 6 – слуховая капсула; 7 – боковой дистальный губной хрящ; 8 – язычный хрящ; 9 – жаберный скелет; 10 – околосердечный хрящ; 11 – оболочка хорды; 12 – сросшиеся передние верхние дуги.

Мозговой череп круглоротых очень примитивен. В нем нет затылочной области, отсутствует крыша. Дно черепа образует непарная хрящевая пластинка. С боков к хрящевой пластинке примыкают, но не срастаются с ней слуховые капсулы в виде вздутий, а с передним ее краем связана волокнистой тканью непарная обонятельная капсула. Крыша черепа затянута перепонкой. Своеобразен скелет ротовой воронки, представленный кольцевидным хрящом, и скелет языка.

Висцеральный скелет представлен скелетом околожаберной

решетки и состоит из девяти парных вертикальных изогнутых хрящей, связанных между собой шестью горизонтальными перекладинами. Заканчивается жаберная решетка хрящевой околосоердечной капсулой (рис. 15).

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Изучая внешнее строение:

Форму тела; непарные плавники – спинные, хвостовой; голую слизистую кожу; предротовую воронку; ротовое отверстие; непарную ноздрю; наружные отверстия жаберных мешков; анальное и мочеполовое отверстия.

2) Изучая внутреннее строение:

а) Пищеварительную систему: язык, глотку, кишечник со спиральным клапаном, печень.

б) Органы дыхания: жаберные мешки, дыхательную трубку, внутренние отверстия жаберных мешков.

в) Кровеносную систему: двухкамерное сердце и венозный синус. По препарату и рисунку проследить схему циркуляции крови.

г) Органы выделения: почки, мочеполовой синус и сосочек.

д) Органы размножения: семенники, яичники.

е) Центральную нервную систему: головной и спинной мозг.

ж) Скелет: хорду в соединительнотканной оболочке; зачатки позвонков (верхние дуги); хрящи мозгового черепа; капсулы органов чувств; хрящи предротовой воронки; жаберный скелет; околосоердечный хрящ; лучи непарных плавников.

2 Зарисовать:

1) внешний вид речной миноги; 2) продольный разрез миноги; 3) поперечный разрез в области жаберного аппарата; 4) схему кровеносной системы; 5) скелетные образования миноги.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Назовите и охарактеризуйте прогрессивные черты организации круглоротых по сравнению с низшими хордовыми.

2) Внешнее строение и двигательный аппарат речной миноги.

3) Каковы особенности строения пищеварительной системы и питания миноги в свете приспособления к паразитическому образу жизни?

4) Дыхание и газообмен речной миноги.

5) Кровеносная система речной миноги.

- 6) Выделительная и половая системы речной миноги.
- 7) Нервная система и органы чувств речной миноги.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 4 ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ

Цель занятия: на примере колючей акулы изучить особенности внешнего и внутреннего строения хрящевых рыб.

Оборудование и материалы:

1. Готовые влажные препараты: внешний вид акулы; вскрытая акула; пищеварительная система.
2. Готовые чучела хрящевых рыб.
3. Таблицы: внешний вид акулы; общее расположение внутренних органов; пищеварительная система; кровеносная система; органы размножения самца и самки.

Теоретические сведения:

- 4.1 Общая характеристика
- 4.2 Внешнее строение акулы
- 4.3 Внутреннее строение акулы

4.1 Общая характеристика

Систематическое положение изучаемого объекта:

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)

РАЗДЕЛ ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMATA)

НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)

КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (CHONDRICHTHYES)

ПОДКЛАСС ПЛАСТИНОЖАБЕРНЫЕ

(ELASMOBRANCHII)

НАДОТРЯД АКУЛОВЫЕ (SELACHOMORPHA)

ОТРЯД КАТРАНООБРАЗНЫЕ (SQUALIFORMES)

КОЛЮЧАЯ АКУЛА ИЛИ КАТРАН (SQUALUS

ACANTHIAS)

Тело акул делится на голову, туловище и хвост. Имеются непарные плавники (спинные, хвостовой и подхвостовой) и парные плавники (грудные и брюшные). Хвостовой плавник гетероцеркальный. Кожа образована эпидермисом (верхний слой) и кориумом (нижний соединительнотканый слой). В эпидермисе расположены одноклеточные железы, выделяющие слизь. В эпидермисе и кориуме расположены пигментные клетки, обуславливающие окраску.

В кориуме закладываются плакоидные чешуи, состоящие из ромбической пластинки и шипа, выдающегося над поверхностью эпидермиса. Внутри чешуи имеется полость с мякотью, одетая дентином, покрытым чехликом из эмали. Более крупные плакоидные чешуи располагаются на челюстях, превращаются в зубы, способные заменятся по мере изнашивания в течение всей жизни.

Пищеварительная система:

Ротовая щель → ротовая полость с челюстями и языком → глотка → пищевод → желудок → кишечник → клоака.

В ротовой полости происходит механическое измельчение пищи. Слизь, выделяемая клетками ротовой полости, не содержит ферментов и способствует прохождению пищевого комка.

Желудок состоит из кардиальной и пилорической частей. В кардиальной части происходит химическое обрабатывание пищи под действием соляной кислоты и пепсина, а в пилорическом отделе желудка – обработка трипсином.

Кишечник разделен на 3 отдела: а) тонкий – отвечает за переваривание пищи под действием ферментов поджелудочной железы и желчи; б) толстый – отвечает за всасывание пищи с помощью спирального клапана, увеличивающего всасывательную поверхность кишки; в) прямая кишка – здесь происходит всасывание воды и формирование каловых масс.

Пищеварительные железы: печень (до 25% массы тела) – резерв питательных веществ и витаминов; поджелудочная железа.

Дыхание и газообмен:

Орган дыхания – жабры, состоящие из жаберных лепестков. На хрящах жаберных дуг располагаются кожистые межжаберные перегородки, на которых сидят жаберные лепестки. Жаберные лепестки с одной стороны межжаберной перегородки – полужабра, с двух сторон – полная жабра. Первая полужабра располагается на перегородке, отходящей от подъязычной дуги, 4 полных жабры на перегородках 1–4 жаберных дуг, 5 жаберная дуга жабр не несет.

Таким образом, у большинства хрящевых рыб 4,5 жабры с каждой стороны глотки, то есть всего 9 полных жабр. Газообмен осуществляется в капиллярах жаберных лепестков.

Акт дыхания: при вдохе глоточная полость расширяется, и в нее насыщается вода через ротовую полость и брызгальце (остаток жаберной щели между челюстной и подъязычными дугами). При этом края межжаберных перегородок закрывают выход из жаберных щелей, и вода омывает жаберные лепестки. При выходе полость глотки сжимается, вода открывает жаберные щели и выходит наружу.

Кровеносная система:

Один круг кровообращения, двухкамерное сердце (состоит из 4 отделов: венозная пазуха, предсердие, желудочек и артериальный конус).

Сердце → брюшная аорта → приносящие жаберные артерии → жабры (газообмен) → выносящие жаберные артерии → спинная аорта.

Сонная артерия отходит от 1 пары выносящих жаберных артерий. Спинная аорта дает множество ответвлений к внутренним органам и плавникам (подключичные, чревная, почечные, подвздошные и так далее), уходит в гемальный канал, превращается в хвостовую артерию.

Хвостовая вена → воротные вены почек → воротная система почек → задние кардинальные вены → кювьеровы протоки → венозный синус.

От головы венозная кровь собирается по передним кардинальным и нижним яремным венам → кювьеровы протоки.

От плавников → подключичные (грудные) и боковые (брюшные) вены → венозный синус.

От пищеварительного тракта → воротная вена печени → воротная система печени → печеночная вена → венозный синус.

Появляется селезенка – кроветворный орган.

Выделительная система:

Органы выделения – парные мезонефрические почки. Структурная единица почки – нефрон, состоящий из гломерулы и почечного канальца. Гломерула – клубочек кровеносных капилляров (мальпигиево тельце), заключенный в боуменову капсулу.

Первичная моча (плазма крови) фильтруется из мальпигиева тельца в просвет боуменовой капсулы, откуда поступает в почечные канальцы. В почечных канальцах из первичной мочи реабсорбируются ценные вещества и формируется вторичная моча (мочевина).

Почечные каналыцы → мочеточники (у самцов – самостоятельные протоки, у самок – вольфовы каналы) → клоака (мочеполовой сосочек у самцов, мочевой сосочек у самок).

В солевом балансе большое значение имеет ректальная железа – выводит избыток солей наружу.

Половая система:

Самцы: семенники → семявыносящие каналыцы → передняя часть почки (придаток семенника) → семяпровод (вольфов канал) → мочеполовой сосочек.

Сперматозоиды формируются в передней части почек и по семяпроводам поступают в семенные пузырьки и семенные мешочки (остатки мюллеровых каналов). Имеются копулятивные органы – выросты базалий брюшных плавников (птеригоподии). У хрящевых рыб внутреннее оплодотворение.

Самки: яичники → яйцеводы (мюллеровы каналы) → матки (расширенная часть яйцеводов) → самостоятельное половое отверстие.

Связи между яичниками и яйцеводами нет. Созревшие яйцеклетки выпадают в полость тела, подхватываются воронками яйцеводов и проходя через скорлуповые железы яйцеводов одеваются белковой и рогоподобной оболочками. Яйца крупные.

По способу появления потомства на свет различают:

1) яйцекладущих особей – откладывают оплодотворенные яйца на подводные предметы;

2) яйцеживородящих особей – оплодотворенные яйца задерживаются в маточных отделах яйцеводов, там развиваются; детеныши рождаются зрелые, самостоятельные;

3) живородящих особей – желточный мешок зародыша прирастает к стенке матки, возникает «плацента»: путем диффузии кислород и питательные вещества проникают из кровотока матери в организм зародыша.

4.2 Внешнее строение акулы

Удлиненное тело акулы неотчетливо подразделяется на голову, туловище и хвост (рис. 16). Голова не обособлена от туловища, границей между головой и туловищем условно можно считать последнюю жаберную щель, а между туловищем и хвостом – клоаку.

Голова заканчивается удлиненным рылом – рострумом, на нижней стороне головы поперечно располагается большой рот. По

наружным углам ротовой щели под кожей прощупываются губные хрящи. Впереди рта, справа и слева, видны ноздри, ведущие в орган обоняния, расположенный в одноименной хрящевой капсуле черепа.

Большие глаза лежат по бокам головы. Позади них находятся округлые отверстия, ведущие в глотку. Это брызгальца, или рудиментарные жаберные щели. Пять вертикальных жаберных отверстий открываются сзади, по бокам головы.

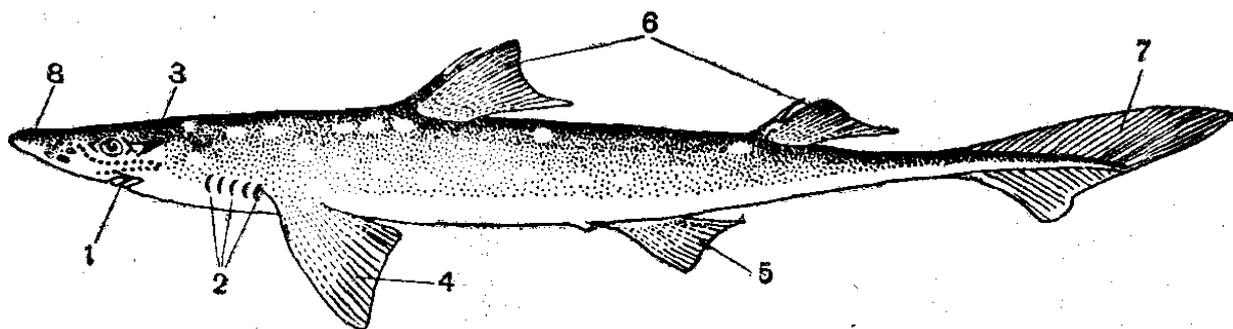


Рисунок 16 – Внешний вид акулы

- 1 – ротовое отверстие; 2 – жаберные отверстия; 3 – брызгальце;
4 – грудной плавник; 5 – брюшной плавник; 6 – спинные плавники;
7 – хвостовой плавник; 8 – роstrум.

Непарные плавники в совокупности представляют собой прерывистую складку кожи на спине, затем окаймляющую хвост и переходящую на брюшную сторону в виде небольшого анального плавника. Гетероцеркальный хвостовой плавник состоит из большей верхней лопасти, в которую заходит конец позвоночника, и меньшей нижней лопасти. У акулы различают пару грудных и пару брюшных плавников, занимающих по отношению к туловищу горизонтальное положение. У самцов внутренние части брюшных плавников несколько обособлены и превращены в своеобразные копулятивные органы.

Вся поверхность тела акулы покрыта мелкими, твердыми плакоидными чешуями. На некоторых участках тела (основания плавников) чешуи могут преобразовываться в острые шипы. Плакоидные чешуи, находящиеся на челюстях – настоящие зубы.

На боках туловища и хвоста у акулы хорошо заметна боковая линия, представляющая собой ряд мелких наружных отверстий особого канала, подруженного глубоко в кожу. Канал органа боковой линии продолжается в виде ветвей и дальше на голову.

4.3 Внутреннее строение акулы

На вскрытой акуле (рис. 17) хорошо видны внутренние органы,

лежащие в брюшной и околосоердечной полостях. В брюшной полости развита брыжейка, на которой подвешены органы пищеварения. Большая двухлопастная печень частично прикрывает крупный изогнутый желудок, вблизи которого на брыжейке подвешена селезенка. От желудка отходит дифференцированный на отделы кишечник, заканчивающийся клоакой. Вблизи клоаки заметен вырост кишки – ректальная железа. В глубине брюшной полости по обе стороны позвоночника располагаются продолговатые почки.

Брюшная полость в своем верхнем конце отделена перегородкой от околосоердечной полости. В последней можно различить сердце и находящиеся впереди него внутренние жаберные отверстия, ведущие в глотку.

Хрящевые рыбы по сравнению с круглоротыми имеют более сложный и совершенный пищеварительный тракт, характеризующийся общим удлинением и расчлененностью на отделы. На челюстях у большинства акул сидят многочисленные настоящие зубы – видоизмененная плакоидная чешуя.

Ротовая щель ведет в обширную ротовую полость, которая переходит непосредственно в глотку. Язык у акул развит очень слабо. В полость глотки открываются внутренние жаберные отверстия и брызгальца. Полость глотки переходит в короткий пищевод, ведущий в довольно объемистый желудок. Изгиб желудка образует два колена: длинное нисходящее – кардиальная часть и короткое восходящее – пилорическая часть желудка.

Впереди желудка лежит большая двухлопастная печень, края которой прикрывают его сбоку, печень отчасти прикрывает также и кишечник. В левой лопасти печени находится довольно крупный желчный пузырь, протоки которого входят в кишечник.

Короткий, направленный вверх восходящий отдел желудка переходит непосредственно в тонкую кишку. В брыжейке на месте изгиба желудка лежит массивная селезенка, а в петле, образуемой восходящим отделом желудка и кишкой, помещается небольшая, светлая по окраске поджелудочная железа, сообщающаяся протоками, как и желчный пузырь, с тонкой кишкой. Довольно короткая тонкая кишка переходит в длинную толстую кишку с развитым спиральным клапаном. Толстая кишка, в свою очередь, переходит в заднюю, или прямую, кишку, открывающуюся в клоаку.

В самом начале задней кишки со спинной стороны отходит небольшой отросток – ректальная железа.

Через стенку толстой кишки просвечивает особая складка, делающая в полости кишки ряд оборотов. Это спиральный клапан,

замедляющий прохождение пищи и увеличивающий внутреннюю (всасывательную) поверхность кишки.

На рисунке 17 можно различить вышеупомянутые особенности пищеварительной системы акулы.

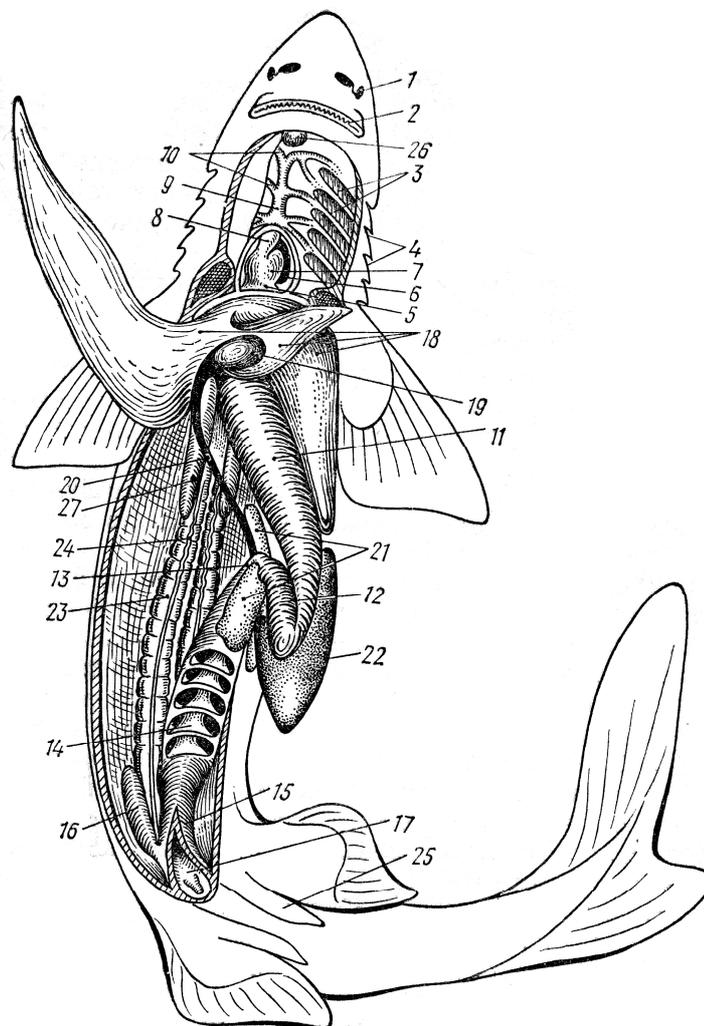


Рисунок 17 – Вскрытая акула (самец)

- 1 – ноздря; 2 – ротовая щель; 3 – жабры; 4 – наружные отверстия жаберных щелей; 5 – венозная пазуха; 6 – предсердие; 7 – желудочек; 8 – артериальный конус; 9 – брюшная аорта; 10 – приносящие жаберные артерии; 11 – кардиальная часть желудка; 12 – пилорическая часть желудка; 13 – тонкая кишка; 14 – вскрытая толстая кишка со спиральным клапаном; 15 – прямая кишка; 16 – ректальная железа; 17 – клоака; 18 – печень; 19 – желчный пузырь; 20 – желчный проток; 21 – поджелудочная железа; 22 – селезенка; 23 – почка; 24 – семяпровод; 25 – копулятивный отросток брюшного плавника; 26 – щитовидная железа; 27 – семенник.

Органами дыхания у хрящевых рыб служат жабры. Жаберный

аппарат состоит из трех элементов: жаберной дуги, межжаберной перегородки и жаберных лепестков. Хрящевые жаберные дуги залегают в стенках глотки между жаберными щелями. К жаберным дугам прикреплены кожистые межжаберные перегородки. У хрящевых рыб пять пар жаберных щелей. На каждой межжаберной перегородке по обе стороны (передней и задней) сидят жаберные лепестки. Жаберные лепестки у хрящевых рыб, в отличие от круглоротых, эктодермального происхождения.

Жаберные лепестки каждой стороны межжаберной перегородки направлены в разные жаберные щели и носят название полужабры. В результате каждая жабра состоит из двух полужабр. На верхней жаберной дуге (подъязычной) жаберные лепестки сидят только на задней стороне. Таким образом, у хрящевых рыб имеются 4 жабры и одна полужабра, или 9 полужабр. Зачаточные жаберные лепестки сидят также на стенке брызгальца. Это говорит о том, что брызгальце – рудимент жаберной щели.

Кровеносная система хрящевых рыб (рис. 18) сходна с таковой круглоротых. Сердце располагается в околосердечной полости, отделенной от остальной полости тела вертикальной перегородкой – перикардием.

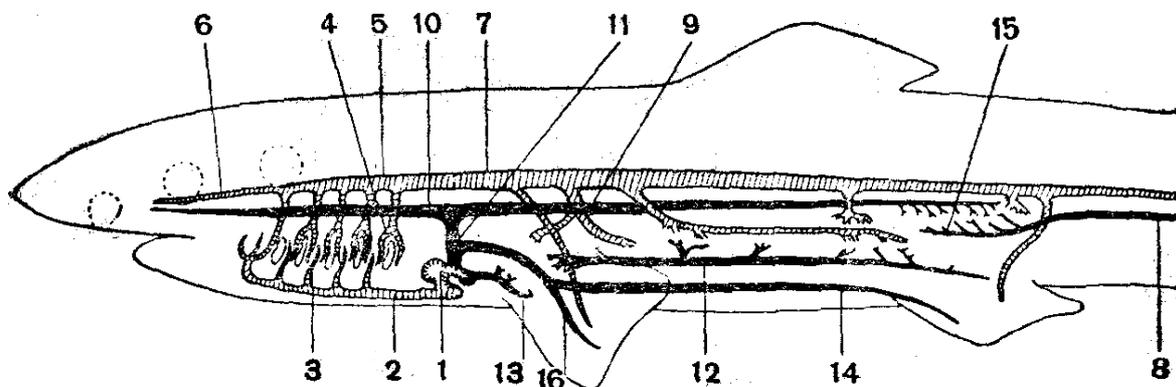


Рисунок 18 – Схема кровеносной системы акулы

- 1 – сердце; 2 – брюшная аорта; 3 – приносящая жаберная артерия;
 4 – выносящая жаберная артерия; 5 – левый корень аорты; 6 – левая сонная артерия; 7 – спинная аорта; 8 – хвостовая вена; 9 – левая задняя кардинальная вена; 10 – левая передняя кардинальная (яремная) вена;
 11 – левый кювьеров проток; 12 – воротная вена печени;
 13 – печеночная вена; 14 – левая боковая вена; 15 – воротная вена почек; 16 – подключичная вена (вены окрашены в черный цвет, артерии заштрихованы).

Сердце двухкамерное: состоит из желудочка и предсердия.

Непосредственно к вершине желудочка прилегает весьма характерный для хрящевых рыб небольшой артериальный конус, которого нет у круглоротых. Артериальный конус – часть желудочка сердца, поэтому стенки его образованы поперечнополосатой мускулатурой. От него отходит брюшная аорта. Венозный синус, или венозная пазуха открывается в предсердие, в него впадают все вены, несущие венозную кровь от органов и тканей тела. В сердце у рыб находится венозная кровь.

От брюшной аорты (с венозной кровью) отходит пять пар приносящих жаберных артерий, несущих венозную кровь к жабрам. У акул от каждой полужабры отходит по одной выносящей жаберной артерии, несущей уже окисленную артериальную кровь. Первая пара выносящих артерий несет кровь к брызгальцу и образует сонные артерии. Остальные выносящие артерии, соединяясь попарно, самостоятельно впадают в спинную аорту. Спинная аорта проходит под позвоночником, переходя в конце тела в хвостовую артерию.

От спинной аорты отходят более мелкие сосуды, снабжающие кровью все внутренние органы акулы. Подключичные артерии направляются к грудным плавникам, кишечная артерия, идущая в брыжейке, дает ответвления к желудку, печени, передней части кишечника. Передняя брыжеечная артерия несет кровь к задней части кишечника и половым органам. Почечные, подвздошные, задняя брыжеечная артерии снабжают кровью соответственно почки, брюшные плавники, стенки тела и т.д.

Венозная кровь собирается в систему сосудов, впадающих через короткие кювьеровы протоки в венозный синус. Из венозного синуса кровь изливается в предсердие.

Хвостовая вена, несущая кровь от хвоста, при входе в брюшную полость образует воротные вены почек. Далее венозная кровь собирается в пару задних кардинальных вен, которые по спинной стороне брюшной полости направляются вперед и впадают в кювьеровы протоки.

Вены, собирающие кровь от органов пищеварительного тракта и селезенки, образуют воротную вену печени, впадающую в печень и образующую здесь сеть мельчайших сосудов – воротную систему печени. Из печени кровь поступает в венозный синус по парным печеночным венам. От парных плавников идут боковые вены, которые впадают в соответствующие кювьеровы протоки.

От головного конца тела венозная кровь направляется назад по паре передних кардинальных (яремных) вен, которые проходят над жаберными дугами и, сливаясь на уровне сердца с задними

кардинальными венами, образуют кювьеровы протоки.

Основным органом выделительной системы хрящевых рыб являются туловищные почки (мезонефрос) с мочеточниками, функцию которых выполняют вольфовы каналы. Почки лежат по бокам позвоночника в виде двух плоских удлиненных темных тел (рис. 19).

Почка хрящевых рыб подразделяется на два отдела: узкий передний и расширенный и более компактный задний.

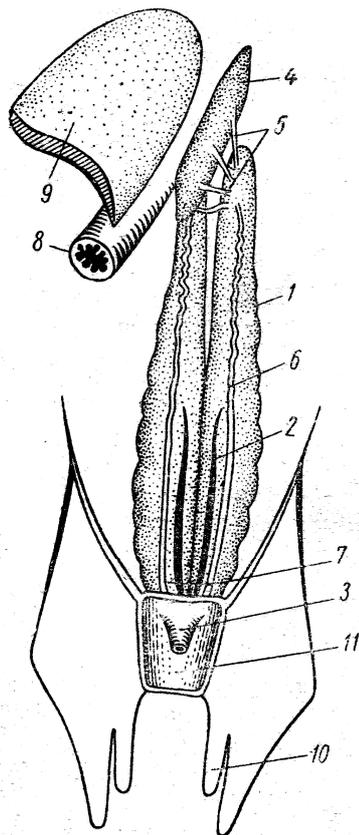


Рисунок 19 – Мочеполовая система самца акулы

1 – почка; 2 – мочеточник; 3 – мочеполовой сосочек; 4 – левый семенник (правый семенник не изображен); 5 – семявыносящие канальцы; 6 – семяпровод; 7 – семенной пузырек; 8 – пищевод; 9 – печень; 10 – копулятивный отросток брюшного плавника; 11 – полость клоаки.

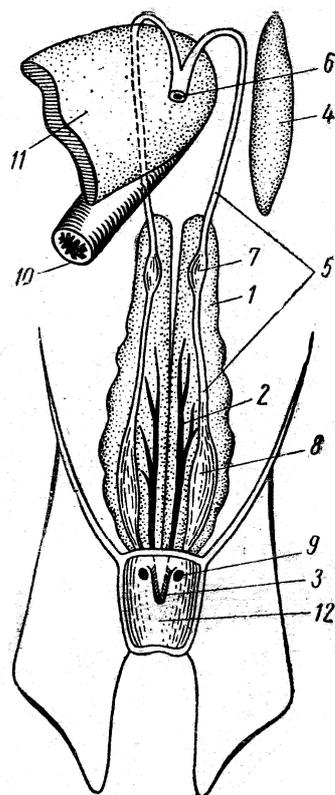


Рисунок 20 – Мочеполовая система самки акулы

1 – почка; 2 – мочеточник; 3 – мочевого сосочек; 4 – левый яичник (правый яичник не нарисован); 5 – яйцевод; 6 – общая воронка обоих яйцеводов; 7 – скорлуповая железа; 8 – «матка»; 9 – отверстие яйцевода; 10 – пищевод; 11 – печень; 12 – полость клоаки.

У самцов через передний отдел почки проходят семявыносящие канальцы; таким образом, эта часть почки не несет выделительной функции. Протоки заднего, расширенного отдела почки –

мочеточники, впадают в основание вольфова канала, который вскоре открывается в клоаку на вершине мочеполювого сосочка. Таким образом, на этом уровне выделительные и половые протоки у самцов объединяются.

У самки почки не связаны с половыми органами и вольфов канал является только мочеточником, открывающимся в клоаку позади яйцевода.

Органы размножения у хрящевых рыб представлены у самок яичниками, у самцов семенниками (рис. 19). У большинства видов яичники парные и в виде коротких гроздевидных тел подвешены на брюшке ниже почек. Созревшие яйцеклетки выпадают в полость тела и затем поступают в один из яйцеводов через хорошо выраженную, общую для них воронку. Яйцеводами служат мюллеровы каналы, обычно подразделенные на два отдела. В верхнем довольно узком отделе яйцевода происходит оплодотворение. Сильно утолщенные железистые стенки начала второго отдела выделяют вещества, формирующие плотные оболочки яйца. В нижнем отделе яйцевода образуется значительное расширение – матка, в которой у живородящих форм развивается зародыш. Обе матки срастаются в конечном отделе и открываются на спинной стороне клоаки впереди мочеиспускательного отверстия.

Парные семенники представляют собой рыхлые удлиненные тела, подвешенные на брюшке к стенке брюшной полости. Тончайшие семявыносящие каналы каждого семенника пронизывают верхний конец почки, который у самцов почти потерял значение выделительного органа и служит придатком семенника. Пройдя через вещество почек, семявыносящие каналы впадают в вольфов канал – семяпровод. Семяпроводы в своем нижнем отделе расширяются в семенные пузырьки, а затем впадают в мочеполювой сосочек, открывающийся в клоаку.

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Изучая внешнее строение:

Расчлененность тела на голову, туловище и хвост; плавники – парные грудные и брюшные, непарные спинные, подхвостовой и хвостовой; ротовое отверстие; глаза; парные ноздри; брызгальце; чешую; клоаку; копулятивные органы самца.

2) Изучая внутреннее строение:

а) Пищеварительную систему: ротовую полость, зубы, глотку, пищевод, желудок, тонкую, толстую кишку, спиральный клапан,

печень, желчный пузырь, поджелудочную железу.

б) Органы дыхания: жаберные щели, межжаберные перегородки, жаберные лепестки.

в) Кровеносную систему: двухкамерное сердце (предсердие и желудочек), артериальный конус, венозный синус, брюшную аорту, пять пар жаберных сосудов.

г) Органы выделения: туловищные почки, мочеточники.

д) Органы размножения: семенники, семяпроводы, яичники, яйцеводы.

2 Зарисовать:

1) внешний вид акулы; 2) общее расположение внутренних органов; 3) схему кровеносной системы; 4) мочеполовые системы самца и самки акулы.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Охарактеризуйте особенности внешнего строения акулы? Каковы особенности строения плакоидной чешуи?

2) Охарактеризуйте органы пищеварения акулы.

3) Каково строение органов дыхания и особенности газообмена у хрящевых рыб?

4) Кровеносная система хрящевых рыб.

5) Органы выделения и особенности водно-солевого обмена акулы.

6) Половая система и особенности размножения акулы.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 5 СКЕЛЕТ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ

Цель занятия: изучить строение скелета хрящевых рыб на примере скелета акулы.

Оборудование и материалы:

1. Скелет акулы.
2. Позвонки туловищного и хвостового отделов.
3. Грудные и брюшные плавники с поясами.
4. Череп.
5. Таблицы: скелет акулы, череп акулы, скелет конечностей и их поясов.

Теоретические сведения:

5.1 Общая характеристика

5.2 Строение скелета

5.1 Общая характеристика

Скелет хрящевых рыб подразделяется на осевой скелет, скелет черепа (мозговой и висцеральный), скелет парных и непарных плавников и скелет поясов парных плавников.

Осевой скелет:

Представлен позвоночным столбом, состоящим из хрящевых позвонков. Делится на туловищный и хвостовой отделы. Позвонки амфицельные (тело позвонка спереди и сзади вогнуто). В центре тела позвонка есть канал, в котором проходит хорда (не несущая опорной функции). Над телами позвонков образуются верхние дуги, сверху сливающиеся в верхние остистые отростки. Между верхними дугами соседних позвонков располагаются вставочные пластинки, которые вместе с верхними дугами образуют хрящевой спинномозговой канал. В туловищном отделе от нижнебоковой поверхности тела позвонка отходят короткие поперечные отростки, к которым причленяются короткие ребра. В хвостовом отделе нижние дуги вместе с нижними вставочными пластинками образуют гемальный канал для прохождения хвостовой артерии и вены (защита от пережиманий при движениях хвоста).

Череп:

а) Мозговой череп представлен сплошной хрящевой капсулой, со всех сторон окружающей головной мозг. В крыше черепа остается отверстие (фонтанель), затянутое соединительной тканью. Спереди мозговой череп вытягивается в роstrum. Бока поддерживаются обонятельными, слуховыми капсулами и глазницами. Затылочный отдел прободен затылочным отверстием для спинного мозга. Череп платибазальный – основание широкое, глазницы разобщены, между ними располагается головной мозг.

б) Висцеральный череп образован рядом дуг:

- челюстная дуга образована двумя парными хрящами. Функцию верхней челюсти несёт нёбно-квадратный хрящ; нижняя челюсть – меккелев хрящ. У некоторых имеются губные хрящи.

- подъязычная дуга состоит из 2 парных и 1 непарного хрящей: верхний – подвесок (гиомандибуляре), средний – гиоид, нижний – непарная копула. Череп гиостиличный: висцеральный отдел подвешивается к мозговому посредством прирастания гиомандибуляре к мозговому черепу. Для цельноголовых характерна аутостилия: висцеральный череп присоединяется к мозговому посредством прирастания небно-квадратного хряща.

- Жаберные дуги: 5 пар хрящевых жаберных дуг, отделенных жаберными щелями. Каждая жаберная дуга состоит из 4 парных хрящевых элементов и замыкающего дугу снизу непарного элемента – копулы. От переднего края жаберных дуг отходят палочковидные жаберные тычинки, препятствующие прохождению пищи через жаберные щели. От заднего края отходят жаберные лучи, укрепляющие межжаберные перегородки.

Скелет парных плавников и их поясов:

Пояс грудных плавников (плечевой пояс) представлен хрящевой дугой, лежащей в толще мускулатуры. Состоит из лопаточного отдела, коракоидного отдела и расположенного между ними сочленованного выроста – места прикрепления собственного грудного плавника. Собственно грудной плавник поддерживается 3 базальными хрящами, множеством радиальных хрящей и эластотрихиями, поддерживающими дистальную часть грудного плавника.

Тазовый пояс (пояс брюшных плавников) образован хрящевой пластинкой в толще мускулатуры. Брюшной плавник поддерживается 1 непарным базальным хрящом, рядом радиалий, к дистальным концам которых крепятся эластотрихии.

Скелет непарных плавников:

Спинные плавники поддерживаются радиалиями, погруженными в толщу мускулатуры. Хвостовой плавник гетероцеркального типа. Его скелетная основа – верхние и нижние дуги позвонков хвостового отдела и причленившиеся к ним дорзоспинальные и вентро-спинальные хрящи. Лопастей непарных плавников поддерживается эластотрихиями.

5.2 Строение скелета

Позвоночник акулы прочно сочленен с затылочным отделом мозгового черепа и от затылочной части черепа продолжается до конца хвоста, заходя в его верхнюю лопасть.

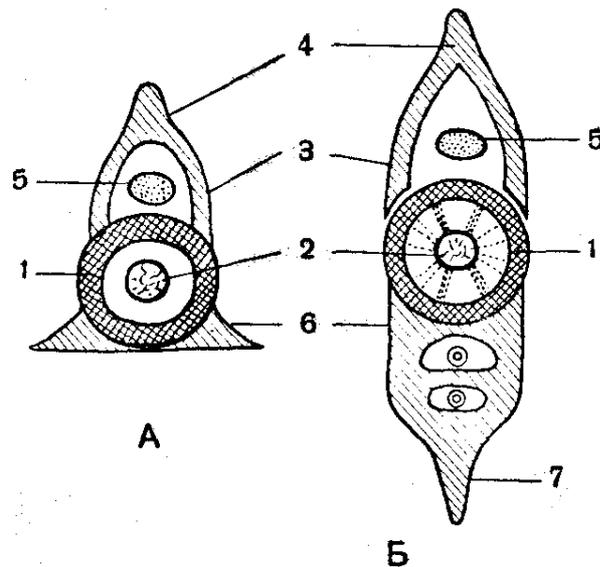


Рисунок 21 – Схема строения туловищного (А) и хвостового (Б) позвонков акулы

1 – тело позвонка; 2 – остаток хорды; 3 – верхние дуги; 4 – верхний остистый отросток; 5 – спинномозговой канал; 6 – нижние дуги; 7 – нижний остистый отросток.

Каждый туловищный позвонок (рис. 21) состоит из тела позвонка, верхних дуг, концы которых соединяются, образуя спинномозговой канал, и нижних дуг. Нижние дуги позвонков туловищного отдела короткие, направлены несколько в стороны и образуют поперечные отростки, к которым причленяются короткие хрящевые ребра. Нижние дуги позвонков хвостового отдела смыкаются и образуют гемальный канал, в котором проходят хвостовые артерия и вена. Между верхними дугами позвонков находятся хрящевые вставочные пластинки.

Позвонки акулы, как и всех хрящевых рыб, двояковогнутые (амфицельные), остаточная хорда сохраняется в межпозвоночных промежутках и в центре тела позвонка.

В строении черепа происходит ряд прогрессивных преобразований. Мозговой череп акулы представлен в виде цельной хрящевой капсулы – мозговой коробки с широким основанием – дном черепа. На ее переднем конце находится вырост – рострум из трех палочковидных хрящей, срастающихся между собой впереди (рис. 22).

По бокам основания рострума, слившись с мозговой коробкой, лежат обонятельные капсулы, на нижней стороне которых находятся большие отверстия.

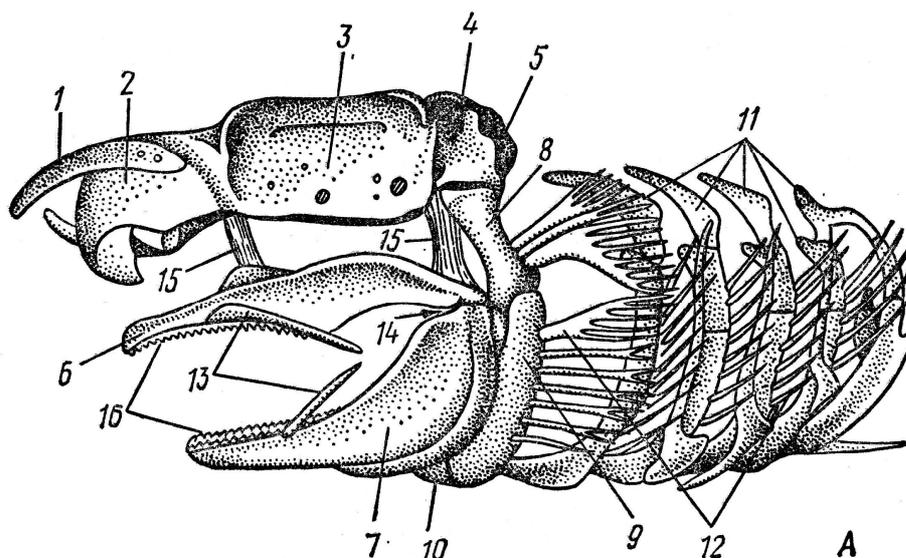


Рисунок 22 – Череп акулы сбоку

1 – рострум; 2 – обонятельная капсула; 3 – глазница; 4 – слуховой отдел; 5 – затылочный отдел (1-5 – мозговой череп); 6 – небно-квадратный хрящ; 7 – меккелев хрящ; 8 – подвесок (гиомандибуляре); 9 – гиоид; 10 – копула подъязычной дуги; 11 – жаберные дуги (I – V); 12 – жаберные лучи; 13 – губные хрящи (6-13 – висцеральный скелет); 14 – челюстной сустав; 15 – связка; 16 – зубы.

Крыша черепа неполная, позади обонятельных капсул в ней имеется заметное отверстие, затянутое перепонкой – передняя фонтанель.

Бока черепа образуют большие углубления – глазницы, а сзади них, по бокам, расположены слуховые капсулы. Стенки черепа пронизаны отверстиями преимущественно для прохождения нервов.

Еще далее назад находится слабовыраженный затылочный отдел с большим затылочным отверстием посередине, в котором спинной мозг переходит в головной. Под затылочным отверстием имеется особая площадка для соединения с телом первого позвонка.

Висцеральный череп представлен в виде следующих друг за другом расчлененных хрящевых дуг, залегающих в стенке ротовой полости и глотки (рис. 22).

Первая и вторая из этих дуг сильно видоизменены, редуцированы и образуют так называемые губные хрящи.

Третья дуга – челюстная – состоит из двух парных хрящей – небно-квадратного и меккелева. Первая пара хрящей выполняет функцию верхней челюсти, вторая – нижней челюсти. Каждая пара хрящей впереди прочно соединяется друг с другом и несет ряды зубов. Сзади концы небно-квадратных хрящей подвижно сочленяются

с задними концами меккелевых хрящей.

За челюстной дугой следует четвертая – подъязычная дуга. Ее ближний к черепу отдел – гиомандибулярный хрящ (гиомандибуляре) своим верхним концом причленяется к черепу в слуховом отделе, в то время как нижний конец посредством волокнистой ткани связан с челюстной дугой и средним элементом подъязычной дуги – гиоидом. Гиомандибуляре выполняет роль подвеска для челюстей.

Правый и левый гиоиды соединяются между собой посредством срединного непарного элемента этой дуги, именуемого копулой или подъязычным хрящом.

Следующие за подъязычной дугой пять жаберных дуг подразделяются каждая на четыре парных элемента, а непарный пятый хрящик каждой жаберной дуги соединяет правую и левую стороны дуг.

В скелете конечностей появляются парные плавники, имеющие опору в виде поясов парных плавников – плечевого (пояс грудных плавников) и тазового (пояс брюшных плавников).

Плечевой пояс акулы в виде парной хрящевой дуги лежит свободно в толще мускулатуры, непосредственно за последней жаберной щелью. Нижние, или коракويدные, отделы каждой полудуги на середине брюха сочленяются, верхние – лопаточные отделы разделены широким промежутком. Между коракоидным и лопаточным отделами имеется выступ, к которому причленяется скелет плавника (рис. 23).

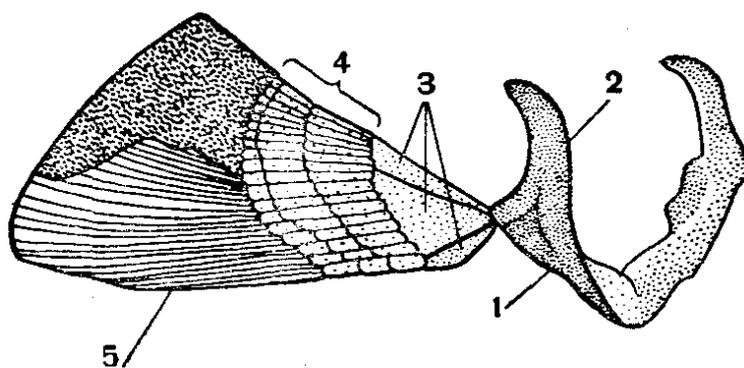


Рисунок 23 – Плечевой пояс и грудной плавник акулы
1 – коракоидный отдел; 2 – лопаточный отдел; 3 – базалии;
4 – радиалии; 5 – эластоидиновые нити.

Скелет грудных плавников (рис. 23) в виде трех основных хрящей, или базалий, причленяется к соответствующим выступам на плечевом поясе. Эти хрящи, в свою очередь, несут более мелкие

хрящики, или радиалии, расположенные в два-три ряда, а края плавников поддерживаются тонкими эластоидиновыми нитями (эластотрихиями).

Тазовый пояс состоит из одного плоского хряща, лежащего перед клоакой (рис. 24).

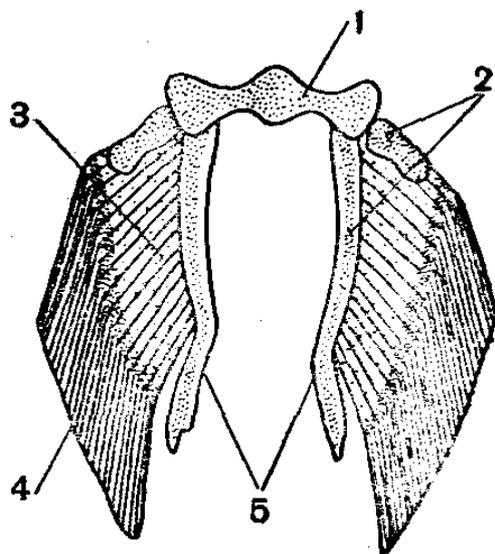


Рисунок 24 – Тазовый пояс и брюшной плавник акулы
1 – тазовый пояс; 2 – базалии; 3 – радиалии; 4 – эластоидиновые нити; 5 – скелет копулятивного органа.

В скелете брюшного плавника акулы всего две базалии, к которым причленяются мелкие радиальные хрящи, края плавника поддерживаются эластотрихиями (рис. 24).

Скелет всех непарных плавников состоит из довольно массивных, обычно расчлененных хрящевых лучей.

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Позвоночник: отделы позвоночника (туловищный и хвостовой), амфицельный позвонок и его строение.

2) Череп: мозговой череп (отделы черепа, роstrum, фонтанель), висцеральный череп (губные хрящи, челюстную дугу, подъязычную дугу, жаберные дуги).

3) Конечности и их пояса: плечевой пояс, тазовый пояс, базальные хрящи свободных конечностей, радиальные хрящи, кожные лучи, непарные плавники.

2 Зарисовать:

1) позвонки акулы (туловищный и хвостовой); 2) череп акулы;

3) скелет парных конечностей и их поясов.

Вопросы и задания для самоконтроля:

- 1) Охарактеризовать строение позвоночного столба акулы.
- 2) Каково строение амфицельного позвонка?
- 3) Строение черепа акулы.
- 4) Скелет парных плавников и их поясов хрящевых рыб.
- 5) Охарактеризовать скелет непарных плавников хрящевых рыб.

**ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 6
НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫЕ НЕРВЫ
ХРЯЩЕВЫХ РЫБ**

Цель занятия: на примере хрящевых рыб изучить особенности строения нервной системы и порядок отхождения черепно-мозговых нервов у позвоночных животных.

Оборудование и материалы:

1. Готовые влажные препараты: головной мозг с черепно-мозговыми нервами акулы.
2. Таблицы: головной мозг акулы, схема отхождения головных нервов у акулы (позвоночных), строение органов чувств хрящевых рыб.

Теоретические сведения:

- 6.1 Общая характеристика.
- 6.2 Строение нервной системы хрящевых рыб.
- 6.3 Черепно-мозговые нервы позвоночных животных.
- 6.4 Органы чувств хрящевых рыб.

6.1 Общая характеристика

У хрящевых рыб возрастают относительные размеры головного мозга, и усложняется их дифференциация. Возрастает количество нервных клеток (серого вещества).

Головной мозг хрящевых рыб по сравнению с головным мозгом круглоротых и костных рыб более развит, что выражается в первую очередь в крупных размерах переднего мозга и мозжечка.

Обонятельные доли переднего мозга также очень велики. Замечательно, что нервная ткань в полушариях головного мозга выстилает не только его бока, дно, но и крышу. Поверхность мозжечка образует систему извилин.

От головного мозга у хрящевых рыб отходит 10 пар черепно-мозговых нервов, 12 пара развита слабо.

В спинном мозге отчетливо выражены брюшные рога серого вещества, спинные – слабо выражены. Усложняются восходящие и нисходящие пути; проводящие пути боковых стволов достигают продолговатого мозга и мозжечка, следовательно, усиливается координация спинного мозга головным.

6.2 Строение нервной системы хрящевых рыб

В строении головного мозга (рис. 25) наблюдается ряд особенностей:

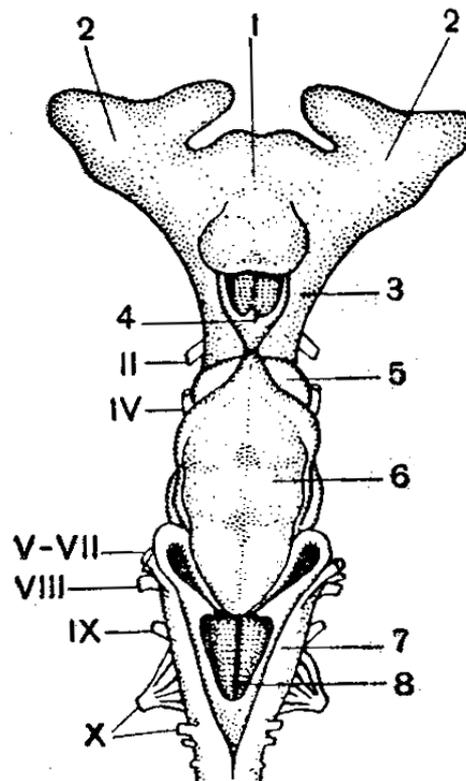


Рисунок 25 – Головной мозг акулы сверху

1 – передний мозг; 2 – обонятельные доли; 3 – промежуточный мозг;
4 – эпифиз; 5 – средний мозг; 6 – мозжечок; 7 – продолговатый мозг;
8 – ромбовидная ямка. Римскими цифрами обозначены головные нервы.

Передний мозг увеличивается в размерах. Продольная борозда делит его на 2 полушария. Увеличивается доля серого вещества, которое сплошным слоем выстилает полости желудочков. Велики обонятельные доли. Функция переднего мозга: переработка информации, получаемой от органов обоняния.

Промежуточный мозг – представлен зрительными буграми; от дна отходит хиазма зрительных нервов. Функция: первичный зрительный центр (также перерабатывает информацию от других органов чувств). На дорзальной стороне лежит эпифиз, на вентральной – гипофиз, следовательно, промежуточный мозг участвует в гормональной регуляции метаболизма.

Средний мозг разделен на 2 зрительные доли, в которых заканчиваются проводящие тракты зрительного анализатора. Связан с мозжечком, продолговатым и спинным мозгом.

Мозжечок велик, покрывает сверху часть среднего и продолговатого мозга. Развивается сложная система извилин. Функция: поддерживает мышечный тонус, равновесие и координацию движений. Здесь заканчиваются чувствительные окончания рецепторов боковой линии.

Продолговатый мозг – удлиннен, имеет четкую ромбовидную ямку. Функция: центр регуляции деятельности спинного мозга и вегетативной нервной системы (скелетно-мышечная, кровеносная, дыхательная, пищеварительная и выделительная системы).

Спинной мозг сохраняет автономность. Спинной мозг связан с цепочкой симпатических ганглиев симпатической нервной системы, координирует их работу.

Спинные нервы выходят двумя корешками, вскоре объединяющимися в один нерв, который за пределами позвоночника тотчас же делится на две ветви.

6.3 Черепно-мозговые нервы позвоночных животных

От головного мозга акулы отходит 10 пар черепно-мозговых нервов (рис. 26), 11 и 12 пара развита слабо.

I пара – Обонятельный нерв – чувствующий. Иннервирует обонятельную луковицу. Отходит от обонятельных долей переднего мозга.

II пара – Зрительный нерв – чувствующий. Отходит от зрительных бугров промежуточного мозга. Иннервирует сетчатку глаза.

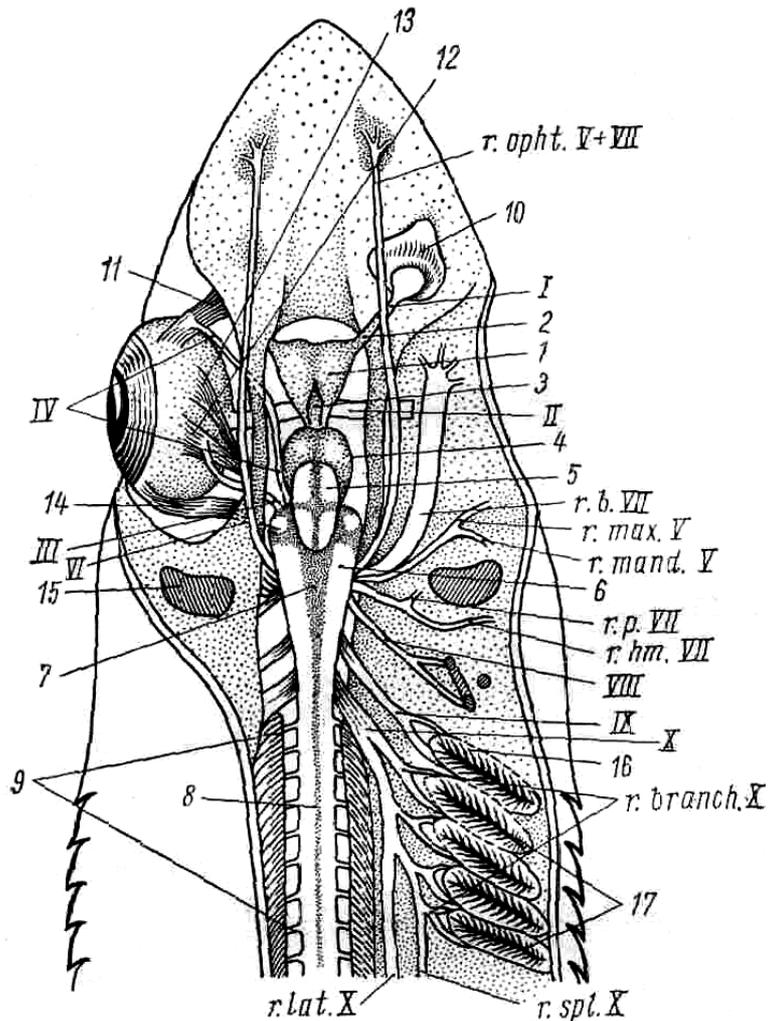


Рисунок 26 – Головной мозг и головные нервы колючей акулы (со спинной стороны, правый глаз удален)

- 1 – передний мозг; 2 – обонятельная доля переднего мозга;
 3 – промежуточный мозг; 4 – средний мозг; 5 – мозжечок;
 6 – продолговатый мозг; 7 – ромбовидная ямка; 8 – спинной мозг;
 9 – спинномозговые нервы; 10 – обонятельный мешок; 11 – верхняя косая мышца глаза; 12 – верхняя прямая мышца глаза; 13 – внутренняя прямая мышца глаза; 14 – наружная прямая мышца глаза; 15 – брызгальце; 16 – первая жаберная щель; 17 – вторая–пятая жаберные щели;
- I – обонятельный нерв; II – зрительный нерв; III – глазодвигательный нерв; IV – блоковый нерв; VI – отводящий нерв; V – тройничный нерв:
 г. ophth. V – глазничная ветвь, г. max. V – верхнечелюстная ветвь, г. mand. V – нижнечелюстная ветвь; VII – лицевой нерв:
 г. ophth. VII – глазничная ветвь, г. b. VII – щечная ветвь, г. p. VII – небная ветвь, г. hm. VII – подъязычная ветвь;
 VIII – слуховой нерв; IX – языкоглоточный нерв; X – блуждающий нерв: г. branch. X – жаберные ветви, г. lat. X – боковая ветвь, г. spl. X – внутренностная ветвь.

III пара – Глазодвигательный нерв – двигательный. От дна среднего мозга. Иннервирует мышцы глаза.

IV пара – Блоковый нерв – двигательный. От дна среднего мозга. Иннервирует мышцы глаза.

V пара – Тройничный нерв – смешанный. От боковой поверхности продолговатого мозга. Делится на 3 ветви:

- а) глазничная – иннервирует кожу передней части головы;
- б) верхнечелюстная – иннервирует зубы и мускулатуру челюстной дуги, слизистую рта;
- в) нижнечелюстная – иннервирует зубы и мускулатуру челюстной дуги, слизистую рта.

VI пара – Отводящий нерв – двигательный. От дна продолговатого мозга. Иннервирует наружную прямую мышцу глаза.

VII пара – Лицевой нерв – смешанный. От боковой поверхности продолговатого мозга за тройничным нервом. Делится на 4 ветви:

- а) глазничная – идет с аналогичной ветвью тройничного нерва;
- б) щечная – кожа головы, слизистая ротовой полости;
- в) небная – кожа головы, слизистая ротовой полости, мускулатура подъязычной дуги;
- г) подъязычная – кожа головы, слизистая ротовой полости, мускулатура подъязычной дуги.

VIII пара – Слуховой нерв – чувствующий. От продолговатого мозга за лицевым нервом. Иннервирует чувствующий эпителий внутреннего уха.

IX пара – Языкоглоточный нерв – смешанный. Отходит позади слухового нерва. Иннервирует слизистую глотки и ее мускулатуру, 1-ю жаберную дугу.

X пара – Блуждающий нерв – смешанный. От заднебоковой поверхности продолговатого мозга. Делится на ряд ветвей:

- а) 4 жаберных – слизистая глотки и мускулатура 2-5 жаберных дуг;
- б) внутренностная – сердце, кишечник, легкие, плавательный пузырь;
- в) боковая – орган боковой линии (у наземных отсутствует).

XI пара (только у млекопитающих) – Добавочный нерв – двигательный. Образуется из задних корешков блуждающего нерва. Иннервирует мускулатуру плечевого пояса.

XII пара (только у амниот) – Подъязычный нерв – двигательный. От задней части продолговатого мозга. Иннервирует мускулатуру языка и подъязычного аппарата.

6.4 Органы чувств хрящевых рыб

Орган обоняния сильно развит. Обонятельные мешки парные, внутренняя поверхность их покрыта складчатым обонятельным эпителием, связана с окончаниями обонятельного нерва. Наружные ноздри парные, связаны с ротовой щелью назооральной бороздой, по которой вода от ротовой щели проходит к ноздре, следовательно, акулы улавливают вкус и запах схваченной добычи. Чувствительность обоняния велика: запах добычи ощущают за 500 метров.

Органы боковой линии – цепочка чувствующих клеток в толще кожи, связанных с поверхностью многочисленными мелкими отверстиями. Реснички чувствующих клеток воспринимают слабые токи воды и инфразвуковые колебания. Функция: определение положения соседа в группе, обнаружение приближения добычи или хищника, избегание столкновений с неподвижными предметами.

Лоренциевы органы – соединительнотканые капсулы, связанные с поверхностью кожи тонкими трубочками. Расположены на голове, играют роль термодатчиков (улавливают перепады температур до $0,05^{\circ}\text{C}$) и электродатчиков (воспринимают электрическое поле напряжением до 0,01 мВ).

Электрические органы (развиты у электрических скатов) – измененные участки поперечно-полосатой мускулатуры. Мышечные волокна преобразованы в электрические пластинки, отделенные друг от друга студенистой соединительной тканью. 35–40 рядов пластинок образуют призму, скопления 350–600 призм – 1 электрический орган. Таким образом, в одном электрическом органе может быть до 200 000 электрических пластинок, аккумулирующих электричество, образующееся в процессе тканевого обмена. Могут генерировать электрические разряды до 300 В при силе тока до 5 А (под воздействием электрических ядер продолговатого мозга). Используют при защите и нападении.

Органы зрения – парные крупные глаза с уплощенной роговицей и круглым хрусталиком. Около глаза имеется неподвижное кольцевидное веко. У некоторых развивается подвижная мигательная перепонка. Рецепторы близкой ориентации: различают крупные

предметы не далее 10–15 метров. Зрение черно-белое (ахроматическое).

Орган слуха и равновесия – внутреннее ухо, заключенное в слуховую капсулу. Состоит из круглого, овального мешочков и соединенных с последним 3 полукружных каналов (орган равновесия). Круглый и овальный мешочки – органы слуха. Воспринимают низкие звуки (100–2500 Гц). Некоторые способны издавать сигнальные звуки, обеспечивая защиту участка, взаимное общение партнеров по стае и размножению.

Орган вкуса – вкусовые почки в слизистой ротовой полости и глотки.

Орган осязания – осязательные тельца, развитые на участках голой кожи.

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Центральную нервную систему: головной мозг (его отделы); головные нервы, изучить их расположение, функции и иннервацию; спинной мозг.

2) Органы чувств хрящевых рыб: орган обоняния, органы боковой линии, лоренциевы органы, электрические органы, орган зрения, орган слуха и равновесия, орган вкуса, органы осязания.

2 Зарисовать:

1) строение головного мозга хрящевых рыб; 2) схему отхождения черепно-мозговых нервов у акулы.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Охарактеризуйте прогрессивные черты строения нервной системы хрящевых рыб.

2) Каковы особенности строения головного и спинного мозга хрящевых рыб?

3) Перечислить и охарактеризовать черепно-мозговые нервы позвоночных животных.

4) Охарактеризовать органы чувств хрящевых рыб.

5) Какие дополнительные органы чувств появляются у хрящевых рыб?

6) Почему для хрящевых рыб характерна сложная внутривидовая организация и сложное приспособительное поведение?

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 7

ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КОСТНЫХ РЫБ

Цель занятия: на примере речного окуня изучить особенности внешнего и внутреннего строения костных рыб.

Оборудование и материалы:

1. Свежая рыба (по одной на 2 студентов).
2. Готовые влажные препараты: внешний вид костистой рыбы; вскрытая рыба; пищеварительная система.
3. Таблицы: внешний вид костистых рыб; общее расположение внутренних органов; пищеварительная система; кровеносная система; органы размножения самца и самки; головной мозг.
4. Препаровальный инструмент (скальпели, ножницы, пинцеты, препаровальные иглы) (по 1 набору на 2 студентов).
5. Ванночки (по одной на 2 студентов).

Теоретические сведения:

- 7.1 Общая характеристика
- 7.2 Внешнее строение окуня
- 7.3 Вскрытие костистой рыбы
- 7.4 Внутреннее строение окуня

7.1 Общая характеристика

Систематическое положение изучаемого объекта:

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)

РАЗДЕЛ ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMATA)

НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)

КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ (OSTEICHTHYES)

ПОДКЛАСС ЛУЧЕПЕРЫЕ (ACTINOPTERYGII)

ГРУППА НАДОТРЯДОВ КОСТИСТЫЕ РЫБЫ (TELEOSTEI)

НАДОТРИД ПЕРКОИДНЫЕ (PERCOMORPHA)

ОТРИД ОУКНЕООБРАЗНЫЕ (PERCIFORMES)

ОКУНЬ РЕЧНОЙ (PERCA FLUVIATILIS)

Тело костных рыб состоит из головы, туловища, хвоста. Имеются парные плавники (грудные и брюшные) и непарные

плавники (спинной, хвостовой и подхвостовой). Жаберную область прикрывают общие костные жаберные крышки, открывающиеся по бокам головы одним жаберным отверстием. Расположение рта различно, но чаще – конечноротые. Кожа костных рыб представлена многослойным эпидермисом и подстилающим его кориумом. Одноклеточные железы эпидермиса выделяют слизь, имеющую бактерицидное значение и уменьшающую трение. В эпидермисе и кориуме содержатся хроматофорные клетки с пигментами, обуславливающие маскировку (криптическая окраска). Некоторые способны произвольно менять окраску. В кориуме закладываются чешуи костного происхождения:

1. Космоидные чешуи – костные пластинки, покрытые космином (дентиноподобное вещество) (у кистеперых рыб);

2. Ганоидные чешуи – костные пластинки, покрытые ганоином (у ганоидных рыб);

3. Костные чешуи – видоизмененные ганоидные чешуи, у которых исчез ганоин. Типы костных чешуй:

а) циклоидные чешуи – с гладким краем (карпообразные);

б) ктеноидные – с зазубренным краем (окунеобразные).

По чешуе можно определить возраст рыбы: в течение года на чешуе образуется два концентрических кольца – широкое, светлое (лето) и узкое, темное (зима).

Пищеварительная система:

- ротовая полость: имеются развитые зубы, нерегулярно сменяющиеся в течение жизни. У некоторых намечается гетеродонтность (неоднородность зубов). Языка нет. Железы выделяют слизь, не содержащую пищевых ферментов, она лишь способствует проталкиванию пищевого комка.

- глотка: в продвижении пищи участвуют жаберные тычинки жаберных дуг. У некоторых они образуют цедильный аппарат (планктоядные), у некоторых способствуют проталкиванию пищи (хищные), или перетирают пищу (бентосоядные).

- пищевод: короткий, мускулистый, незаметно переходит в желудок.

- желудок: разной формы, у некоторых отсутствует. Железы вырабатывают соляную кислоту и пепсин. Следовательно, здесь осуществляется химическая обработка белковой пищи.

- кишечник: спиральный клапан отсутствует. Имеются пилорические выросты в начальной части кишечника, увеличивающие всасывающую и переваривающую поверхность

кишечника. Кишечник длиннее, чем у хрящевых рыб (у некоторых в 10–15 раз превышает длину тела). Клоаки нет, кишечник открывается наружу самостоятельным анальным отверстием.

- печень: менее развита (5% от массы тела). Желчный пузырь и проток развит хорошо.

- поджелудочная железа: неоформлена, островками разбросана по стенкам кишечника и печени.

Дыхание и газообмен:

Органы дыхания – жабры, состоящие из жаберных лепестков, находятся на 1–4 костных жаберных дугах. Межаберные перегородки отсутствуют. Жаберная полость прикрывается костными жаберными крышками. К основанию жаберной дуги подходит приносящая жаберная артерия, дающая капилляры в жаберные лепестки (здесь происходит газообмен); выносящая жаберная артерия собирает из жаберных лепестков окисленную кровь.

Акт дыхания: при вдохе жаберные крышки отходят в стороны, а их кожистые края наружным давлением прижаты к жаберной щели и препятствуют выходу воды. Вода насасывается в жаберную полость через ротоглоточную полость и омывает жабры. При выдохе жаберные крышки сближаются, вода открывает края жаберных крышек и выталкивается наружу.

Жабры также участвуют в выделении метаболитов и в водно-солевом обмене.

Кроме жаберного дыхания у некоторых костных рыб развиты:

1. Кожное дыхание (от 10 до 85% в дыхании);
2. С помощью ротовой полости (ее слизистая богата капиллярами);
3. С помощью наджаберного органа (полые камеры над жабрами с развитой складчатостью внутренних стенок);
4. С помощью кишечника (заглатываемый пузырек воздуха проходит по кишечнику, отдавая в кровяное русло O_2 и забирая CO_2);
5. Плавательный пузырь у открытопузырных рыб, у которых плавательный пузырь связан с пищеводом. Основная роль плавательного пузыря – гидростатическая, барорецепторная и как акустический резонатор;
6. Легочное дыхание (у кистеперых и двоякодышащих). Легкие развиваются из плавательного пузыря, стенки которого приобретают ячеистое строение и оплетаются сетью капилляров.

Кровеносная система:

Один круг кровообращения, двухкамерное сердце, имеется венозная пазуха. Луковица аорты, замещающая артериальный конус имеет гладкомышечные стенки и, следовательно, к отделам сердца не относится.

Артериальная часть:

Сердце → брюшная аорта → 4 пары приносящих жаберных артерий → жабры → 4 пары выносящих жаберных артерий → корни спинной аорты → сонный головной круг (к голове) и спинная аорта (к внутренним органам) → хвостовая артерия.

Венозная часть:

Передние кардинальные вены от головы и подключичные вены от грудных плавников → кювьеровы протоки → венозная пазуха → сердце.

Хвостовая вена → воротные вены почек → воротная система почек → задние кардинальные вены → кювьеровы протоки → венозная пазуха → сердце.

От кишечника → воротная вена печени → воротная система печени → печеночная вена → венозная пазуха → сердце.

Кроветворные органы – селезенка и почки.

Выделительная система:

Парные мезонефрические почки → мочеточники (вольфовы каналы) → мочевого пузырь → самостоятельное мочеовое отверстие.

У пресноводных рыб почки гломерулярные (развиты боуменовы капсулы с мальпигиевыми тельцами). У морских гломерулы уменьшаются и упрощаются. Основным продуктом выделения – аммиак.

2 типа водно-солевого обмена:

а) Пресноводный тип: в связи с гипотоничностью среды вода постоянно поступает в организм через кожу и жабры, следовательно, рыбам грозит обводнение, что приводит к развитию фильтрационного аппарата, позволяющего выводить избыток воды (до 300 мл конечной мочи на 1 кг массы тела в сутки). Потеря солей избегается активной реабсорбцией их в почечных канальцах.

б) Морской тип: в связи с гипертоничностью среды вода выходит из организма через кожу и жабры, следовательно, рыбам грозит обезвоживание, что приводит к развитию агромерулярных почек (исчезают гломерулы) и уменьшению количества конечной мочи до 5 мл на 1 кг массы тела в сутки.

Половая система:

Самцы: семенники → семявыносящие каналы → семяпроводы (самостоятельные каналы, не связанные с мезонефросом) → семенной пузырек → половое отверстие.

Самки: яичники → задние вытянутые отделы яичников (выводные протоки) → половое отверстие.

Большинство рыб раздельнополы. Оплодотворение наружное. Самка откладывает икру (яйца), а самец поливает ее молоками (сперматозоиды).

Нервная система и органы чувств:

Аналогичны таковым у хрящевых рыб. По сравнению с предыдущим классом уменьшаются общие размеры головного мозга, в частности, упрощается организация переднего мозга.

7.2 Внешнее строение

Тело костистых рыб делится на голову, туловище и хвост. Границей между головой и туловищем служит жаберная щель, а между туловищем и хвостом – анальное отверстие (рис. 27).

Рот костистых рыб расположен на переднем конце головы, отчего таких рыб называют конечноротыми. По бокам головы находятся крупные плоские глаза. Впереди лежат парные ноздри – органы обоняния. Каждая ноздря открывается в обонятельную ямку. Правая и левая ноздри не сообщаются между собой, так же как и с ротовой полостью.

Весьма характерным образованием для костистых рыб является костная жаберная крышка. В связи с этим вместо пяти жаберных отверстий (как у хрящевых рыб) образуется одна жаберная щель.

Парные плавники упрощены и расположены в вертикальной плоскости.

Хвостовой плавник гомоцеркального типа. Позвоночный столб заходит в верхнюю лопасть хвостового плавника.

Спинные плавники снабжены мягкими ветвистыми или твердыми колючими лучами. Лучи связаны между собой тонкой кожистой перепонкой.

На нижней стороне тела ближе к заднему концу находится подхвостовой, или анальный, плавник. Перед ним в общем углублении лежат три отверстия: анальное, половое и выделительное.

Вдоль тела тянется хорошо заметная боковая линия – орган ориентации рыб в водной среде.

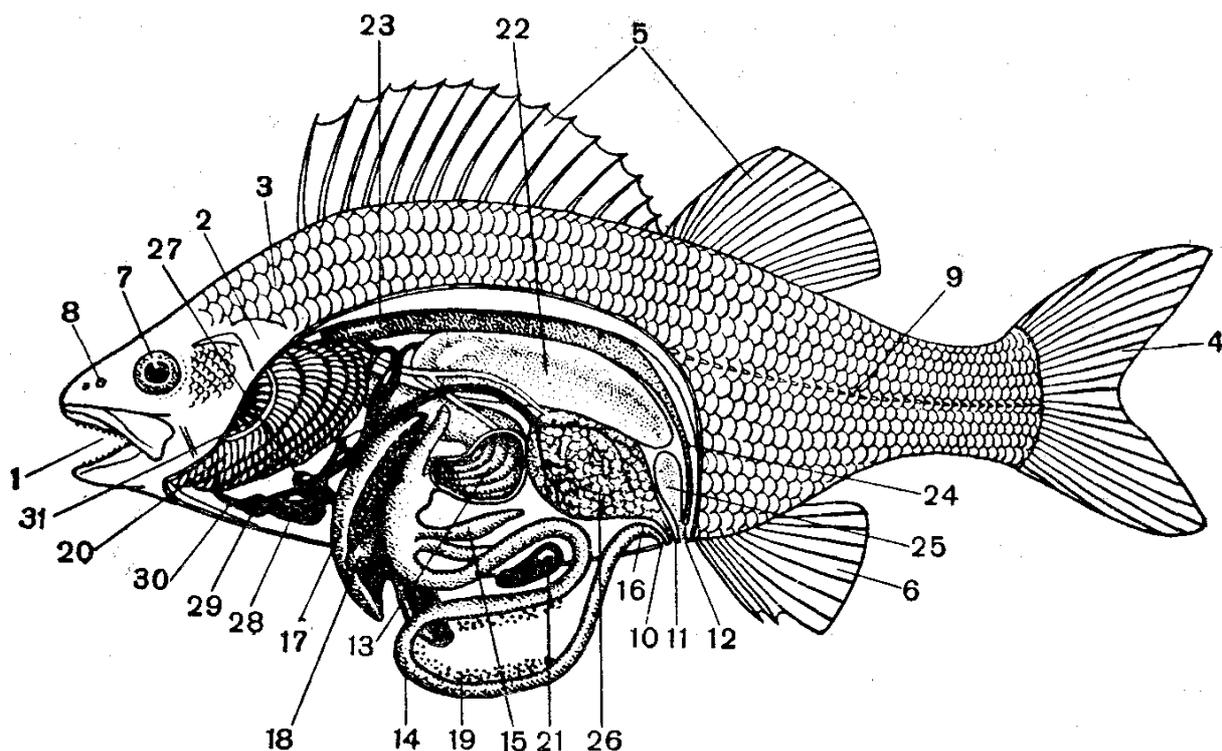


Рисунок 27 – Внешнее и внутреннее строение окуня

- 1 – рот с зубами; 2 – жаберная крышка; 3 – костная чешуя;
 4 – гомоцеркальный хвостовой плавник; 5 – спинные плавники;
 6 – анальный плавник; 7 – глаз; 8 – ноздря; 9 – боковая линия;
 10 – анальное отверстие; 11 – половое отверстие; 12 – выделительное отверстие; 13 – вскрытый желудок с продольными складками; 14 – кишечник; 15 – пилорические выросты; 16 – прямая кишка; 17 – печень;
 18 – желчный пузырь; 19 – поджелудочная железа; 20 – жаберные лепестки; 21 – селезенка; 22 – плавательный пузырь; 23 – почки;
 24 – мочеточник; 25 – мочевого пузырь; 26 – яичник; 27 – предсердие;
 28 – желудочек; 29 – луковица аорты; 30 – брюшная аорта; 31 – жаберные тычинки.

Тело костистых рыб покрыто костной чешуей, состоящей из костных пластинок. Каждая чешуйка лежит в особом кармане. Чешуи налегают друг на друга в виде черепицы. Чешуя может быть циклоидная (с гладким краем) или ктеноидная (с зазубренным краем). На чешуе заметны светлые (широкие) и темные (узкие) годовичные кольца. Летом, при интенсивном росте рыбы, происходит значительное нарастание чешуи – образуется широкий, светлый слой. Зимой рост рыб и нарастание чешуи незначительны – слой уплотненный, узкий, темный. Подсчитав светлые и темные кольца на чешуе рыбы, можно определить ее возраст.

7.3 Вскрытие костистой рыбы

Для вскрытия рыбы возьмем ее в левую руку брюхом вверх. Вставим острый конец ножниц в анальное отверстие и сделаем разрез по брюшной стороне тела к голове, до самого рта. При этом надо нажимать ножницами снизу вверх, не запуская их концы вглубь, чтобы не повредить внутренние органы. Перережем плечевой пояс, который встретится на пути разреза.

После продольного разреза положим рыбу на правый бок, вставим конец ножниц в сделанный разрез близ анального отверстия и разрежем стенку тела вверх, по направлению к боковой линии.

Второй поперечный разрез сделаем в области жаберной крышки. Далее проведем продольный разрез вдоль боковой линии, соединив оба поперечных разреза. Отвернем образовавшийся лоскут ткани и снимем его.

В переднем конце тела обнажим жабры и сердце. Для этого срежем жаберную крышку и плечевой пояс. Сердце лежит почти сразу под жабрами.

Когда рыба вскрыта, можно рассмотреть общее расположение внутренних органов (рис. 27).

Под жаберной крышкой лежат четыре пары жаберных дуг. Позади них находится двухкамерное сердце. Впереди него заметно расширение брюшной аорты – луковица аорты, от которой берет начало брюшная аорта. Жаберная полость отделена от брюшной тонкой вертикальной перегородкой.

В переднем отделе брюшной полости находится хорошо выраженная печень, прикрывающая желудок. От желудка отходит кишечная трубка. Поджелудочная железа у большинства рыб бывает в дисперсном состоянии и расположена между желудком и прилегающей к нему петлей кишечника. В одной из петель кишечника находится темно-бордовая селезенка.

В задней части полости тела лежат половые органы – семенники или яичники. Семенники отличаются молочно-кремовым цветом, вследствие чего их называют молоками. Яичники представлены вытянутыми мешками желтовато-оранжевого цвета с зернистой структурой (икра).

Глубже всех органов, под позвоночным столбом, лежит плавательный пузырь. Плавательный пузырь возникает как вырост спинной стенки кишечника. Это важный гидростатический аппарат, позволяющий рыбе подниматься и опускаться в толще воды, изменять свою плотность.

Сразу под позвоночником тянутся темно-красные почки. У костистых рыб имеется мочевой пузырь.

7.4 Внутреннее строение

Пищеварительная система костистых рыб, в отличие от хрящевых, менее дифференцирована. Кишечник представлен трубкой приблизительно одного диаметра, и границы между отделами заметить трудно.

Пищеварительный тракт начинается ротовой полостью, переходящей затем в широкую глотку, короткий пищевод и желудок. Величина и форма желудка зависят от характера питания. У хищных рыб (окунь) желудок обычно объемистый, способный к растяжению, резко отличается от последующих отделов кишечника. У растительноядных рыб (карповые) границы между желудком и кишечником мало заметны.

От желудка отходит кишечник. У костистых рыб, в отличие от пластиножаберных, он более длинный, образует петли.

У многих рыб увеличение всасывательной поверхности кишечника осуществляется за счет слепых отростков – пилорических выростов, отходящих от переднего отдела тонкой кишки. Они заменяют спиральный клапан хрящевых рыб и замедляют прохождение пищи.

Передний отдел тонкого кишечника называется двенадцатиперстной кишкой. В него впадают протоки печени и поджелудочной железы, под воздействием секрета которых происходит расщепление основных компонентов пищи.

Тонкая кишка незаметно переходит в толстую кишку, далее идет прямая кишка, которая заканчивается анальным отверстием.

У всех рыб развита печень. Это важная пищеварительная железа. Ее секрет – желчь – скапливается в желчном пузыре, а потом по желчным протокам поступает в передний отдел кишечника. Кроме участия в пищеварении, печень играет важную роль в обезвреживании ядовитых веществ. Поэтому ее называют барьерным органом. В печени накапливается гликоген, образуется мочевины.

Вторая пищеварительная железа – поджелудочная – обычно лежит в петлях кишечника. У некоторых рыб (щуки) она представляет собой компактное образование, у других (карповые) разбросана в виде мелких жироподобных включений между изгибами кишечной трубки.

Органами дыхания являются жабры. Жаберный аппарат костистых рыб, в отличие от хрящевых, характеризуется отсутствием межжаберных перегородок.

Жаберные лепестки сидят непосредственно на жаберных дугах (рис. 28). Появляется жаберная крышка – твердая костная пластинка, прикрывающая жабры, в результате чего сохраняется лишь одно жаберное отверстие.

Каждая жабра костистых рыб состоит из костной жаберной дуги, на которой в два ряда сидят жаберные лепестки. От внутренних стенок жаберных дуг отходят жаберные тычинки, образующие своеобразный цедильный аппарат, препятствующий обратному выходу пищевых частиц наружу. У костистых рыб развиты четыре жаберные дуги, пятая дуга сильно редуцирована.

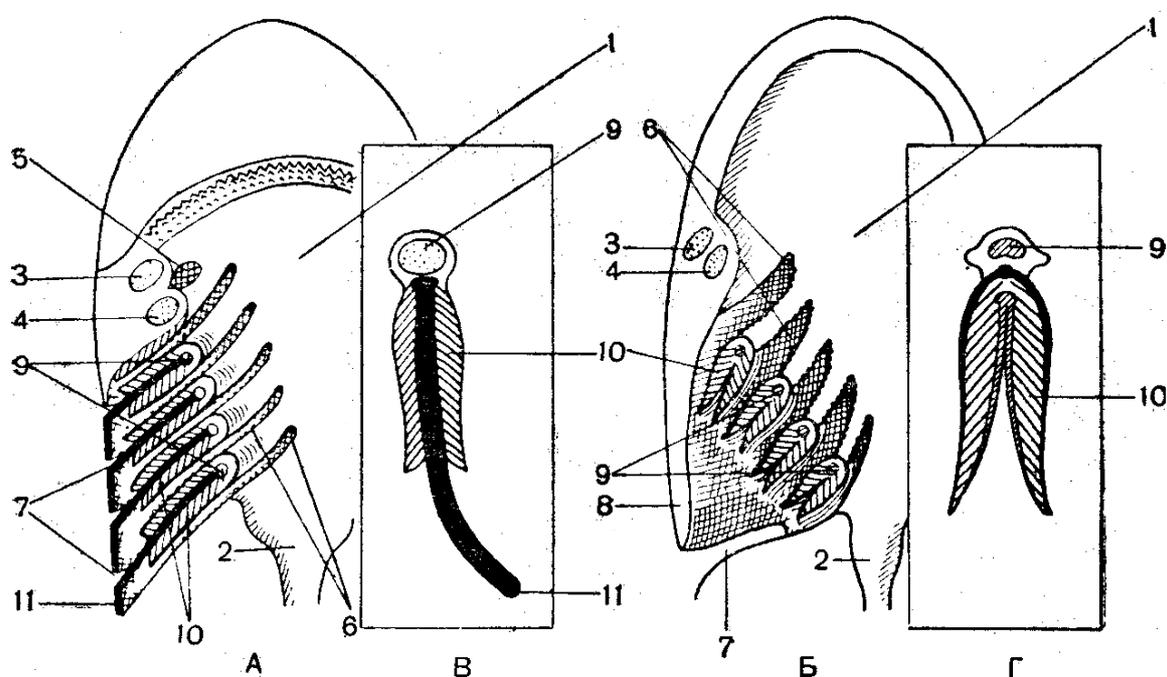


Рисунок 28 – Жабры акулы и костистой рыбы

А – фронтальный разрез через ротоглоточную полость акулы;

Б – то же костистой рыбы; В – поперечный разрез через жабру

акулы; Г – то же костистой рыбы

1 – ротоглоточная полость; 2 – пищевод; 3 – челюстная дуга;

4 – подъязычная дуга; 5 – брызгальце; 6 – внутренние жаберные щели; 7 – наружные жаберные щели; 8 – жаберная крышка; 9 – жаберные дуги; 10 – жаберные лепестки; 11 – межжаберные перегородки.

На внутренней стороне жаберной крышки можно отметить остатки жабры, так называемую ложножабру, которая участия в газообмене не принимает.

Акт дыхания костистых рыб осуществляется за счет движения жаберной крышки: когда жаберная крышка приподнимается, тонкая кожистая жаберная перепонка, которая продолжается за край жаберной крышки, прижимается к жаберной щели. Это происходит под влиянием наружного давления воды. В результате в околожаберной полости образуется пространство с пониженным давлением. Это заставляет воду всасываться в околожаберную полость. При опускании крышки создается избыточное давление, и вода через наружные жаберные отверстия выталкивается наружу.

Кровеносная система костистых рыб (рис. 29), по сравнению с кровеносной системой хрящевых рыб, отличается некоторыми особенностями. Вместо артериального конуса появляется луковица аорты, которая является утолщением аорты и обладает, как и все сосуды, гладкой мускулатурой. Сохраняется по 4 пары приносящих и выносящих жаберных артерий (у хрящевых рыб их 5). Боковые вены исчезают. Только левая кардинальная вена распадается в левой почке на сеть капилляров, правая кардинальная вена идет через почку, не прерываясь (асимметрия воротной системы почек).

В головном отделе на брюшной стороне располагается сердце. Хорошо заметно темно-бордовое предсердие. Выше предсердия находится венозная пазуха, имеющая вид воронки и собирающая венозную кровь со всего тела. Снизу к предсердию примыкает ярко-красный желудочек. Разница в окраске предсердия и желудочка обусловлена толщиной стенок.

От желудочка отходит брюшная аорта, которая у основания расширяется в луковицу аорты.

Из брюшной аорты кровь по приносящим жаберным артериям направляется в жабры, где обогащается кислородом, затем, по выносящим жаберным артериям впадает в парные корни аорты и далее в спинную аорту. Сосуды, по которым артериальная кровь направляется к голове, называются сонными артериями.

По спинной аорте кровь идет по всему телу к хвостовой части, давая ответвления ко всем органам: желудку, кишечнику, половым органам, почкам, конечностям (плавникам). На теле вскрытой рыбы спинная аорта хорошо заметна между почками.

Венозная кровь возвращается в сердце по непарной хвостовой вене и по парным задним и передним кардинальным венам. Правая задняя кардинальная вена проходит через почки не разветвляясь, а левая дает сеть капилляров. Таким образом, воротная система почек развита только в левой почке. Задние кардинальные вены сливаются с передними кардинальными венами и образуют кювьеровы протоки.

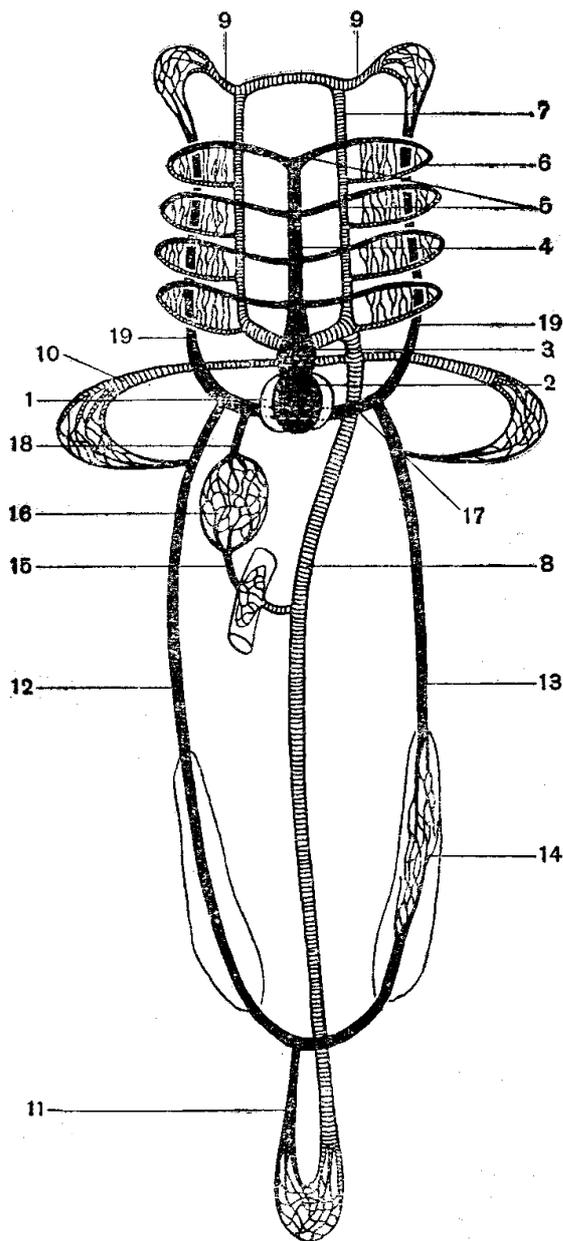


Рисунок 29 – Схема кровеносной системы костистой рыбы

1 – предсердие; 2 – желудочек; 3 – луковица аорты; 4 – брюшная аорта; 5 – приносящие жаберные артерии; 6 – выносящие жаберные артерии; 7 – корни аорты; 8 – спинная аорта; 9 – сонные артерии; 10 – подключичные артерии; 11 – хвостовая вена; 12 – правая задняя кардинальная вена; 13 – левая задняя кардинальная вена; 14 – воротная система почек; 15 – подкишечная вена; 16 – воротная система печени; 17 – кювьеров проток; 18 – печеночная вена; 19 – передние кардинальные вены (в черной цвет окрашены сосуды с венозной кровью).

Подкишечная вена проходит через печень, распадаясь там на капилляры и образуя воротную систему печени. Из печени выходят печеночные вены, впадающие в венозную пазуху.

Органы выделения костистых рыб сходны с таковыми у хрящевых. Отличие заключается в том, что выделительная система костистых рыб не связана с органами размножения (рис. 30).

Длинные туловищные почки (мезонефрос) лежат по бокам позвоночника над плавательным пузырем. Мочеточниками служат вольфовы каналы, которые тянутся вдоль внутреннего края почек. У костистых рыб развит мочевой пузырь. Выделительная система имеет самостоятельное выделительное отверстие, где заканчиваются мочеточники.

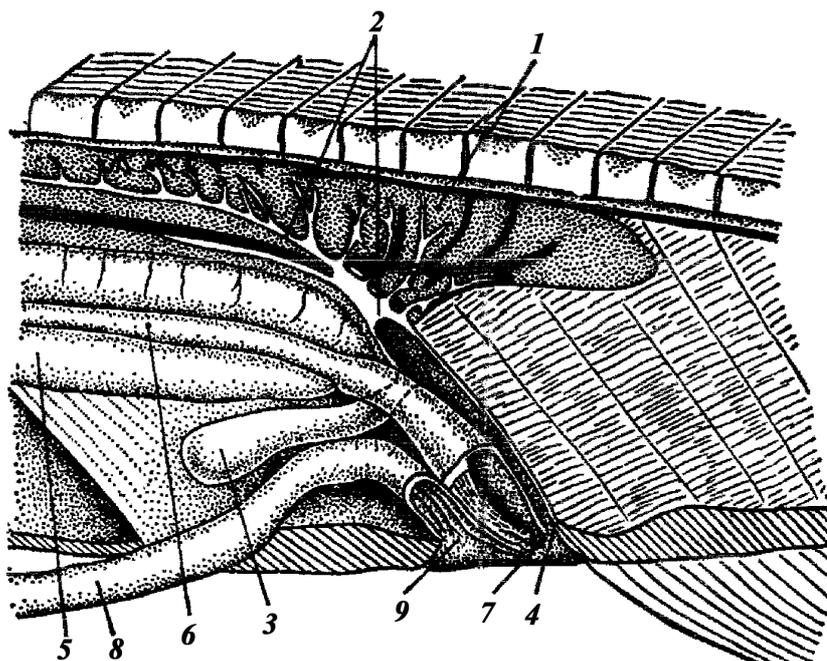


Рисунок 30 – Мочеполовая система самца щуки

1 – почка; 2 – мочеточник; 3 – мочевой пузырь; 4 – наружное мочевое отверстие; 5 – семенник; 6 – семяпровод; 7 – наружное половое отверстие; 8 – кишечник; 9 – анальное отверстие.

Органы размножения представлены у самцов семенниками, у самок яичниками (рис. 30).

В отличие от хрящевых рыб, половые железы костистых рыб, как самцов, так и самок, имеют самостоятельные протоки – вторичные половые пути, которые не имеют ничего общего с вольфовыми и мюллеровыми каналами. По этим протокам половые продукты через половое отверстие выходят наружу. Таким образом, у самцов костистых рыб вольфов канал выполняет только одну функцию – выведения продуктов обмена, т.е. мочеточника. У самок мюллеров канал отсутствует.

В зависимости от сезона и возраста рыбы степень развития органов размножения может быть разная. У молодых экземпляров

или особей, пойманных вне сезона размножения, половые органы развиты слабо. В период размножения размеры гонад сильно увеличиваются.

Головной мозг у костистых рыб имеет более примитивное строение, чем у хрящевых. Размеры его меньше, на крыше переднего мозга отсутствует нервное вещество, т.е. коры нет. Полости больших полушарий (боковые желудочки) не разделены перегородкой, передний мозг относительно мал. Наиболее развиты средний мозг и мозжечок.

Передний мозг представлен большими полушариями. Крыша их эпителиальная, не содержит мозгового вещества. Главную массу переднего мозга составляют полосатые тела, лежащие на дне.

Промежуточный мозг прикрыт большими полушариями. Если их раздвинуть в задней части, то можно обнаружить маленький булавовидный вырост – эпифиз. Это железа внутренней секреции.

Наибольшего развития достигает средний мозг, а именно, его зрительные доли.

Мозжечок также достаточно велик. Он налегает на продолговатый мозг.

Продолговатый мозг постепенно переходит в спинной. На продолговатом мозгу можно заметить ромбовидную ямку (четвертый мозговой желудочек).

От передней части больших полушарий отходят обонятельные доли, а от них – обонятельные нервы, которые разветвляются в носовых капсулах.

Задания:

1 Вскрыть:

представителя костистых рыб.

2 Рассмотреть:

1) Изучая внешнее строение:

Расчлененность тела на голову, туловище и хвост; плавники – парные грудные и брюшные, непарные спинные, подхвостовой (анальный) и хвостовой; ротовое отверстие; глаза; парные ноздри; жаберные крышки; боковую линию; половое, выделительное и анальное отверстия; костную чешую.

2) Изучая внутреннее строение:

а) Пищеварительную систему: ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, двенадцатиперстную, тонкую, прямую кишку, пилорические выросты, печень, желчный пузырь, поджелудочную железу.

- б) Органы дыхания: четыре пары жабр.
- в) Кровеносную систему: двухкамерное сердце (предсердие и желудочек), луковичку аорты, брюшную аорту, четыре пары жаберных артерий. По рисунку проследить схему циркуляции крови.
- г) Органы выделения: туловищные почки, мочеточники.
- д) Органы размножения: семенники, яичники, половые протоки.
- е) Центральную нервную систему: головной мозг (большие полушария переднего мозга с обонятельными долями, промежуточный, средний мозг, мозжечок, продолговатый мозг); спинной мозг.

3 Зарисовать:

- 1) общий вид и расположение внутренних органов окуня; 2) схему строения жаберного аппарата хрящевой и костистой рыбы; 3) схему кровеносной системы костистой рыбы; 4) участок мочеполовой системы костистой рыбы.

Вопросы и задания для самоконтроля:

- 1) Охарактеризуйте внешний вид, покровы и типы чешуи у костных рыб.
- 2) Пищеварительная система и особенности питания костных рыб.
- 3) Дыхание и газообмен у костных рыб.
- 4) Кровеносная система костистых рыб.
- 5) Каково строение выделительной системы и особенности водно-солевого обмена у пресноводных и морских костных рыб?
- 6) Половая система и особенности размножения костистых рыб.
- 7) Нервная система и органы чувств костных рыб.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 8 СКЕЛЕТ КОСТИСТЫХ РЫБ

Цель занятия: изучить строение скелета костистых рыб на примере скелета окуня.

Оборудование и материалы:

- 1. Скелет костистой рыбы.
- 2. Позвонки туловищного и хвостового отделов.
- 3. Грудные и брюшные плавники с поясами.
- 4. Череп костистой рыбы.

5. Таблицы: скелет костистой рыбы: строение туловищного и хвостового позвонков, череп костистой рыбы, скелет конечностей и их поясов.

Теоретические сведения:

8.1 Общая характеристика

8.2 Строение скелета

8.1 Общая характеристика

Скелет костистых рыб, в отличие от хрящевых, почти целиком костный. Он состоит из костей двух типов: хондральных, или замещающих костей, возникающих путем последовательной замены хряща костной тканью, и покровных, или кожных костей, образующихся в соединительнотканном слое кожи независимо от хрящевого скелета.

Покровные кости обычно располагаются поверхностно и имеют вид пластинок. Покровные кости не имеют хрящевых предшественников, и их образование приводит к появлению новых элементов скелета, а следовательно, к его усложнению.

Осевой скелет:

Представлен хорошо развитыми костными амфицельными позвонками. В телах позвонков и между ними проходит четковидная хорда. Позвоночный столб представлен туловищным и хвостовым отделами, строение которых аналогично хрящевым рыбам. Позвонки соединены с помощью суставных отростков, расположенных у основания верхних дуг.

Череп:

а) Мозговой череп – характерно наличие большого количества основных и покровных костей.

- в затылочном отделе 4 затылочные кости: основная затылочная, 2 боковые и верхняя затылочная кости.

- боковой отдел образован 5 ушными костями, 3 глазничными костями (глазноклиновидная, основная и боковая клиновидная), 2 обонятельными костями (непарная средняя обонятельная и боковые парные обонятельные). Все эти кости основные: развиваются путем окостенения хряща.

- крыша мозгового черепа образована покровными костями: парными носовыми, лобными и теменными костями.

- дно мозгового черепа образовано 2 непарными кожными костями: парасфеноидом и сошником с зубами.

б) Висцеральный череп – образован челюстной, подъязычной, 5 парами жаберных дуг и скелетом жаберной крышки.

- челюстная дуга делится на первичные челюсти – окостенение хрящевых элементов челюстной дуги, и вторичные челюсти – покровные кости, укрепляющие челюсти. Из небно-квадратного хряща (верхняя челюсть) образуются 3 основные кости: небные (с зубами), задние крыловидные и квадратная. Между ними располагаются покровные наружные и внутренние крыловидные кости. Из меккелева хряща (нижняя челюсть) образуется замещающая сочленовная кость, образующая с квадратной костью челюстной сустав. Вторичные челюсти представлены в верхней челюсти предчелюстными и верхнечелюстными костями с зубами; в нижней челюсти – зубной и угловой костями.

- подъязычная дуга образована основными костями: гиомандибуляре, гиоидом и непарной копулой. Для костных рыб характерна гиостилия.

- скелет жаберной крышки представлен 4 покровными костями: предкрышечной, крышечной, межкрышечной и подкрышечной.

- жаберных дуг 5 пар. Первые 4 образованы 4 парными элементами, соединенными снизу копулами (они несут жабры). Последняя жаберная дуга не несет жабр и состоит из 2 парных элементов, к которым могут быть причленены глоточные зубы (у некоторых).

Скелет парных конечностей и их поясов:

Парные конечности представлены грудными и брюшными плавниками. Различают 2 типа парных плавников:

а) бисериальный тип – плавники имеют центральную расчлененную ось, к которой попарно прикрепляются членики радиалий (лопастеперые и двоякодышащие);

б) унисериальный тип – радиалии прикрепляются только с одной стороны центральной оси (кистеперые рыбы).

У лучеперых рыб базальные элементы плавников редуцируются, радиалии прикрепляются непосредственно к поясу, к радиалиям прикрепляются лепидотрихии (кожные костные лучи, поддерживающие лопасть плавника).

Плечевой пояс состоит из первичных и вторичных элементов. Первичный пояс представлен окостеневшими лопатками и коракоидом. Вторичный пояс представлен крупным клейтрумом, который посредством супраклейтрума присоединяется к затылочному отделу черепа.

Скелет собственно грудных плавников представлен одним рядом радиалий, к которому крепятся лепидотрихии.

Тазовый пояс представлен хрящевой или костной пластинкой, лежащей в толще мускулатуры, к которой через ряд радиалий крепятся лепидотрихии брюшных плавников.

Скелет непарных конечностей:

Спинные плавники образованы лепидотрихиями, скелетной основой которых являются птеригофоры, погруженные в мускулатуру и нижними концами соединенные с остистыми отростками позвонков.

Хвостовой плавник бывает:

а) протоцеркальный – симметричное строение, хорда проходит по середине плавника (личинки рыб).

б) гетероцеркальный – аналогичен хрящевым рыбам (у осетрообразных).

в) гомоцеркальный – равнолопастной, верхняя и нижняя лопасти одинаковы, но осевой скелет заходит в верхнюю лопасть (большинство костистых рыб).

г) дифицеркальный – однолопастной. Осевой скелет проходит по середине плавника (двоякодышащие и кистеперые рыбы).

Скелетной основой хвостового плавника являются расширенные отростки концевых позвонков – гипуралии, лопасть плавника поддерживают лепидотрихии.

8.2 Строение скелета

Череп костистых рыб (рис. 31) характеризуется сложностью строения, возникшей в результате появления большого количества замещающих и покровных костей.

Затылочный отдел представлен четырьмя затылочными костями, которые окружают затылочное отверстие. Сверху лежит верхняя затылочная кость, по бокам – боковые затылочные кости, снизу расположена основная (нижняя) затылочная кость. Все кости этого отдела хондрального происхождения, так как замещают затылочный отдел хрящевых рыб.

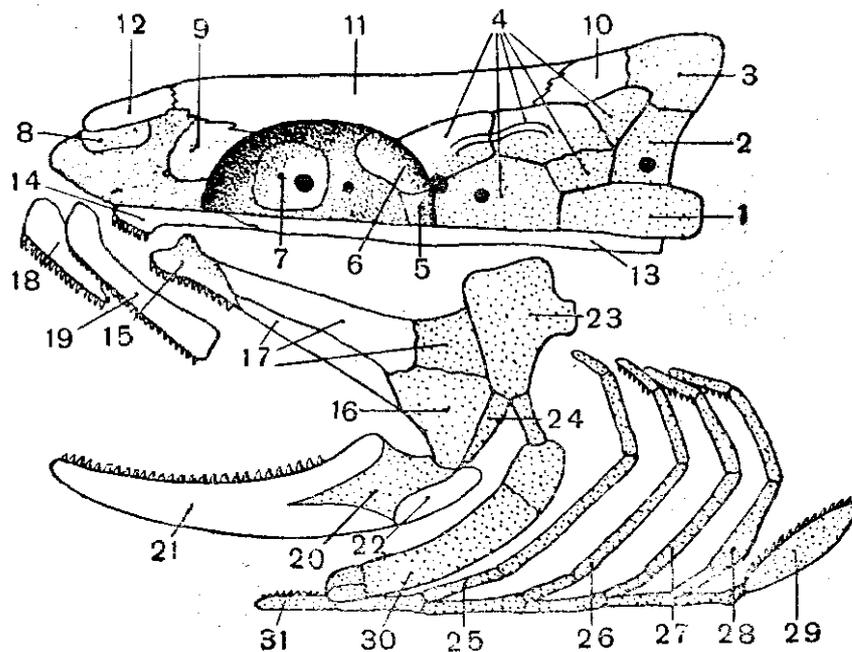


Рисунок 31 – Схема строения черепа костистой рыбы

1 – нижняя затылочная кость; 2 – боковая затылочная кость;
 3 – верхняя затылочная кость; 4 – ушные кости; 5 – основная
 клиновидная кость; 6 – крылоклиновидная кость; 7 – глазоклиновидная
 кость; 8 – средняя обонятельная кость; 9 – боковая обонятельная кость;
 10 – теменная кость; 11 – лобная кость; 12 – носовая кость;
 13 – парасфеноид; 14 – сошник; 15 – небная кость; 16 – квадратная
 кость; 17 – крыловидные кости; 18 – межчелюстная кость;
 19 – верхнечелюстная кость; 20 – сочленовная кость; 21 – зубная
 кость; 22 – угловая кость; 23 – гиомандибуляре; 24 – симплектикум;
 25–29 – жаберные дуги; 30 – гиоид; 31 – копула (точками помечены
 замещающие кости).

Бока черепа представлены пятью ушными костями, расположенными в задней части черепа, которые заместили слуховую капсулу хрящевых рыб. Заднюю часть глазницы выстилает крылоклиновидная кость. Глазоклиновидная кость имеется только у низших костистых рыб. Клиновидные кости хондрального происхождения, так как развиваются на месте глазницы хрящевых рыб. В передней части глазницы расположена слезная кость, пронизанная слезным каналом. Глазничное кольцо, ограничивающее глазную впадину, образовано предглазничными костями. Слезная кость и предглазничные кости покровного происхождения.

Крыша черепа образована рядом костей. Парные теменные кости лежат по бокам верхней затылочной кости. Крупные лобные

кости соединяют затылочный отдел со средней обонятельной костью, находящейся в передней части черепа. По бокам от нее находятся парные носовые и лежащие позади них боковые обонятельные кости. Кости крыши черепа покровного происхождения за исключением средней и боковых обонятельных костей, которые имеют смешанное происхождение.

Дно черепа подстилает палочковидная кость – парасфеноид. Впереди он заканчивается сошником, несущим зубы. Обе кости покровного происхождения.

Висцеральный череп представлен рядом дуг (как и у хрящевых рыб) (рис. 31).

Челюстная дуга костистых рыб сильно отличается от челюстной дуги хрящевых. На месте небно-квадратного хряща (первичной верхней челюсти) хрящевых рыб возникают небная и квадратная кости. Небная кость направлена вперед и снабжена зубами. Квадратная кость смещена назад и функцию челюсти не несет.

Между небной и квадратной костями появляются три крыловидных кости. Две из них (покровного происхождения) разделяют небную и квадратную кости. Крупная, округлая по форме задняя крыловидная кость (смешанного происхождения) лежит позади первых двух. Она образовалась в результате окостенения части небно-квадратного хряща.

Кроме того, появляется вторичная верхняя челюсть, образованная парными предчелюстной (межчелюстной) и верхнечелюстной костями. Эти кости обычно несут зубы и служат для захвата и удержания пищи, то есть выполняют роль настоящих челюстей.

Нижняя челюсть костистых рыб представлена покровными зубной и угловой костями. В заднем углу нижней челюсти расположена хондральная сочленовная кость, заместившая меккелев хрящ.

Позади челюстной дуги находится подъязычная дуга, схожая с таковой хрящевых рыб. Ее верхний элемент – гиомандибуляре соединяет мозговой череп с челюстями и служит подвеском. Таким образом, у костистых рыб, так же как и у хрящевых, имеет место гиостилия. Ниже гиомандибуляре лежит небольшая косточка – симплектикум и второй элемент подъязычной дуги – гиоид. Обе половины подъязычной дуги соединяет копула.

У костистых рыб четыре пары жаберных дуг. Каждая дуга состоит из четырех элементов. Пятая жаберная дуга значительно редуцирована и представлена лишь одним элементом. У

растительной рыбы, например карповых, на ней сидят глоточные зубы.

Все кости подъязычной дуги и жаберных дуг хондрального происхождения.

Жаберные дуги сверху прикрывает жаберная крышка, состоящая из четырех покровных костей. Книзу от тонкой плоской крышечной кости лежит подкрышечная кость. Впереди крышечной кости находится зазубренная серповидная предкрышечная кость, а несколько ниже – межкрышечная кость.

Позвоночный столб у костистых рыб, так же как у хрящевых, состоит из амфицельных (двояковогнутых) позвонков. Между ними залегает хорда, проходящая сквозь тела позвонков в виде тяжа и в целом имеющая четковидную форму.

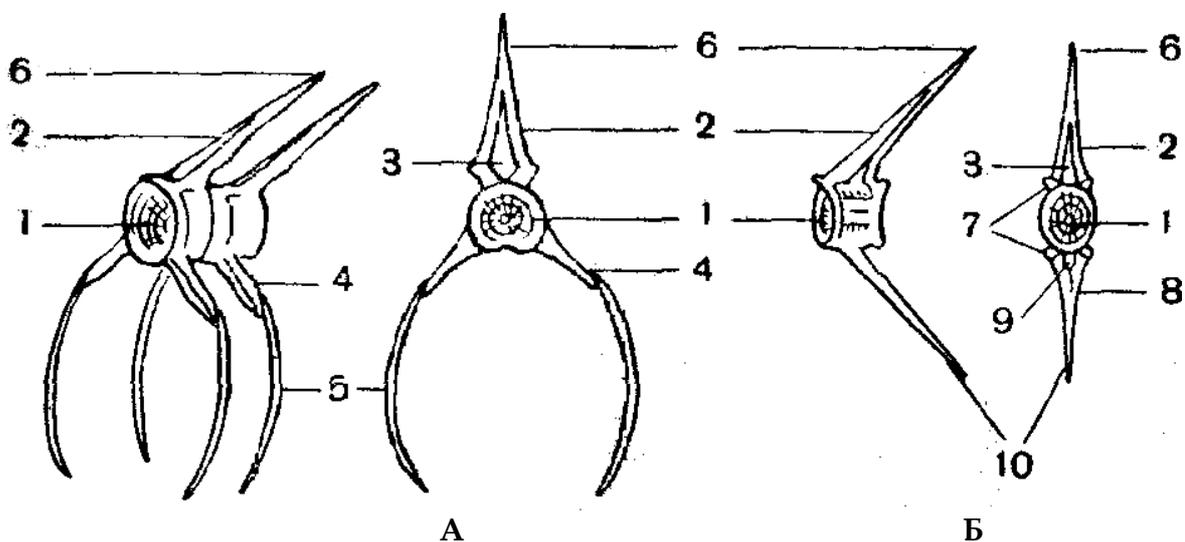


Рисунок 32 – Строение туловищного (А) и хвостового (Б) позвонков костистой рыбы (сбоку и спереди)

- 1 – тело позвонка; 2 – верхняя дуга; 3 – спинномозговой канал;
 4 – поперечные отростки; 5 – ребра; 6 – верхний остистый отросток;
 7 – сочленовные отростки; 8 – нижняя дуга; 9 – гемальный канал;
 10 – нижний остистый отросток.

Туловищный позвонок (рис. 32) состоит из тела позвонка, верхней и нижней дуги. Верхняя дуга ограничивает спинномозговой канал и заканчивается верхним остистым отростком. Нижняя дуга разрастается в стороны в виде двух поперечных отростков, к которым причленяются ребра.

У хвостовых позвонков хорошо выражены нижние дуги, которые образуют гемальный канал и заканчиваются нижним остистым отростком. По гемальному каналу проходят кровеносные

сосуды.

У костистых рыб на позвонках появляются сочленовные поверхности для более подвижного соединения позвонков. К хорошо развитым верхним и нижним остистым отросткам прикрепляется мускулатура.

Позвоночный столб у костистых рыб, так же как и у хрящевых, неподвижно соединен с черепом.

Пояса конечностей представлены плечевым и тазовым поясами.

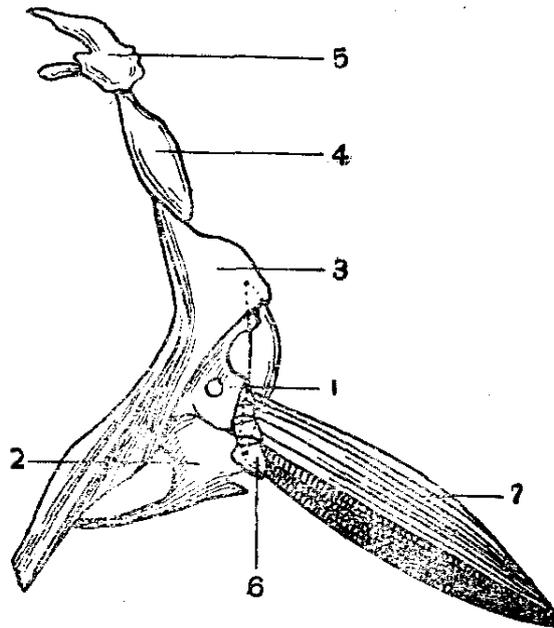


Рисунок 33 – Плечевой пояс костистой рыбы с грудным плавником

1 – лопатка; 2 – коракоид; 3 – клейтрум; 4 – надклейтрум; 5 – заднетеменная кость; 6 – радиалии; 7 – лучи плавника (лепидотрихии).

Плечевой пояс (рис. 33) представлен костями хондрального происхождения – лопаткой и коракоидом (врановой костью). Лопатка уплощена, с отверстием посередине, коракоид серповидно изогнут. Они образуют первичный плечевой пояс.

Сверху к этим костям прикрепляется кость покровного происхождения клейтрум – большая серповидная кость с вытянутым, заостренным отростком. Через две маленькие покровные косточки – надклейтрум и заднетеменную кость – плечевой пояс неподвижно крепится к черепу. Это кости вторичного пояса.

Тазовый пояс прост и имеет форму треугольной кости (рис. 34).

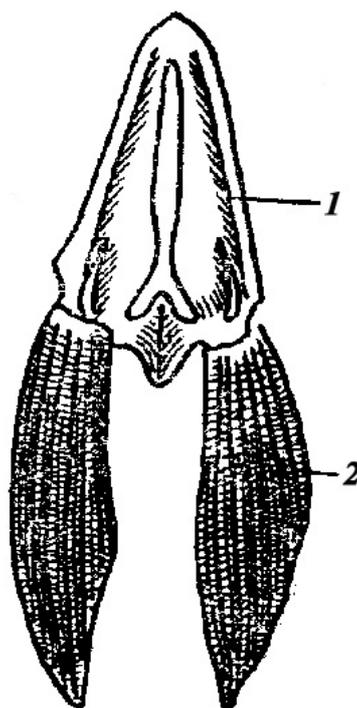


Рисунок 34 – Тазовый пояс костистой рыбы с брюшным плавником

1 – тазовая кость; 2 – лучи плавника (лепидотрихии).

Парные плавники, как и у хрящевых рыб, представлены грудными и брюшными плавниками. Грудной плавник (рис. 33) заметно упрощен. Базалии отсутствуют, имеются лишь радиалии, от которых отходят кожные плавниковые лучи (лепидотрихии).

Брюшной плавник (рис. 34) не имеет ни базалий, ни радиалий. Лучи плавника (лепидотрихии) прикрепляются непосредственно к тазу.

Непарные плавники представлены спинными, хвостовым и анальным плавниками.

Непарный спинной плавник состоит из кожных плавниковых лучей. Они могут быть твердыми или мягкими. Основания их представлены птеригофорами, имеющими связь с верхними остистыми отростками туловищных позвонков. Такое же строение имеет анальный (подхвостовой) плавник.

Хвостовой плавник у костистых рыб гомоцеркального типа (рис. 35), т.е. равнолопастной. Однако позвоночник заходит в верхнюю лопасть. Такой плавник произошел из гетероцеркального плавника путем разрастания брюшной лопасти.

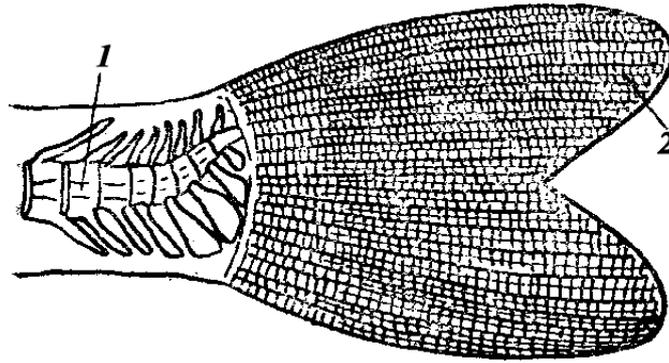


Рисунок 35 – Гомоцеркальный хвостовой плавник
 1 – осевой скелет; 2 – плавниковые лучи (лепидотрихии).

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Череп:

а) Мозговой череп:

Затылочный отдел: нижнюю затылочную, боковые затылочные, верхнюю затылочную кости.

Бока черепа: ушные, основную клиновидную, крылоклиновидные, глазоклиновидные, боковые обонятельные, носовые, слезные кости.

Крышу черепа: теменные, лобные, среднюю обонятельную кости.

Дно черепа: парасфеноид, сошник.

б) Висцеральный череп:

Верхнюю челюсть: межчелюстные и верхнечелюстные кости (верхняя челюсть), небные, квадратные и крыловидные кости.

Нижнюю челюсть: сочленовные, зубные и угловые кости.

Подъязычную дугу: гиомандибуляре, гиоид, копулу.

Жаберные дуги. Жаберную крышку.

2) Позвоночник:

а) Отделы позвоночника: туловищный и хвостовой.

б) Туловищный (амфицельный) позвонок и его строение: тело, верхнюю дугу, верхний остистый отросток, поперечные отростки. Нижнюю дугу и нижний остистый отросток хвостового позвонка.

3) Пояса конечностей и собственно конечности:

а) Плечевой пояс: лопатка, коракоид, клейтрум.

б) Тазовый пояс: тазовая кость.

в) Грудной плавник: радиалии (базалий нет), кожные костные лучи, поддерживающие лопасть плавника – лепидотрихии.

г) Брюшной плавник: лучи плавника – лепидотрихии (базалий и радиалий нет).

д) Хвостовой плавник: прохождение хвостового отдела позвоночника в верхнюю лопасть плавника, лучи плавника.

2 Зарисовать:

1) схему строения черепа костистой рыбы; 2) туловищный и хвостовой позвонки; 3) плечевой пояс с грудным плавником; 4) тазовый пояс с брюшным плавником; 5) хвостовой плавник.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Перечислите и охарактеризуйте изменения, связанные с усложнением организации скелета у костных рыб.

2) Каково строение осевого скелета костистых рыб?

3) Строение мозгового отдела черепа костистых рыб.

4) Строение висцерального отдела черепа костистых рыб.

5) Каковы особенности строения парных конечностей и их поясов у костистых рыб?

6) Строение непарных конечностей, типы хвостовых плавников у костистых рыб.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРУГЛОРОТЫХ И РЫБ

Цель занятия: в процессе определения представителей круглоротых и рыб закрепить навыки работы с таблицами и дорожками определения. Определить до вида наиболее массовых представителей местной ихтиофауны. Ознакомиться с основными представителями местной ихтиофауны.

Оборудование и материалы:

На двух студентов необходимы:

1. Набор материала для определения (фиксированные в формалине представители различных групп круглоротых и рыб).

2. Ванночка.

3. Препаровальные иглы.

4. Пинцет.

5. Лупа или бинокляр.

Таблица для определения классов:

- 1(2). Парных конечностей нет. Челюсти отсутствуют; рот в форме присасывательной воронки. Одна непарная ноздря. Хвостовой плавник протоцеркальныйКласс Круглоротые (Cyclostomata)
- 2(1). Имеются парные конечности. Рот снабжен подвижными челюстями не в форме воронки. Ноздри парные; отверстие каждой из них может быть подразделено на две части. Хвостовой плавник не протоцеркальный.....См. 3.
- 3(4). Жаберные отверстия открываются наружу в виде щелей в количестве 5-7 парКласс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)
(подкласс Пластиножаберные (Elasmobranchii).
- 4(3). Жаберные щели прикрыты жаберной крышкой и открываются наружу одним общим отверстием за ее задним краемСм. 5.
- 5(6). Жаберная крышка в виде кожной складки без костного скелета.....Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)
(подкласс Цельноголовые (Holocerphalii).
- 6(5). Жаберная крышка костная.....Класс Костные рыбы (Osteichthyes) (подкласс Лучеперые (Actinopterygii).

КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ (CYCLOSTOMATA)

Таблица для определения подклассов:

- 1(2). Наружных жаберных отверстий 7 пар. Имеются расположенные под кожей хорошо заметные глаза. Ноздря на верхней части головы между глазамиПодкласс Миноги (Petromyzones).
В подклассе единственный отряд – Миногообразные (Petromyzoniformes) с одним семейством – Миноговые (Petromyzonidae).
- Распространение широкое: Атлантический океан, реки Европы, Северной и Восточной Азии, а также Южное полушарие (побережья Австралии, Тасмании, в Южной Америке – Чили, Новой Зеландии). Большинство видов обитает в морях, но для икрометания заходит в реки; имеются и немигрирующие пресноводные формы. Многие виды миног имеют промысловое значение. В водоемах Беларуси встречаются 2 вида миног – минога ручьевая и минога украинская.

2(1). Наружных жаберных отверстий по одному с каждой стороны тела. Глаза редуцированы (не видны). Ноздря расположена на переднем конце головы, непосредственно над присасывательной воронкой.....Подкласс Миксины (Muxines). В подклассе единственный отряд – Миксинообразные (Muxiniformes). В условиях Беларуси не обитают. Промыслового значения не имеют.

КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (CHONDRICHTHYES) ПОДКЛАСС ПЛАСТИНОЖАБЕРНЫЕ (ELASMOBRANCHII)

Таблица для определения надотрядов:

1(2). Тело в поперечном сечении более или менее округло. Передний край грудных плавников не сращен с боками тела и с головой. Наружные жаберные отверстия расположены по бокам головы.....Надотряд Селяхоидные, или Акуловые (Selachomorpha).

2(1). Тело сильно уплощено в спинно-брюшном направлении. Передний край грудных плавников сращен с боками тела и головой. Наружные жаберные отверстия расположены на брюшной стороне.....Надотряд Батоидные, или Скатовые (Batomorpha).

В надотряде скатов несколько отрядов. В фауне СНГ (Черное, Белое, Баренцево и дальневосточные моря) наиболее обычны представители отрядов ромбообразных скатов (Rajiformes) (хвост заканчивается маленьким хвостовым плавником) и орлякообразных, или хвостоколообразных (Myliobatiformes) (постепенно утончающийся хвостовой стебель не несет хвостового плавника; у части видов посередине хвостового стебля расположена одна (реже две) длинная и острая зазубренная роговая игла).

НАДОТРИД АКУЛОВЫЕ (SELACHOMORPHA)

Таблица для определения отрядов:

1(2). Наружных жаберных отверстий 6 пар.....Отряд Плащеносцеобразные акулы (Chlamydoselachiformes).

В фауне СНГ (Баренцево море) встречается единственный

представитель этого отряда примитивных акул – плащеносная акула (*Chlamidoselachus anguineu*).

2(1). Наружных жаберных отверстий 5 парСм. 3.

3(4). Анальный плавник есть.....Отряд Ламнообразные, или Сельдеобразные акулы (*Lamniformes*).

В отряде 6 семейств: сельдевые акулы (*Laminoididae*), голубые акулы (*Carcharinidae*) и др.

4(3). Анального плавника нетОтряд Катранообразные, или Колючие акулы (*Squaliformes*).

Сюда входят семейства: колючие акулы (*Squalidae*) (в водах СНГ единственный вид – колючая акула, или катран (*Squalus acanthias*) и полярные акулы (*Scymnidae*).

КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ (OSTEICHTHYES) ПОДКЛАСС ЛУЧЕПЕРЫЕ (ACTINOPTERYGII)

Таблица для определения надотрядов:

1(2). Хвост гетероцеркальный. Рот в виде поперечной щели, расположен на брюшной стороне позади более или менее вытянутого рыла. На спинной стороне и по бокам тела имеются крупные рельефные костные пластинки – «жучки», расположенные пятью правильными продольными рядамиНадотряд Ганоидные (*Ganoidomorpha*).

В фауне СНГ единственный отряд – осетрообразные (*Acipenseriformes*) с одним семейством осетровые (*Acipenseridae*). Представители этого семейства – проходные или пресноводные рыбы. Распространены в Европе, Северной Азии и Северной Америке. В СНГ представители осетровых – русский осетр, севрюга, стерлядь, белуга и др. – имеют важнейшее промысловое значение.

2(1). Хвост гомоцеркальный. Рот на переднем конце головы (рыла нет). Костных «жучек» нет – тело покрыто округлой тонкой костной чешуей или голоеГруппа надотрядов Костистые рыбы (*Teleostei*).

ГРУППА НАДОТРАДОВ КОСТИСТЫЕ РЫБЫ (TELEOSTEI)

Таблица для определения отрядов:

1(2). Оба глаза на одной (левой или правой) стороне головы. Череп

асимметричен. Тело резко сплющено с боков.....Отряд Камбалообразные (Pleuronectiformes).

Наиболее широко распространены представители семейств камбаловые (Pleuronectidae) и ромбы (Bothidae) – обитатели прибрежных районов моря. В Черном море и в дальневосточных морях встречаются представители третьего семейства – морские языки (Soleidae). Все эти рыбы имеют промысловое значение.

2(1). Череп симметричен. Глаза расположены по обеим сторонам головы.....См. 3.

3(4). Грудные плавники имеют мясистое основание, что придает им внешнее сходство с лапами наземных позвоночных. Тело слегка уплощено в спинно-брюшном направлении. Передний луч спинного плавника сильно удлиннен (орган приманивания добычи).....Отряд Удильщикообразные, или Ногоперые (Lophiiformes).

Прибрежные или батипелагические рыбы тропических, теплых и умеренных морей. Своеобразная особенность – преобразование переднего луча спинного плавника в длинный гибкий вырост – «приманку», привлекающую к хищнику более мелких рыб. В СНГ (Черное море, реже – Баренцево море и дальневосточные воды) встречаются представители одного из семейств этого отряда – семейства морские черти (Lophiidae). Промыслового значения не имеют.

4(3). Грудные плавники нормального вида. Спинной плавник не имеет сильно удлинненного луча.....См. 5.

5(12). Брюшных плавников нет.....См. 6.

6(7). Тело покрыто костными щитками. Маленький рот помещается на конце длинного вытянутого в трубку рыла. Зубов нет.....Подотряд Игловидные (Syngnathoidei) отряда Колюшкообразные (Gasterosteiformes).

В основном морские (как редкое исключение – пресноводные) формы. Обитают в прибрежных (редко пелагиальных) биотопах, главным образом среди зарослей. В СНГ – 2 семейства: морские иглы (Syngnathidae) и морские коньки (Hippocampidae). Распространены в Балтийском, Черном, Азовском морях и в некоторых заливах Приморья. Промыслового значения представители подотряда не имеют.

7(6). Костных щитков нет (тело покрыто обычной чешуей или голое). Вытянутого в трубку рыла нетСм. 8.

8(9). Тело сильно вытянутое, змеевидное.....Отряд

Угреобразные (Anguilliformes). Семейство речные угри (Anguillidae) характеризуется особенностями жизненного цикла: взрослые угри обитают в реках (главным образом бассейнов Черного и Балтийского морей), но для размножения мигрируют в Атлантический океан – в район Саргассова моря. Вылупившиеся из икринок личинки морскими течениями пассивно переносятся к берегам Европы; во время этой миграции личинки превращаются во взрослых угрей, которые активно заходят в реки. Речные угри имеют промысловое значение.

9(8). Тело не змеевидное.....См. 10.

10(11). Тело короткое. Рот клювовидной формы. Челюсти подразделены вертикальной бороздой, образуя 4 крупных «зуба».....Отряд Иглобрюхообразные (Tetrodontiformes).

Из 7 семейств в фауне СНГ 4: луны-рыбы (Molidae); спинороги (Balistidae); ежи-рыбы (Diodontidae) и фахаки (Tetrodontidae). Встречаются в морях Дальнего Востока (спинороги также в Черном море). Промыслового значения не имеют.

11(10). Рот не клювовидный. Зубы обычной формы.....Отряд Окунеобразные (Perciformes).

В отряде до 20 подотрядов, в фауне СНГ – 7, некоторые из них с несколькими семействами. Подотряд окуневидные (Percoidae) включает 13 семейств, некоторые из них имеют существенное промысловое значение: барабульки (Mullidae); ставриды (Carangidae); окуневые (Percidae); серрановые (Serranidae) и некоторые другие. За исключением семейства окуневых, почти все представители подотряда – морские формы. Все обитатели морей имеют промысловое значение. В подотряде скумбриевидные (Scombroidei) 4 семейства, из них 3 имеют большое промысловое значение: скумбриевые, или макрелевые (Scombridae); пеламидовые (Cybiidae) и тунцовые (Thunnidae). Все эти рыбы морские. К подотряду относятся и меч-рыбы, изредка встречающиеся в Черном море. К подотряду бычки (Gobioidei) относятся морские и пресноводные виды из семейств бычки (Gobiidae) и головешковые (Eleotridae). Оба семейства имеют значение в промысле.

12(5). Брюшные плавники имеютсяСм. 13.

13(14). Брюшные плавники видоизменены в колючки.....Подотряд Колюшковидные (Gtasterosteoidae) отряда Колюшкообразные (Gasterosteiformes). В СНГ единственное семейство – колюшковые (Gasterosteidae). Распространены в Балтийском, северных морях, Охотском и их бассейнах.

- 14(13). Брюшные плавники нормального вида (не превращены в колючки)См. 15.
- 15(18). Брюшные плавники расположены под грудными, впереди их или лишь немного сзадиСм. 16.
- 16(17). На подбородке непарный усик. Лучи плавников расчлененные (мягкие).....Отряд Трескообразные (Gadiformes). В СНГ наиболее многообразно семейство тресковые (Gadidae). В северных морях СНГ ведется их интенсивный промысел; в мировом рыбном промысле тресковые занимают второе место.
- 17(16). Усиков на подбородке нет или они парные. В плавниках, как правило, имеются нерасчлененные (колючие) лучи.....Отряд Окунеобразные (Perciformes).
- 18(15). Брюшные плавники расположены далеко позади грудных.....См. 19.
- 19(30). Настоящий спинной плавник один; если же их два, то задний, так называемый «жировой», мягкий и не содержит лучей.....См. 20.
- 20(21). Челюсти узкие и сильно вытянутые; если челюсти иного вида, то грудные плавники очень длинные, крылообразные, приспособленные для полета (хвост в этом случае гипоцеркальный, т.е. его нижняя лопасть заметно длиннее верхней). Спинной плавник расположен над анальным.....Отряд Сарганообразные (Beloniformes). В отряде 2 подотряда. Подотряд летающие рыбы (Ехосоетоидеи) с единственным семейством Ехосоетидеи включает своеобразных рыб, которые при стремительном движении выпрыгивают из воды и проделывают длинный парящий прыжок в воздухе. У летающих рыб сильно развиты грудные плавники, поддерживающие их в полете. Нижняя лопасть хвоста значительно длиннее верхней и служит для придания поступательного движения выпрыгивающей из воды рыбе. В подотряде макрелешуки (Scomberesocoidei) 3 семейства: макрелешуковые (Scomberesocidae); полурылы (Hemirhamphidae) и саргановые (Belonidae). Все сарганообразные – морские рыбы; обитают в тропических и умеренных водах. В СНГ наиболее многочисленны саргановые (главным образом населяющие Балтийское и Черное моря).
- 21(20). Челюсти не сильно вытянутые; грудные плавники обычного видаСм. 22.
- 22(27). Верхнечелюстная кость в заднем отделе свободна (не погружена в кожу; ее задний конец можно приподнять).....См. 23.
- 23(24). Спинной плавник расположен на стебле хвоста, над анальным плавникомПодотряд Щуковидные (Esocoidei)

отряда Лососеобразные (Salmoniformes).

К этому подотряду относятся пресноводные рыбы, обитающие преимущественно среди зарослей подводных растений. Распространены в водоемах Северного полушария. В СНГ наиболее обычна щука (сем. Esocidae).

24(23). Настоящий спинной плавник расположен примерно на середине спины, не над анальным (на стебле хвоста над анальным плавником может располагаться мягкий, лишенный лучей «жировой» плавник).....См. 25.

25(26). На стебле хвоста над анальным плавником нет мягкого, лишенного лучей «жирового» плавник.....Отряд Сельдеобразные (Clupeiformes).

Включает 2 семейства: сельдевых (Clupeidae) и анчоусовых (Engraulidae). Первые широко распространены в бассейне Северного Ледовитого океана, дальневосточных водах, Балтийском, Черном и Азовском морях, имеют первостепенное промысловое значение.

26(25). На стебле хвоста над анальным плавником расположен маленький, мягкий, лишенный лучей «жировой» плавник.....Отряд Лососеобразные (Salmoniformes).

Включает морские, проходные и пресноводные формы. Важнейшее промысловое значение имеют представители семейств лососевые (Salmonidae) и корюшковые (Osmeridae). Кроме них в СНГ распространены представители семейств хариусовые (Thymallidae) и лапши-рыбы (Salangoidae), тоже имеющие промысловое значение. В этот отряд включают и подотряд шуковидных (Esocoidei) (см. пункт 23); часто шуковидных выделяют в самостоятельный отряд.

27(22). Верхнечелюстная кость погружена в кожу, ее задний край не выдается.....См. 28.

28(29). В грудных плавниках есть мощные зазубренные колючие костные лучи, рот не выдвижной, на челюстных костях мелкие зубы, чешуи нет.....Отряд Сомообразные (Siluriformes).

В СНГ встречаются представители семейства сомовые (Siluridae), широко распространенного в пресных водах Европы и Азии; имеют промысловое значение. В западных районах СНГ, в том числе и в Беларуси, акклиматизированы представители семейства американские сомики (Amiuridae).

29(28). В грудных плавниках нет мощных зазубренных костных лучей, рот выдвижной, на челюстных костях нет зубов, тело покрыто чешуей (она может быть очень мелкой и погруженной в кожу).....Отряд Карпообразные (Cypriniformes).

В СНГ встречается единственный подотряд – карповидные (Cyprinoidei), широко распространенный преимущественно в пресных водах всех частей света, кроме Австралии, Южной Америки и Мадагаскара. В СНГ особенно разнообразны и многочисленны представители семейства карповые (Cyprinidae); многие виды имеют промысловое значение. Кроме них, в СНГ встречаются представители семейства вьюновые (Cobitidae).

30(19). Имеется два настоящих (содержащих лучи) спинных плавника.....Отряд Кефалеобразные (Mugiliformes). К отряду относятся морские (прибрежные и пелагические; некоторые виды заходят в реки) рыбы, имеющие большое промысловое значение.

Таблица для определения отрядов и семейств костистых рыб местной ихтиофауны:

1(2). Брюшные плавники отсутствуют.....Отряд Угреобразные (Anguilliformes).

2(7). Брюшные плавники есть, расположены далеко за грудными.

3(6). Грудной плавник без колючек.

4(5). На челюстях кинжаловидные зубы.....Отряд Щукообразные (Esociformes).

5(4). На челюстях нет зубов.....Отряд Карпообразные (Cypriniformes).

6(3). На грудном плавнике сильная колючка.....Отряд Сомообразные (Siluriformes).

7(1, 2). Брюшные плавники есть, расположены недалеко за грудными.

8(11, 12). На подбородке и губах нет усика.

9(10). На спинном плавнике нет свободных колючек.....Отряд Окунеобразные (Perciformes).

10. На спинном плавнике несколько свободных колючек.....Отряд Колюшкообразные (Gasterosteiformes).

11(12). На подбородке один усик.....Отряд Трескообразные (Gadiformes).

12(13). На губах нет или не более двух пар усиков.....Семейство Карповые (Cyprinidae).

13. На губах не менее трех пар усиков.....Семейство Вьюновые (Cobitidae).

Таблица для определения представителей видов в отрядах:

1. Все зубы одинаковой величины
 - Отряд Угреобразные (Anguilliformes)
 - Представитель – речной угорь (*Anguilla angilla* L.).
 - Отряд Щукообразные (Esociformes)
 - Представитель – щука обыкновенная (*Esox lucius* L.).
 - Отряд Сомообразные (Siluriformes)
 - Представитель – сом (*Silurus glanis* L.).
 - Отряд Трескообразные (Gadiformes)
 - Представитель – налим (*Lota lota* L.).
 - Отряд Колюшкообразные (Pungiiiformes)
 - Представитель – трехиглая колюшка (*Pungitius pungitius* L.).
 - Отряд Окунеобразных (Perciformes)
 - 1(2). Анальный плавник без колючек.....ротан (*Perocotus glehni* Dyb.).
 - 2. Анальный плавник с двумя-тремя колючками.
 - 3(4). Спинной плавник один.....ерш (*Gymnocephalus cernua* L.).
 - 4. Спинных плавников два. В последних 4-х лучах первого спинного плавника есть черное круглое пятно. В анальном плавнике 8-9 ветвистых лучей. Все зубы мелкие клыков нет.....окунь (*Perca fluviatilis* L.).
2. На челюстях хорошо выражены клыки. На последних задних лучах первого спинного плавника отсутствует черное пятно.....судак (*Lucioperca lucioperca* L.).

Таблица для определения видов в семействах:

Семейство Вьюновые (Cobitidae)

- 1(4). Вокруг рта три пары усиков.
- 2(3). Тело цилиндрическое, под глазом нет складчатого шипа.....голец (*Noemacheilus barbatulus* L.).
- 3(2). Тело лентовидное, под глазом имеется складчатый шип.....щиповка (*Cobitis taenia* L.).
- 4(1). Вокруг рта пять пар усиков.....вьюн (*Misgurnus fossilis* L.).

Семейство Карповые (Cyprinidae)

- 1(7). Спинной плавник длиннее анального более чем в два раза.
- 2(3). На губах две пары усиков.....сазан (*Cyprinus carpio* L.).
- 3(2). Усиков нет.
- 4(5). Окраска боков тела желто-золотистая.....золотой карась (*Carasius carasius* L.).

- 5(4). Окраска боков тела светло-серебристая.....серебряный карась (*Carasius auratus gibelio* Bloch.).
- 6(26). Спинной плавник равен по длине анальному.
- 7(8). Анальный плавник начинается под основанием спинного.....горчак (*Rhodeus sericeus amarus* Bloch.).
- 8(7). Анальный плавник начинается позади основания спинного.
- 9(12). На углах рта одна пара усиков.
- 10(11). Рот конечный, чешуя очень мелкая, глубоко сидит в коже.....линь (*Tinca tinca* L.).
- 11(10). Рот нижний, чешуя хорошо видна, бока серебристые с темными пятнами.....пескарь (*Gobio gobio* L.).
- 12(15). Усиков нет, чешуя мелкая.
- 13(14). Рот маленький, конечный.....гольян (*Phoxinus phoxinus* L.).
- 14(13). Рот большой, нижняя челюсть выдается.....жерех (*Aspius aspius* L.).
- 15(25). Усиков нет, чешуя крупная, боковая линия полная.
- 16(17). Рот нижний в виде поперечной щели.....подуст (*Chondrostoma nasus* L.).
- 17(18). Рот направлен вверх.....красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* L.).
- 18(19). Рот нижний или полунижний.
- 19(10). Рот конечный.
- 20(24). Радужница глаз желтая, глоточные зубы двухрядные...ельцы (*Lauciscus* sp.).
- 21(22). Голова широкая, большая. Рот большой, конечный. Брюшной и анальный плавники красные, грудной – оранжевый.....голавль (*Lauciscus cephalus* L.).
- 22(23). Рот маленький, полунижний, нижний. Все плавники серого цвета. Анальный плавник выемчатый.
- 23(21). Голова небольшая, рот конечный. Брюшной и анальный плавники красного оттенка. Анальный плавник выемчатый.....язь (*Lauciscus idus* L.).
- 24(20). Радужница глаза красная, глоточные зубы однорядные.....плотва (*Rutilus rutilus* L.).
- 25(15). Боковая линия неполная, усиков нет, чешуя крупная.....верховка (*Leucaspis deliniatus* Heckel).
- 26(29). Спinoй плавник короче анального более чем в два раза.
- 27(28). В спинном плавнике 9 ветвистых лучей. На спине над головой чешуя мельче, чем на боках и туловищной части спины.....лещ (*Abramis brama* L.).

28(25). В спинном плавнике 8 ветвистых лучей. Чешуя по всему телу одинаковая.....густера (*Blicca bjoerena* L.).

29(26). Спинной плавник короче анального не более чем в два раза.

30(31). Боковая линия окаймлена двойным рядом черных точек.....быстрянка (*Alburnoides bipunctatus* Bloch).

31. Боковая линия не окаймлена двойным рядом черных точек.....уклея (*Alburnus alburnus* L.).

Задания:

1. Определить последовательно класс, подкласс, надотряд и отряд, к которому принадлежит данное животное. Записать дорожку определения и нарисовать его внешний вид, отметив стрелками признаки отряда, к которому принадлежит определяемая особь.

2. По указанию преподавателя определить некоторых рыб до вида, пользуясь для этого определителями местной ихтиофауны.

Вопросы для самоконтроля:

1) Какие виды миног встречаются в местных водоемах? Охарактеризуйте их.

2) Дать общую характеристику костистым рыбам.

3) Дать характеристику и назвать основные отряды рыб местной ихтиофауны.

4) Назвать и охарактеризовать самые массовые семейства и виды рыб, встречающиеся в местных водоемах.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 10 ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ

Цель занятия: на примере травяной лягушки изучить особенности внешнего и внутреннего строения земноводных.

Оборудование и материалы:

1. Фиксированные лягушки (по одной на 2 студентов).

2. Готовые влажные препараты: вскрытая лягушка, пищеварительная система, органы размножения, головной мозг.

3. Таблицы: внешний вид лягушки, общее расположение внутренних органов, пищеварительная система, органы дыхания,

кровеносная система, органы выделения, органы размножения самца и самки, головной мозг.

4. Препаровальный инструмент (скальпели, ножницы, пинцеты, препаровальные иглы) (по одному набору на 2 студентов).

5. Ванночки (по одной на 2 студентов).

Теоретические сведения:

10.1 Общая характеристика

10.2 Внешнее строение лягушки

10.3 Вскрытие лягушки

10.4 Внутреннее строение лягушки

10.1 Водные замечания

Систематическое положение изучаемого объекта:

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)

РАЗДЕЛ ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMATA)

НАДКЛАСС ЧЕТВЕРОНОГИЕ (TETRAPODA)

КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ (AMPHIBIA)

ПОДКЛАСС ДУГОПОЗВОНКОВЫЕ (APSIDOSPONDILII)

НАДОТРЯД ПРЫГАЮЩИЕ (SALIENTIA)

ОТРЯД БЕСХВОСТЫЕ (ANURA)

ЛЯГУШКА ТРАВЯНАЯ (RANA TEMPORARIA)

Форма тела земноводных варьирует от змееобразной (безногие) до уплощенной в дорзо-вентральном направлении с развитыми задними конечностями (бесхвостые). Размеры от 3 см (некоторые червяги) до 1,6 м (исполинская саламандра).

Эпидермис многослойный, кориум тонкий. Кожа богата слизистыми железами, выделяющими секрет, предохраняющий от пересыхания, у некоторых он имеет защитное значение (слизистые железы в таком случае превращаются в ядовитые). В коже разбросаны пигментные клетки, обуславливающие окраску:

а) криптическую (маскирующую);

б) апосематическую (отпугивающую);

в) диморфическую (различия между самцом и самкой).

Под кожей могут формироваться обширные лимфатические лакуны, содержащие запас воды и предохраняющие земноводное от пересыхания.

Пищеварительная система:

Животоядны. Добычу чаще подкарауливают и скрадывают с помощью липкого выбрасывающегося языка.

Ротовое отверстие ведет в обширную ротоглоточную полость, на дне которой имеется мускулистый язык, способный выдвигаться наружу. У бесхвостых он прикреплен передним концом к нижней челюсти, задний конец языка свободен и способен выбрасываться из ротоглоточной полости наружу. На челюстях, сошниках и небных костях имеются мелкие зубы, у некоторых редуцированные (жабы). Слизистая богата капиллярами и слюнными железами, выделяющими слюну, не содержащую пищеварительных ферментов. В небном своде ротоглоточной полости лежат хоаны (отверстия внутренних ноздрей) и отверстия евстахиевых труб, ведущих в полость среднего уха.

За ротоглоточной полостью следует пищевод → желудок (стенки желудка мускулисты, они вырабатывают в просвет HCl и пепсин, переваривающие белки пищи) → двенадцатиперстная кишка → тонкая кишка → прямая кишка → клоака.

Пища переваривается в двенадцатиперстной кишке, в просвет которой впадает желчный проток печени, в него же открываются и протоки поджелудочной железы, лежащей между желудком и двенадцатиперстной кишкой. В тонком кишечнике происходит всасывание пищи (превышает длину тела в 2–4 раза). В прямой кишке происходит всасывание воды и формирование каловых масс.

Дыхание и газообмен:

Характерна множественность типов дыхания: у личинок – наружные и внутренние жабры, кожа, плавниковая складка; у взрослых – легкие, кожа и слизистая ротоглоточной полости.

Воздухоносные пути:

Наружные ноздри → носовая полость → внутренние ноздри (хоаны) → ротоглоточная полость → гортанная щель → гортанно-трахейная камера → легкие.

Легкие парные, ячеистые, полые; стенки оплетены сетью капилляров. Легочное дыхание – 35–75% газообмена, кожа – 15–55%, слизистая ротоглоточной полости – 10–15% газообмена.

Акт дыхания: осуществляется за счет поднятия-опускания дна ротоглоточной полости. При опускании дна воздух через ноздри засасывается в ротоглоточную полость. Затем ноздри закрываются, открывается гортанная щель, и воздух из легких выходит в ротоглоточную полость и смешивается там с атмосферным. Затем дно ротоглоточной полости постепенно поднимается, и смешанный

воздух нагнетается в легкие. После этого гортанная щель закрывается, и остатки смешанного воздуха из ротоглоточной полости через ноздри выталкиваются наружу.

При таком дыхании в газообмене одновременно участвуют легкие и слизистая ротоглоточной полости. В минуту совершается 70–180 дыхательных движений дна ротоглоточной полости.

Кровеносная система:

Сердце трехкамерное: 2 предсердия и 1 желудочек, который системой неполных перегородок частично делится на множество камер. К правому предсердию примыкает венозная пазуха, от желудочка отходит артериальный конус (таким образом, у лягушки 5 отделов в сердце).

Артериальная часть кровообращения:

От артериального конуса последовательно отходят:

а) кожно-легочный артериальный ствол (венозная кровь из правой части желудочка) → кожная артерия в кожу и легочная артерия к легким (для газообмена);

б) дуги (корни) аорты (смешанная кровь из центральной части желудочка) → отделяют затылочно-позвоночную и подключичные артерии и, перейдя на спинную сторону, объединяются в спинную аорту, разносящую смешанную кровь ко всем внутренним органам;

в) общие сонные артерии (артериальная кровь из левой части желудочка) → наружная и внутренняя сонные артерии, снабжающие головной мозг.

Венозная часть кровообращения:

В левое предсердие поступает артериальная кровь по легочным венам из легких.

В правом предсердии оказывается смешанная кровь с преобладанием венозной. От передней части тела кожные вены собирают артериальную кровь от кожи и, объединяясь с плечевыми венами от передних конечностей, дают подключичные вены со смешанной кровью. Подключичные вены сливаются с наружными и внутренними яремными венами из головы и образуют правую и левую передние полые вены → венозная пазуха → правое предсердие.

От задней части тела венозная кровь собирается по задней полую вене, образующейся при слиянии вен воротной системы почек, которые, в свою очередь, образуются из подвздошных вен – результата слияния бедренных и седалищных вен от задних конечностей и области таза. Воротную систему печени образуют 2

крупные вены – брюшная вена (ответвление от бедренных вен) и воротная вена печени от пищеварительного тракта. Задняя полая вена, как и передние, сливаются в венозную пазуху.

Таким образом, в правом предсердии оказывается венозная кровь, в левом – артериальная. Благодаря системе перегородок кровь в желудочке полностью не смешивается: в правой части желудочка оказывается венозная, в центральной – смешанная, а в левой – артериальная кровь. Благодаря спиральному клапану артериального конуса в кожно-легочный ствол поступает венозная кровь из правой части желудочка, в дуги аорты – смешанная кровь из центральной части желудочка, а в общие сонные артерии – артериальная кровь из левой части желудочка. Таким образом, у земноводных наблюдается неполное разобщение артериального и венозного кровотоков, большого и малого кругов кровообращения.

Органы кроветворения – селезенка и красный костный мозг.

Выделительная система:

Органы выделения – парные мезонефрические почки – компактные тела, лежащие по бокам позвоночника в области крестцового отдела.

Мочевыносящие пути:

Почки → мочеточники (вольфовы каналы) → мочевого пузыря → клоака.

Продукт выделения – мочевины (у взрослых земноводных). Часть продуктов обмена выделяется через кожу, через нее же осуществляется и водообмен (при высокой влажности вода скапливается в лимфатических полостях, а при сухости теряется через кожу).

Половая система:

Земноводные раздельнополы. Половые железы парные.

Половые пути:

Самки: яичники → яйцеводы, или мюллеровы каналы (непосредственно не связаны с яичниками, воронками открываются в полость тела в области сердца) → матки (нижняя расширенная часть яйцеводов) → половые отверстия в клоаке.

Самцы: семенники → семявыносящие каналы → почки → вольфовы каналы (выполняют функцию и семяпроводов и мочеточников) → семенные пузырьки (резервуар для сперматозоидов) → мочеполовые отверстия в клоаке.

У бесхвостых оплодотворение наружное, у хвостатых и безногих – внутреннее. У большинства земноводных

оплодотворенные яйца откладываются в воду, вылупившаяся личинка до метаморфоза ведет водный образ жизни, поэтому распространение земноводных ограничивается наличием доступной воды. У немногих развито яйцеживорождение.

Развитие земноводных:

Личинки бесхвостых земноводных (головастики) вылупливаются из икры на 10–20 день и с помощью присоски прикрепляются к подводным предметам. В этот период личинка питается остатками желтка, у нее развиты наружные жабры. С развитием жаберной крышки развиваются внутренние жабры, наружные редуцируются, прорывается ротовое отверстие, в котором развиваются роговые челюсти и роговые зубчики. С этого времени головастики начинают активно двигаться и питаться тиной и водной растительностью. Развивается хвост, служащий органом передвижения и дыхания (в плавниковой складке развивается мощная капиллярная сеть).

На 20–25 день после вылупления развиваются зачатки конечностей, прорываются хоаны, образуется гортанная щель, начинают развиваться легкие и преобразуется кровеносная система: сердце становится трехкамерным, формируется легочный круг кровообращения. Появляются мезонефрические почки, развиваются хрящевые позвонки, разрастается череп. На конечностях развиваются пальцы и формируются суставы. Начинается редукция внутренних жабр, легочное дыхание начинает преобладать над жаберным.

Еще через несколько дней конечности прорываются наружу, жабры исчезают, спадают роговые челюсти, заканчивается формирование скелета, хвост постепенно рассасывается и головастик превращается в лягушку (метаморфоз заканчивается).

Метаморфоз в зависимости от условий среды может продолжаться от 30 дней до нескольких лет. Обычно метаморфоз заканчивается в первое лето жизни.

Центральная нервная система:

В связи с переходом к наземно-воздушному образу жизни преобразуется и совершенствуется ЦНС.

В головном мозге заметно увеличивается передний мозг, разделенный на два полушария. В каждом полушарии имеется по боковому желудочку. Серое вещество формирует тонкий слой в крыше полушарий – первичный мозговой свод (архипаллиум). Развитие архипаллиума совершенствует ассоциативную деятельность, отвечающую за поведение, регуляция которого переходит под

контроль полушарий переднего мозга. Обонятельные доли уменьшаются в размерах и слабо обособливаются от переднего мозга. Промежуточный мозг прикрыт соседними отделами, на его крыше развит эпифиз, от дна отходит воронка с развитым гипофизом. Средний мозг менее крупен чем у рыб. Мозжечок мал, имеет вид небольшого валика, слабо развит, что определяет однообразие и простоту движений амфибий. Продолговатый мозг ограничивает ромбовидную ямку (полость четвертого мозгового желудочка) и незаметно переходит в спинной мозг.

Спинной мозг сплюснен в дорзо-вентральном направлении, имеет плечевое и поясничное утолщения, связанные с отхождением нервных сплетений, иннервирующих передние и задние конечности. Усиливается разделение серого и белого вещества, т.е. происходит дальнейшая дифференциация проводящих трактов. У бесхвостых 10 пар спинномозговых нервов.

Органы чувств:

У водных земноводных и у всех личинок важнейшими органами чувств являются органы боковой линии, терморцепции, вкус, обоняние и осязание. У видов с наземным образом жизни преимущественно развиваются зрение и слух.

Органы боковой линии разбросаны по всему телу и лежат на поверхности кожи. У наземных видов отсутствуют.

Органы обоняния хорошо развиты. Обонятельные мешки парные. Каждый мешок хоанами сообщается с ротовой полостью. Внутренняя поверхность обонятельных мешков увеличена сильной складчатостью. Органы обоняния функционируют только в воздушной среде, в воде наружные ноздри закрыты специальными мышцами. Чувствительность обоняния весьма велика.

В области хоан располагаются яacobсоновы органы – небольшие парные углубления, служащие для восприятия запаха пищи, находящейся в ротовой полости.

Органы зрения хорошо развиты у большинства земноводных. Роговица глаз более выпуклая, хрусталик имеет форму двояковыпуклой линзы с более плоской передней поверхностью. Глаза защищены подвижными веками, образующимися в процессе метаморфоза. В сетчатке глаза есть палочки и колбочки (до 680 тысяч на 1 мм² сетчатки). У многих развито цветовосприятие. Однако собираемая зрением информация небогата: неподвижные земноводные воспринимают лишь движущиеся объекты, а при движении начинают различать и неподвижные предметы.

Орган слуха в связи с наземным образом жизни сильно усложнился. Возник новый отдел – среднее ухо, полость которого образовалась из брызгальца. В полости среднего уха располагается первая слуховая косточка – стремечко, передающая звуковые колебания с барабанной перепонки на овальное окно внутреннего уха. В связи с новообразованиями чувствительность слуха велика (воспринимают звуки от 30 до 15000 Гц).

Орган вкуса развит очень слабо. Скопления чувствующих клеток, разбросанных по ротовой полости и языку, служат в основном органами осязания, позволяющие ощущать положение пищевого объекта в ротовой полости.

Органы осязания представлены осязательными тельцами в поверхностных слоях кожи. Они воспринимают температурные, болевые и тактильные ощущения.

10.2 Внешнее строение лягушки

Тело лягушки подразделяется на голову и туловище. Шейный отдел почти не выражен, и голова непосредственно переходит в туловище. Развиты парные конечности – передние и задние.

Покровы представлены голой слизистой кожей, лишенной каких-либо образований. Роговые покровы развиты чрезвычайно слабо. Эпидермис обладает большим количеством многоклеточных желез. Их функция заключается в продуцировании слизистого вещества, которое предохраняет кожу от иссушения (что особенно важно при кожном дыхании) и от других неблагоприятных воздействий. Кориум у лягушки развит относительно слабо.

На уплощенной голове лягушки расположена очень большая ротовая щель, выпуклые глаза, пара наружных ноздрей, а позади глаз – две округлые барабанные перепонки (рис. 36).

Глаза лягушки снабжены подвижными веками, защищающими глаза от загрязнения и высыхания. При этом помимо верхнего и нижнего века, имеется третье веко, или мигательная перепонка. Глазные яблоки лягушек относительно велики по размерам и выдаются как над поверхностью головы, так и внутрь ротовой полости. Способность глазных яблок вдвигаться внутрь ротовой полости при акте заглатывания пищи помогает проталкиванию пищевого комка в пищевод.

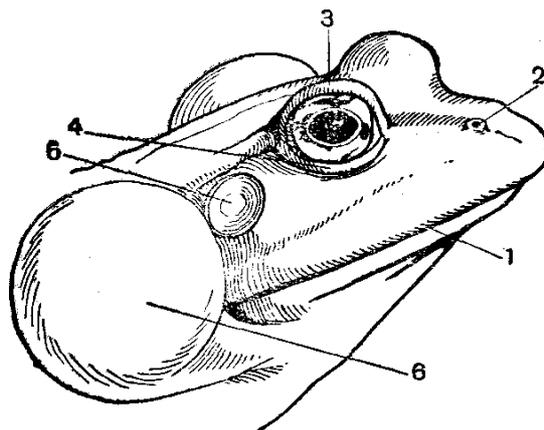


Рисунок 36 – Голова зеленой лягушки сбоку

1 – ротовая щель; 2 – наружная ноздря; 3 – верхнее веко; 4 – нижнее веко; 5 – барабанная перепонка; 6 – наружные резонаторы.

Наружные ноздри изнутри закрываются особыми клапанами.

Барабанная перепонка закрывает снаружи полость среднего уха, появление которого также вызвано наземным образом жизни и является прогрессивной чертой по сравнению с рыбами.

У бурых лягушек (травяной и остромордой) от заднего края глаза через барабанную перепонку тянется черная полоса (височное пятно), являющаяся одним из систематических признаков бесхвостых амфибий. У зеленых лягушек (озерной и прудовой) этого пятна нет. У зеленых лягушек около заднего края рта расположены резонаторы, или голосовые мешки, которые при квакании надуваются наподобие пузырей, усиливая звуки. У бурых лягушек резонаторы или отсутствуют совсем, или лежат под кожей горла и снаружи не видны.

Продолжая внешний осмотр, откроем рот лягушки. Проводя пинцетом, иглой или пальцем по челюстям, обнаруживаем на верхней челюсти мелкие зубы, тогда как на нижней они отсутствуют (у жаб зубов нет вообще). С помощью пинцета вытащим мускулистый язык, который прикреплен передним концом к нижней челюсти. Задний свободный конец языка глубоко вырезан (рис. 37).

На верхнем своде ротовой полости, ближе к ее переднему краю, расположены два отверстия – внутренние ноздри, или хоаны. Они связаны с наружными ноздрями, в чем можно легко убедиться, введя в одну из них иглу.

На крыше ротовой полости, в самых дальних углах рта открываются отверстиями две евстахиевы трубы, соединяющие полость среднего уха с ротовой полостью. На нижней стороне ротовой полости, на бугорке, который расположен сзади языка, открывается

узкая гортанная щель, ведущая в дыхательные пути. Позади бугорка находится вход в пищевод.

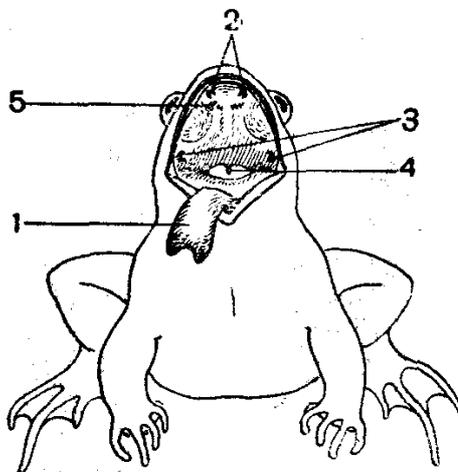


Рисунок 37 – Открытый рот лягушки

1 – язык; 2 – хоаны; 3 – евстахиевы тубы; 4 – гортанная щель;
5 – сошниковые зубы.

Конечности лягушки – типично наземные, пятипалого типа. Они гомологичны парным плавникам рыб. В то же время, в отличие от плавников рыб, конечности лягушки имеют сложную собственную мускулатуру и представляют систему трех рычагов.

У бесхвостых амфибий, в частности у лягушки, в связи с особым способом передвижения (прыганье) задние конечности развиты значительно сильнее передних.

Короткие передние конечности подразделяются на плечо, предплечье и кисть. Имеется всего четыре пальца. На основании внутреннего пальца у самцов расположено вздутие – половая бородавка.

Сильная и длинная задняя конечность имеет также три отдела: бедро, голень и стопу. Пальцев пять, и все они связаны плавательной перепонкой. У основания внутреннего и внешнего пальцев находятся внутренний и внешний пяточные бугры – важные систематические признаки лягушек.

10.3 Вскрытие лягушки

Положим лягушку в ванночку брюхом кверху и, растянув ее конечности, прикрепим их булавками. Оттянув пинцетом кожу в задней части брюха, сделаем ножницами небольшой поперечный

разрез перед основанием конечностей. Затем введем ножницы в образовавшееся отверстие и сделаем отсюда продольный разрез кожи по средней линии тела вплоть до подбородка (для того чтобы не повредить нижележащие органы, при разрезании необходимо оттягивать ножницы кверху). На уровне передних конечностей надрежем кожу перпендикулярно продольному разрезу до основания передних конечностей. Образовавшиеся лоскуты кожи отвернем в стороны иотрежем. После этого рассмотрим открывшуюся мускулатуру и некоторые кровеносные сосуды.

В средней части туловища, над брюшной полостью, лежит прямая брюшная мышца, разделенная поперечными сухожильными перегородками на отдельные сегменты. В области передних конечностей расположена парная грудная мышца, которая отходит от середины тела (от грудины) тремя пучками к передним конечностям. Впереди грудной мышцы между ветвями нижней челюсти находится подчелюстная мышца, играющая важную роль в механизме дыхания.

Обращает на себя внимание темный кровеносный сосуд – брюшная вена, которая тянется по средней линии прямой брюшной мышцы. Кроме этого, обнаруживается большое количество сосудов, расположенных на внутренней поверхности кожи. Это разветвления кожных артерий и вен.

Продолжая вскрытие, разрежем стенку полости тела так же, как и кожу. При перерезании костей пояса передних конечностей необходимо соблюдать осторожность, стараясь не повредить лежащее глубже сердце. После этого отвернем в стороны иотрежем лоскуты мускулатуры, после чего осторожно промоем препарат водой. Не рекомендуется удалять ни один из внутренних органов. Можно лишь аккуратно расправить кишечник и разложить его рядом с животным.

10.4 Внутреннее строение лягушки

В верхней части полости тела лежит трехкамерное сердце (рис. 38). Хорошо заметны темноокрашенные предсердия и более светлый желудочек.

По бокам сердца лежат темно-серые тонкостенные легкие. Как правило, они при вскрытии спадаются и поэтому плохо заметны. Необходимо отметить тонкостенность легочных мешков, слабую ячеистость их поверхности и сеть кровеносных сосудов в их стенках.

Ниже сердца находится большая трехлопастная печень. Между лопастями печени виден зеленовато-бурый желчный пузырь.

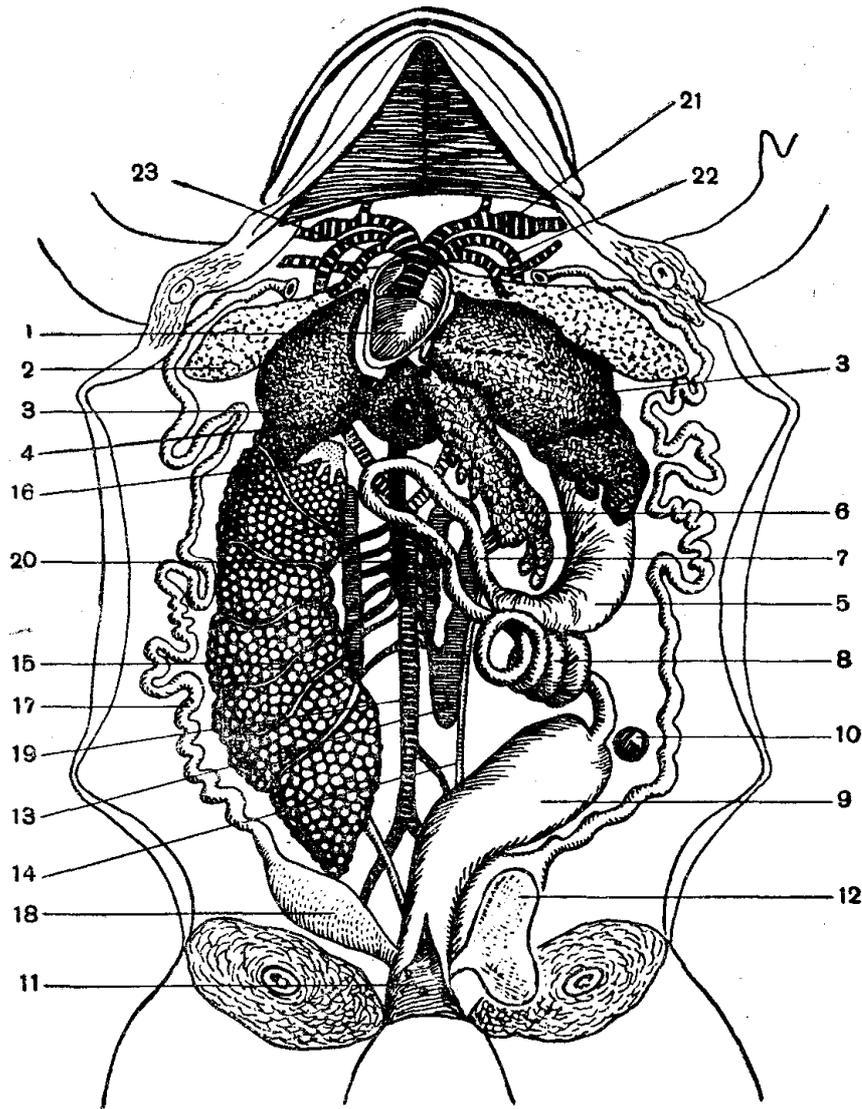


Рисунок 38 – Вскрытая лягушка

1 – сердце; 2 – легкое; 3 – печень; 4 – желчный пузырь; 5 – желудок;
 6 – поджелудочная железа; 7 – двенадцатиперстная кишка; 8 – тонкая
 кишка; 9 – прямая кишка; 10 – селезенка; 11 – клоака; 12 – мочевого пузыря;
 13 – почка; 14 – мочеточник; 15 – правый яичник (левый яичник удален);
 16 – жировое тело; 17 – правый яйцевод; 18 – маточный отдел яйцевода;
 19 – спинная аорта; 20 – задняя полая вена; 21 – сонная артерия;
 22 – левая дуга аорты; 23 – легочная артерия.

Под печенью, в левой части тела, расположен желудок, переходящий в двенадцатиперстную кишку. В петле между двенадцатиперстной кишкой и желудком на брыжейке прикреплена небольшая оранжево-желтая поджелудочная железа.

Двенадцатиперстная кишка переходит в тонкую кишку, которая свернута клубком. Прямая кишка выражена очень четко. На

брыжейке, примерно на уровне переднего края прямой кишки лежит селезенка бордового цвета. Над прямой кишкой, в месте ее выхода в клоаку, располагается прозрачный, двухлопастной мочевой пузырь (часто при вскрытии он повреждается, спадается и бывает плохо заметен).

Почки расположены на спинной стороне брюшной полости и прикрыты кишечником, а у самок лягушек и половыми органами.

Приподняв пинцетом кишечник (и яичники у самок), увидим почки и лежащие впереди них жировые тела (половые придатки), которые представлены многолепестковыми плоскими образованиями.

Если вскрывается самец, то под кишечником обнаруживаем пару овальных семенников. У половозрелой самки вся задняя часть полости тела занята яичниками, наполненными яйцами (икрой), и свернутыми в сложный клубок длинными яйцеводами. Следует подчеркнуть, что половая система самок обычно развита настолько сильно, что закрывает даже кишечник, поэтому для рассмотрения последнего приходится отодвигать яичники и яйцеводы в стороны.

Сравнительно с костистыми рыбами пищеварительная система земноводных характеризуется дальнейшим усложнением и дифференцировкой.

Пищеварительная трубка начинается ротовой щелью, ведущей в ротоглоточную полость (последняя изучена при внешнем осмотре лягушки). Следует лишь напомнить, что в этой полости помещается язык. В нее открываются протоки слюнных желез, впервые возникающих у амфибий. Однако эти железы служат у лягушек только для смачивания пищевого комка и в химической обработке пищи еще не участвуют.

Ротоглоточная полость переходит в короткий, но широкий пищевод (рис. 39), а последний в относительно объемистый желудок, имеющий несколько изогнутую форму.

Пилорическая часть желудка, сильно изгибаясь, переходит в двенадцатиперстную кишку, представляющую собой начало тонкого кишечника. Как уже указывалось, в петле между желудком и двенадцатиперстной кишкой лежит поджелудочная железа. Тонкая кишка образует много изгибов, петель и плавно переходит в толстую кишку, которая заканчивается хорошо заметной прямой кишкой. Прямая кишка открывается в клоаку. Весь кишечник подвешен к стенкам полости на особых складках брюшины – брыжейке.

Пищеварительные железы – печень с желчным пузырем и поджелудочная железа – развиты хорошо. Протоки печени вместе с

протоком желчного пузыря открываются в двенадцатиперстную кишку. Протоки поджелудочной железы впадают в проток желчного пузыря, поэтому эта железа самостоятельного сообщения с кишечником не имеет.

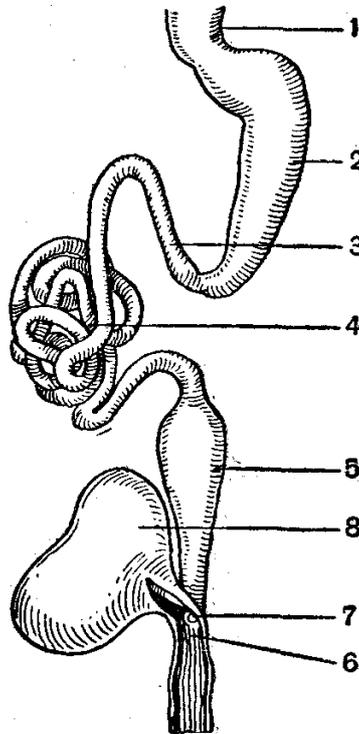


Рисунок 39 – Кишечник лягушки

1 – пищевод; 2 – желудок; 3 – двенадцатиперстная кишка; 4 – тонкая кишка; 5 – прямая кишка; 6 – клоака; 7 – место впадения прямой кишки в клоаку; 8 – мочевой пузырь.

Органы дыхания у земноводных совершенно иного типа, чем у рыб. Они представлены легкими – двумя тонкостенными мешками овальной формы с узкими нижними концами (рис. 38). Внутренняя поверхность легких слегка ячеиста. Однако в результате несовершенства легких (малая поверхность окисления) важную роль в дыхании играет кожа. Например, у зеленых лягушек через кожу проходит свыше 50% кислорода, необходимого для окисления крови. В связи с легочным дыханием появляются внутренние ноздри, или хоаны, соединяющие носовую полость с ротоглоточной.

Дыхательные пути в связи с отсутствием шейного отдела очень коротки. Они представлены носовой и ротоглоточной полостями, а также гортанью. Гортань открывается непосредственно в легкие двумя отверстиями.

Кровеносная система земноводных претерпела существенные преобразования и значительно отличается от таковой у рыб. В связи с появлением легких возникли второй круг кровообращения и трехкамерное сердце (рис. 40).

Сердце у лягушки трехкамерное, оно состоит из правого и левого предсердий и желудочка. Правое предсердие более объемисто – в него по венам собирается кровь со всего тела, в левое же поступает кровь только от легких.

Желудочек толстостенный, его внутренняя поверхность покрыта многочисленными выступами, между которыми располагаются карманообразные углубления.

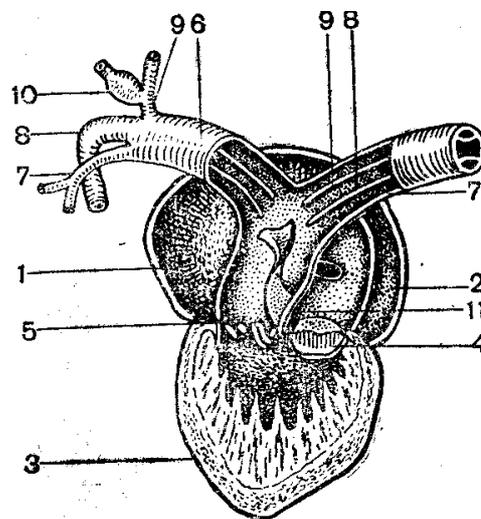


Рисунок 40 – Схема вскрытого сердца лягушки

1 – правое предсердие; 2 – левое предсердие; 3 – желудочек; 4 – клапаны, закрывающие общее отверстие, ведущее из обоих предсердий в желудочек; 5 – артериальный конус; 6 – общий артериальный ствол; 7 – кожно-легочная артерия; 8 – дуга аорты; 9 – общая сонная артерия; 10 – сонная «железа»; 11 – спиральный клапан артериального конуса.

Кроме указанных основных отделов сердца, имеется венозная пазуха (синус), сообщающаяся с правым предсердием, и отходящий с правой стороны желудочка артериальный конус.

От артериального конуса отходят три пары артериальных сосудов (артериальных дуг). Все три сосуда (дуги) левой и правой стороны идут вначале общим артериальным стволом, окруженным общей оболочкой, а затем разветвляются (рис. 40 и 41).

Сосуды первой пары (считая от головы) называются сонными

артериями. Сонные артерии несут кровь к голове. Эти сосуды отходят от общего артериального ствола в виде общих сонных артерий, каждая из которых почти сразу же распадается на наружную и внутреннюю сонные артерии (рис. 41). На месте их разделения лежит сонная «железа», регулирующая давление крови в сонных артериях.

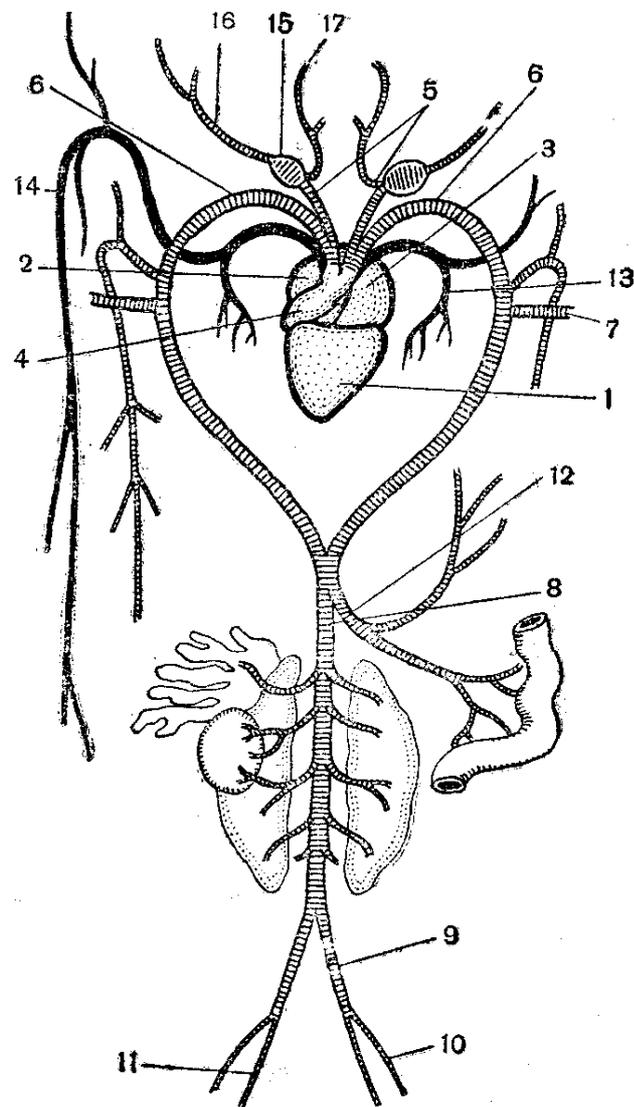


Рисунок 41 – Схема артериальной системы лягушки

1 – желудочек; 2 – правое предсердие; 3 – левое предсердие;
 4 – артериальный конус; 5 – общая сонная артерия; 6 – дуги аорты;
 7 – подключичная артерия; 8 – спинная аорта; 9 – подвздошная артерия; 10 – бедренная артерия; 11 – седалищная артерия; 12 – кишечно-брыжеечная артерия; 13 – легочная артерия; 14 – кожные артерии;
 15 – сонная «железа»; 16 – наружная сонная артерия;
 17 – внутренняя сонная артерия (в черный цвет окрашены артерии с венозной кровью, заштрихованы артерии с артериальной и смешанной кровью).

По сосудам второй пары – дугам аорты – кровь направляется к задней части тела. Дуги огибают сердце соответственно с правой и левой стороны и сливаются под позвоночником в общий ствол – спинную аорту. От дуг аорты отходят подключичные артерии, несущие кровь к передним конечностям (рис. 41).

По сосудам третьей пары – легочным артериям – кровь направляется в легкие. От каждой легочной артерии отходит крупная кожная артерия, по которой кровь направляется в кожу для окисления (рис. 41).

От спинной аорты кровь по ряду артерий разносится к внутренним органам и задним конечностям.

Венозная кровь (рис. 42) от переднего конца тела собирается по двум парам яремных вен. Последние, сливаясь с кожными венами, уже принявшими в себя подключичные вены, образуют две передние полые вены. Эти вены несут в венозный синус смешанную кровь, поскольку по кожным венам от кожи движется обогащенная кислородом артериальная кровь.

Кровь от задних конечностей и задней части тела по подвздошным венам движется к почкам, где проходит через воротную систему. Выходящие из почек сосуды, сливаясь, образуют мощную заднюю полую вену. По задней полую вену кровь направляется в венозный синус, из которого поступает затем в правое предсердие (рис. 42).

От кишечника кровь собирается подкишечной веной, впадающей в печень, где функционирует воротная система. Через воротную систему печени проходит также кровь из брюшной вены, которая несет ее от задних конечностей. Из печени кровь по печеночным венам попадает в заднюю полую вену (рис. 42).

Из легких по легочным венам кровь движется в левое предсердие.

Схематично циркуляцию крови в сердце лягушки можно представить следующим образом. В правое предсердие попадает смешанная кровь, а в левое – артериальная (из легких). При сокращении предсердий кровь через общее отверстие поступает в желудочек. Здесь происходит дальнейшее смешивание крови. Однако, в правой части желудочка преобладает венозная, а в левой – артериальная кровь. Отверстие, ведущее из желудочка в артериальный конус, расположено в правой части желудочка. Поэтому при сокращении желудочка первая порция крови,

содержащая больше венозной крови, поступает в отверстие ближайшей легочной дуги, следующая порция – с преобладанием артериальной крови – в дуги аорты, а в сонные артерии попадает порция с наименьшим содержанием венозной крови.

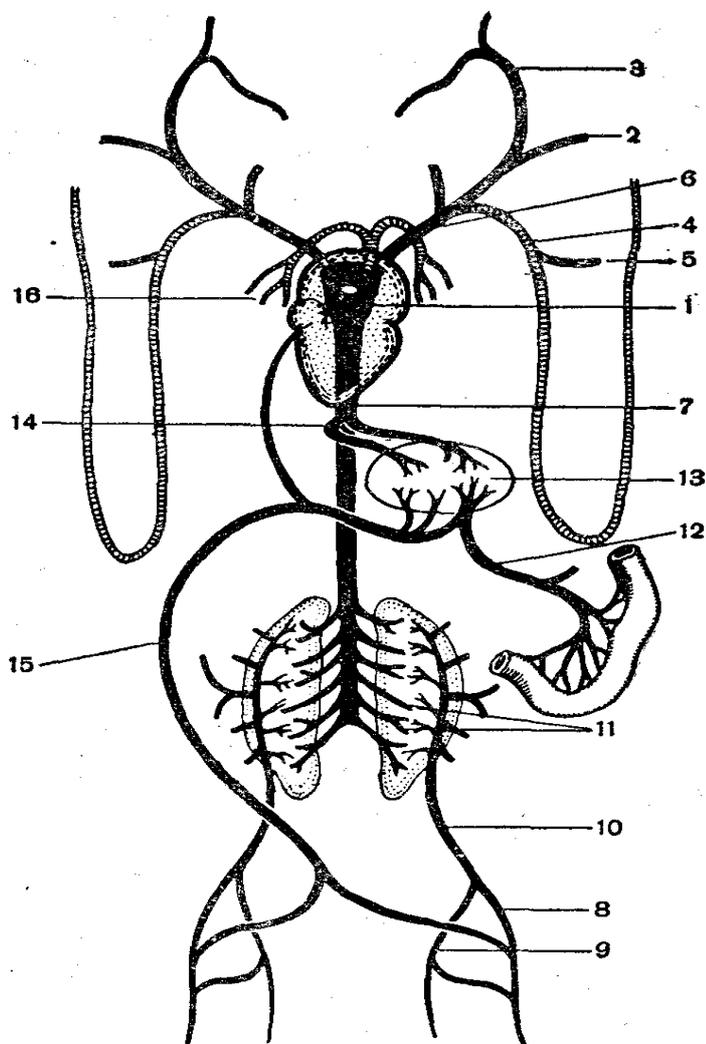


Рисунок 42 – Схема венозной системы лягушки

1 – венозный синус; 2 – наружная яремная вена; 3 – внутренняя яремная вена; 4 – большая кожная вена; 5 – подключичная вена; 6 – передняя полая вена; 7 – задняя полая вена; 8 – бедренная вена; 9 – седалищная вена; 10 – подвздошная вена; 11 – воротная система почек; 12 – подкишечная вена; 13 – воротная система печени; 14 – печеночные вены; 15 – брюшная вена; 16 – легочная вена (заштрихованы вены с артериальной кровью).

Органы выделения (рис. 43, 44) представлены у амфибий, так же как и у рыб, туловищными почками (мезонефрос). Это удлиненные компактные тела красновато-коричневого цвета, лежащие по бокам

позвоночника. От каждой почки тянется к клоаке тонкий вольфов канал. У самок лягушек вольфов канал служит лишь выделительным протоком, или мочеточником, а у самцов он одновременно выполняет функцию и полового протока, или семяпровода. В клоаку вольфовы каналы открываются самостоятельными отверстиями. Также отдельно открывается в клоаку и мочевой пузырь. Моча поступает вначале в клоаку, а из нее в мочевой пузырь. После наполнения последнего через то же отверстие моча выводится снова в клоаку, а затем наружу.

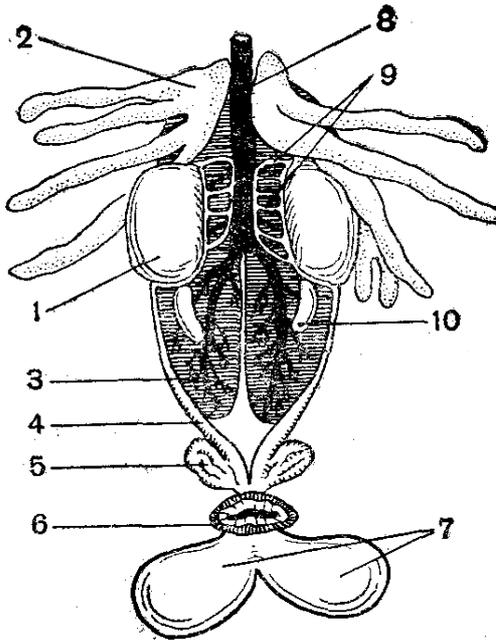


Рисунок 43 – Мочеполовые органы самца лягушки

1 – семенник; 2 – жировое тело;
3 – почка; 4 – мочеточник;
5 – семенной пузырек; 6 – клоака;
7 – мочевой пузырь; 8 – задняя полая вена; 9 – семявыносящие каналы; 10 – надпочечник.

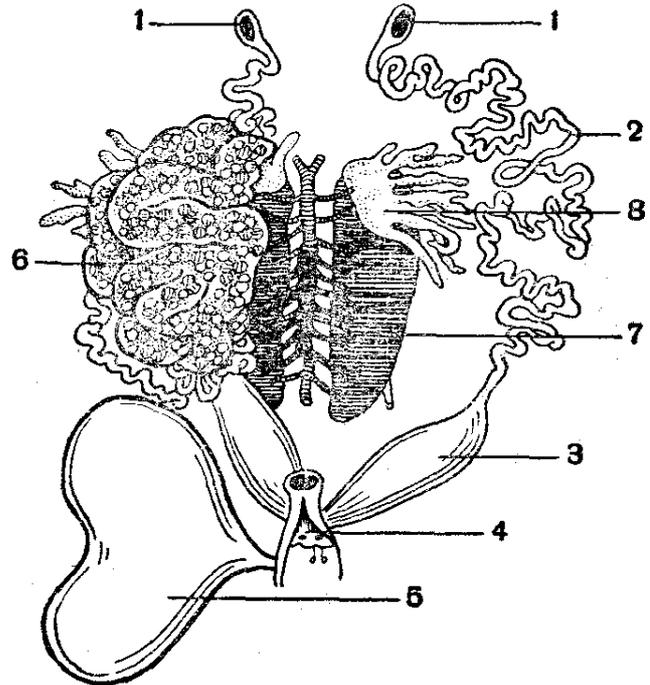


Рисунок 44 – Мочеполовые органы самки лягушки

1 – воронка яйцевода; 2 – яйцевод;
3 – маточный отдел яйцевода;
4 – клоака; 5 – мочевой пузырь;
6 – правый яичник; 7 – почка;
8 – жировое тело.

Органы размножения земноводных представлены парными половыми железами. У самцов это овальной формы семенники, прикрепленные особой брыжейкой к переднему отделу почек (рис. 43). От семенников к почкам тянутся тонкие семявыносящие каналы. Половые продукты из семенника направляются через эти каналы в тела почек, далее в уже известные вольфовы каналы и по ним в клоаку. Перед впадением в клоаку вольфовы каналы образуют

небольшие расширения – семенные пузырьки, служащие для временного резервирования спермы.

Яичники самок (рис. 44) представляют собой тонкостенные мешки, у взрослых особей наполненные яйцами. В боковых частях полости тела расположены сильно извитые светлые яйцеводы, или мюллеровы каналы. Эти половые каналы непосредственно не связаны с яичниками, они открываются небольшими воронками близ легких в полость тела. Перед впадением в клоаку каждый яйцевод расширяется в так называемую «матку». Зрелые яйца выпадают через разрывы стенок яичника в полость тела, затем захватываются воронками яйцеводов и по ним перемещаются в клоаку. Таким образом, у самок выделительные и половые протоки оказываются полностью разделенными.

Центральная нервная система у земноводных представлена, как и у всех позвоночных, головным и спинным мозгом (рис. 45).

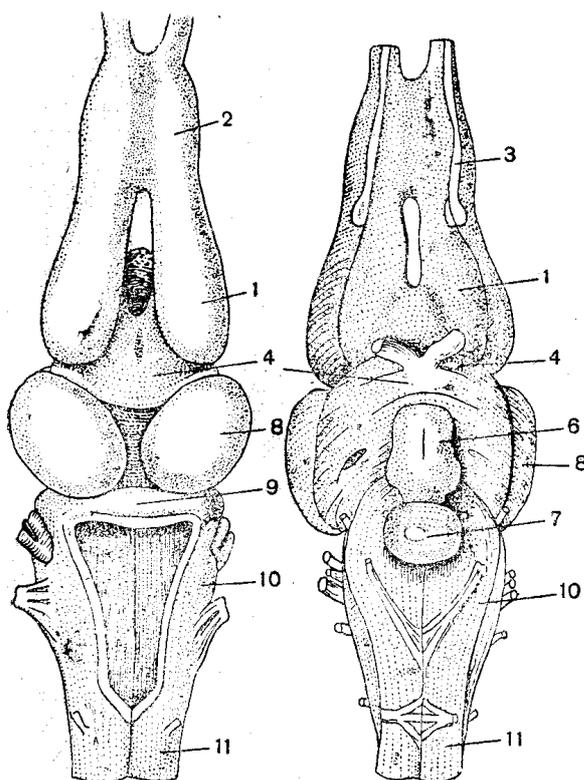


Рисунок 45 – Головной мозг лягушки сверху и снизу

- 1 – большие полушария переднего мозга; 2 – обонятельная доля;
3 – обонятельный нерв; 4 – промежуточный мозг; 5 – зрительная
хиазма; 6 – воронка; 7 – гипофиз; 8 – зрительные доли среднего мозга;
9 – мозжечок; 10 – продолговатый мозг; 11 – спинной мозг.

По сравнению с рыбами головной мозг амфибий имеет ряд

прогрессивных черт. Главным образом это касается переднего мозга, который относительно крупнее, чем у рыб, полушария его полностью разделены, и нервное вещество выстилает, кроме дна боковых желудочков, также бока и крышу, т.е. у амфибий имеется настоящий первичный мозговой свод – архипаллиум.

Головной мозг лягушки состоит из пяти отделов (рис. 45). Впереди расположен передний мозг, состоящий из двух разделенных глубокой щелью удлинённых полушарий. Спереди от полушарий отходит общая обонятельная доля, от которой берут начало два обонятельных нерва. Позади переднего мозга находится промежуточный мозг. На его крыше располагается эпифиз (железа внутренней секреции). Средний мозг представлен в виде двух округлых зрительных долей. Сзади зрительных долей лежит слабо развитый мозжечок. Сразу же за ним расположен продолговатый мозг с ромбовидной ямкой (четвёртый мозговой желудочек). Продолговатый мозг постепенно переладит в спинной мозг.

На нижней стороне мозга обнаруживаем перекрест зрительных нервов, или хиазму, отходящую от дна промежуточного мозга, воронку и гипофиз.

Задания:

1 Вскрыть:

представителя земноводных.

2 Рассмотреть:

1) Изучая внешнее строение:

Расчленённость тела на голову и туловище, передние и задние конечности; голую слизистую кожу; отверстие клоаки; внешние и внутренние ноздри (хоаны); глаза с подвижными веками; барабанную перепонку; резонаторы; ротовое отверстие; язык.

2) Изучая внутреннее строение:

а) Пищеварительную систему: ротоглоточную полость, зубы, пищевод, желудок, двенадцатиперстную, тонкую, прямую кишку, печень, желчный пузырь, поджелудочную железу.

б) Органы дыхания: гортанную щель; гортань; гортанно-трахейную камеру; легкие.

в) Кровеносную систему: трехкамерное сердце (два предсердия и желудочек), брюшную аорту, две системные дуги аорты, передние полые вены, заднюю полую вену, два круга кровообращения.

г) Органы выделения: почки; мочеточники; мочевой пузырь.

д) Органы размножения: семенники, семяпроводы, семенные пузырьки, яичники, яйцеводы, жировые тела.

е) Центральную нервную систему: головной мозг (большие полушария переднего мозга, промежуточный мозг, зрительные доли среднего мозга, мозжечок, продолговатый мозг); спинной мозг.

3 Зарисовать:

1) общее расположение внутренних органов; 2) пищеварительную систему; 3) схему строения артериальной и венозной частей кровеносной системы; 5) мочеполовые органы самца и самки земноводных.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Какие прогрессивные черты появляются во внешнем строении земноводных?

2) Пищеварительная система и особенности питания амфибий.

3) Как происходит дыхание и газообмен у земноводных?

4) Охарактеризуйте кровеносную систему амфибий.

5) Каковы строение мочеполовой системы и особенности размножения земноводных?

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 11 СКЕЛЕТ ЗЕМНОВОДНЫХ

Цель занятия: изучить строение скелета земноводных на примере скелета лягушки.

Оборудование и материалы:

1. Скелет лягушки.
2. Позвонки из разных отделов тела.
3. Передние и задние конечности с поясами.
4. Череп (всего по одному набору на 2 студентов).
5. Таблицы: скелет лягушки, строение позвонков из разных отделов тела, череп лягушки, скелет конечностей и их поясов.

Теоретические сведения:

11.1 Общая характеристика

11.2 Строение скелета

11.1 Общая характеристика

Осевой скелет состоит из позвонков и подразделяется на 4 отдела: шейный (1 позвонок), туловищный (7 позвонков), крестцовый (1 позвонок), хвостовой (позвонки у бесхвостых сливаются в уростиль). У хвостатых общее число позвонков доходит до 200–300. Позвонки у земноводных 3 типов:

- а) амфицельные (у примитивных безногих амфибий);
- б) опистоцельные, тела позвонков спереди выпуклые, сзади вогнутые (у хвостатых земноводных);
- в) процельные, тела позвонков спереди вогнутые, сзади выпуклые (у бесхвостых амфибий).

Над телами позвонков развиты верхние дуги, образующие спинномозговой канал. У основания верхних дуг лежат сочленовные отростки, сочленяющиеся с аналогичными отростками соседних позвонков, это увеличивает прочность позвоночного столба, не уменьшая его гибкости. Ниже сочленовных отростков находятся поперечные отростки, неодинаково развитые в разных отделах позвоночника: у шейного позвонка развиты очень слабо; в туловищном отделе к развитым поперечным отросткам причленяются короткие ребра, не достигающие до грудины (грудная клетка отсутствует); у крестцового позвонка поперечные отростки наиболее развиты, к ним причленяются подвздошные кости тазового пояса. У хвостатых нижние дуги хвостовых позвонков образуют гемальный канал.

Череп сохраняет много хряща. Для земноводных характерна аутостилия (небно-квадратный хрящ верхней челюсти неподвижно прирастает к мозговому черепу) и платибазальность (основание мозгового черепа широкое, между глазницами располагается головной мозг).

а) Мозговой череп:

Затылочный отдел представлен 2 боковыми затылочными костями, окаймляющими большое затылочное отверстие. На каждой боковой затылочной кости имеется помыщелку для соединения с шейным позвонком.

Слуховой отдел представлен одной парой переднеушных костей и покровными чешуйчатыми костями.

Глазничный отдел у хвостатых образован глазоклиновидной костью, а у бесхвостых – клиновиднообонятельной.

Крыша мозгового черепа образована 2 парами костей: носовыми и лобнотемненными (у хвостатых лобные и теменные кости разделены).

Дно мозгового черепа образовано крупным крестообразным парасфеноидом, кпереди от которого располагаются парные покровные небные кости и сошники, на которых сидят мелкие зубы.

Остальная часть мозгового черепа остается хрящевой.

б) Висцеральный череп:

- Челюстная дуга:

Верхняя челюсть:

Небно-квадратный хрящ сохраняется на протяжении всей жизни. К нему прилегают ряд покровных костей: предчелюстная (межчелюстная) и верхнечелюстная спереди и с боков, квадратно-скуловая и чешуйчатая – сзади и сверху, крыловидная – сзади и снизу.

Нижняя челюсть:

Представлена меккелевым хрящом, прикрытым покровными костями: спереди подбородочно-челюстные, основную часть покрывают зубные кости, сзади – длинные угловые кости. Челюстной сустав образуют суставной отросток меккелева хряща и задний участок небно-квадратного хряща.

- Подъязычная дуга:

Верхний элемент подъязычной дуги – гиомандибуляре теряет функцию подвеска и превращается в стремечко – первую слуховую косточку, находящуюся в полости среднего уха, образовавшейся из брызгальца. Нижний элемент подъязычной дуги – гиоид и часть жаберных дуг формируют подъязычную ротовую пластинку с парными рожками для поддержания мышц дна ротоглоточной полости и языка.

Остатки жаберных дуг вместе с гиоидом образуют подъязычный аппарат, а также формируют хрящи гортани.

Парные конечности построены по типу системы рычагов, соединенных шарнирными суставами. Передние конечности у бесхвостых намного короче задних.

Передняя конечность образуется следующими элементами:

- 1) Плечо – плечевая кость;
- 2) Предплечье – кость предплечья (сросшиеся локтевая и лучевая кости);
- 3) Кисть:
 - а) запястье – 8–10 косточек, расположенных в 2–3 ряда;

б) пясть – 4 удлинённые косточки (по количеству пальцев), расположенные в 1 ряд;

в) фаланги пальцев – несколько коротких трубчатых косточек, составляющие 4 пальца и рудимент предпальца.

Задняя конечность состоит из следующих элементов:

1) Бедро – бедренная кость;

2) Голень – кость голени (сросшиеся большая и малая берцовые кости);

3) Стопа:

а) предплюсна – две косточки проксимального ряда удлинены и образуют добавочный рычаг, от дистального ряда предплюсны сохраняются 2–3 косточки;

б) плюсна – 5 удлинённых косточек (по количеству пальцев), расположенных в 1 ряд;

в) фаланги пальцев – несколько коротких трубчатых косточек, составляющие 5 пальцев, соединённых плавательной перепонкой.

Пояса конечностей:

Пояс передних конечностей (плечевой пояс) имеет вид полукольца, лежащего в толще мускулатуры. Основные элементы – парные лопатки и коракоиды, образующие суставные впадины для сочленения с головкой плеча. К лопаткам крепятся широкие надлопаточные хрящи для прикрепления мышц спины, а к коракоидам – хрящевые прокоракоиды, нижнюю сторону которых укрепляют ключицы. Внутренние концы прокоракоидов и коракоидов правой и левой сторон сливаются друг с другом. Кзади от места слияния отходит костная грудина с хрящевым концом, кпереди – предгрудинник, тоже с хрящевым концом.

Пояс задних конечностей (тазовый пояс) состоит из 3 элементов, в месте соединения которых образуется вертлужная впадина для присоединения головки бедра. Это длинные подвздошные кости, прикрепляющие тазовый пояс к крестцовому позвонку осевого скелета, седалищные кости и лобковый хрящ.

11.2 Строение скелета

Череп земноводных претерпел заметные изменения по сравнению с таковым рыб. В нем появляются признаки, свойственные типичным наземным животным. Наибольшие преобразования происходят в висцеральном черепе, где появляется аутостилия (нёбно-квадратный хрящ прирастает к мозговой коробке) и возникают

вторичные верхние челюсти из покровных костей. Подъязычная дуга преобразуется в элемент слухового аппарата (стремечко) и подъязычную пластинку. Редуцируется жаберный аппарат.

Мозговой череп имеет небольшое количество замещающих и покровных костей, в связи с чем он пожизненно сохраняется преимущественно хрящевым (рис. 46).

Затылочная область черепа содержит только две боковые затылочные кости хондрального происхождения. Обе они несут по мышцелку, с помощью которых череп крепится к позвоночнику.

Бока черепа в области слуховых капсул состоят преимущественно из хряща. Здесь развиваются лишь две переднеушные кости, лежащие сбоку и несколько впереди от затылочных костей. К переднеушным костям примыкает с внешней стороны парная покровная чешуйчатая кость. В области глазницы в передней ее части развивается одна кольцевидная клиновиднообонятельная кость. С верхней и нижней стороны она прикрыта лобнотемненными костями и парасфеноидом. Обонятельная капсула остается сплошь хрящевой. Все кости боков мозговой коробки, за исключением чешуйчатой, хондрального происхождения.

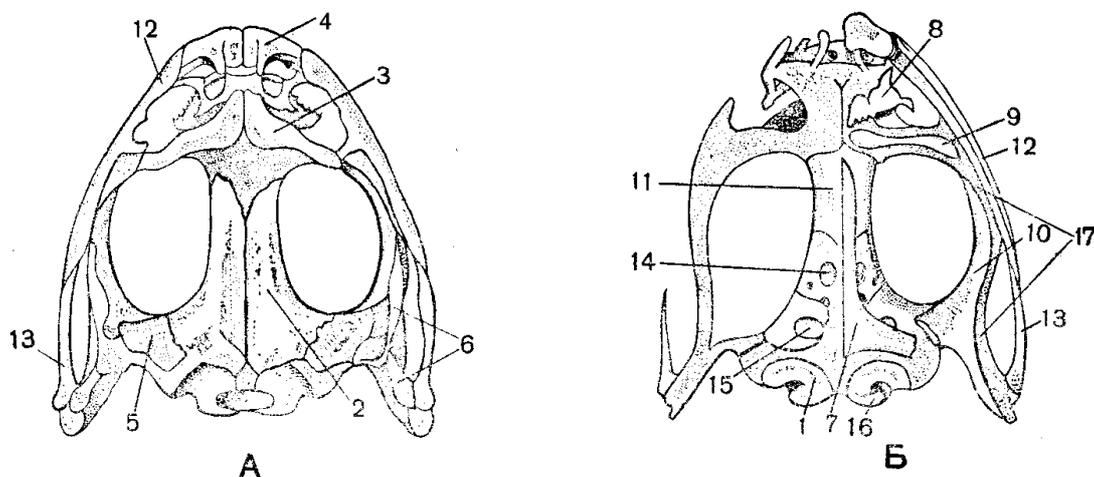


Рисунок 46 – Череп лягушки сверху (А) и снизу (Б)

1 – боковая затылочная кость; 2 – лобно-теменная кость; 3 – носовая кость; 4 – межчелюстная кость; 5 – переднеушная кость; 6 – чешуйчатая кость; 7 – парасфеноид (левая его половина); 8 – сошник; 9 – нёбная кость; 10 – крыловидная кость; 11 – клиновиднообонятельная кость; 12 – верхнечелюстная кость; 13 – квадратно-скуловая кость; 14 – отверстие для выхода зрительного нерва; 15 – отверстие для выхода тройничного нерва; 16 – затылочный мышцелок; 17 – нёбно-квадратный хрящ (на правом рисунке покровные кости с левой стороны удалены).

Крыша черепа формируется покровными костями. Основную часть мозговой коробки лягушки прикрывают лобно-теменные кости, возникающие в результате попарного слияния лобных и теменных костей. Впереди лобнотеменных костей, ближе к концу морды, находится парная носовая кость.

Дно черепа выстилают кости покровного происхождения – относительно крупный крестообразный парасфеноид и лежащий впереди него парный сошник. На сошниках у лягушек имеются сошниковые зубы. В формировании дна черепа принимают участие также некоторые кости висцерального черепа: в области обонятельной капсулы к сошникам примыкают парные небные кости, а глазницу подстилают две крыловидные кости.

Висцеральный череп представлен рядом дуг.

Челюстная дуга амфибий состоит из хряща и костных элементов. Небно-квадратный хрящ (первичная верхняя челюсть) прирастает к дну черепной коробки лягушки передними и задними концами (аутостилия). На нижней поверхности небно-квадратного хряща образуются уже упомянутые покровные небные и крыловидные кости. Квадратная кость не развивается, и задний отдел небно-квадратного хряща остается хрящевым.

Функцию верхних челюстей («кусающих» челюстей) выполняют вторичные челюсти, состоящие из покровных межчелюстных, или предчелюстных, и верхнечелюстных костей. Указанные кости несут мелкие зубы. Верхнечелюстная кость каждой стороны сочленяется с тонкой палочковидной квадратно-скуловой костью.

Нижняя челюсть представлена в основном меккелевым хрящом, прикрытым снаружи парными покровными зубными и угловыми костями. Передний конец меккелева хряща путем хондрального окостенения превращается в маленькую подбородочно-челюстную кость.

В связи с аутостилией подъязычная дуга перестает выполнять функцию прикрепления челюстей к черепу. В связи с этим гиомандибуляре, выполнявший роль челюстного подвеса, превращается в маленькую косточку – стремечко. Стремечко расположено в полости среднего уха и функционирует как слуховая косточка. Гиоиды и копула образуют хрящевую подъязычную пластинку, располагающуюся между ветвями нижней челюсти, и одну пару отходящих от пластинки передних рожков (отростков).

Позвоночник лягушки состоит из девяти позвонков и, в отличие от рыб, состоит из 4 отделов: шейного, туловищного, крестцового и хвостового (рис. 47).

Шейный отдел представлен единственным позвонком, отличающимся от туловищных позвонков тем, что он лишен поперечных отростков и тело его невелико.

Туловищный отдел бесхвостых земноводных состоит обычно из семи позвонков. Тела туловищных позвонков имеют спереди вогнутую, а сзади выпуклую поверхности. Позвонки такого строения называются продельными (рис. 48). Однако последний туловищный позвонок имеет амфицельный тип строения. Все позвонки туловищного отдела снабжены верхними дугами, образующими спинномозговой канал. Каждая дуга заканчивается слабовыраженным верхним остистым отростком. С боковых сторон тел позвонков отходят длинные поперечные отростки. У основания верхних дуг расположены две пары сочленовных отростков: передние и задние.

Крестцовый отдел представлен одним позвонком. К его поперечным отросткам крепятся кости пояса задних конечностей.

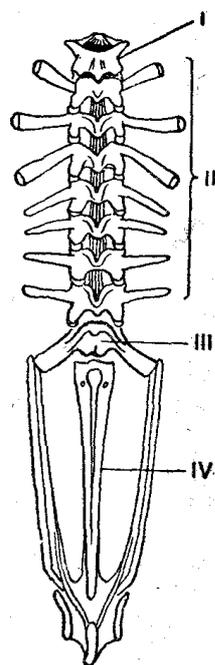


Рисунок 47 – Позвоночный столб лягушки с тазовым поясом
I – шейный отдел; II – туловищный отдел; III – крестец; IV – уростиль (хвостовой отдел).

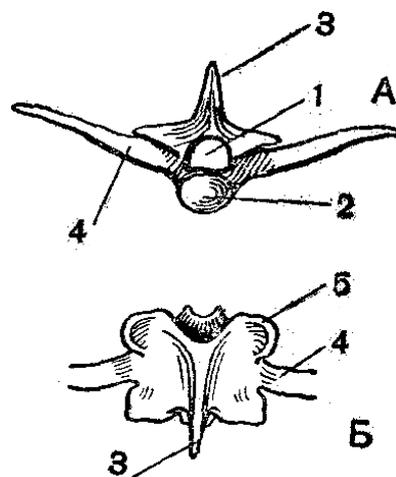


Рисунок 48 – Строение туловищного позвонка лягушки спереди (А) и сверху (Б)
1 – спинномозговой канал; 2 – тело позвонка; 3 – верхний остистый отросток; 4 – поперечный отросток; 5 – сочленовный отросток.

Хвостовой отдел позвоночника состоит из одной косточки, называемой уростилем. Она образована за счет срастания нескольких хвостовых позвонков, которые закладываются во время эмбрионального развития лягушки.

Плечевой пояс (рис. 49) имеет вид незамкнутого кольца или дуги, расположенной в передней части туловищного отдела. Спинная часть представлена лопаткой, к которой примыкает горизонтально расположенный надлопаточный хрящ. Два других элемента находятся на брюшной стороне пояса: относительно широкий коракоид и расположенный впереди хрящевой прокоракоид. На последнем лежит покровная кость – ключица. Лопатка, коракоид и прокоракоид с ключицей сходятся к месту причленения передней конечности, образуя сочленовную ямку. Внутренние концы коракоида и прокоракоида окаймляются прокоракоидным хрящом. Сзади шва между прокоракоидными хрящами расположена небольшая грудина, а впереди – предгрудинник. Обе эти кости заканчиваются хрящами. В связи с отсутствием ребер грудной клетки нет, и пояс передних конечностей лежит свободно в толще мускулатуры.

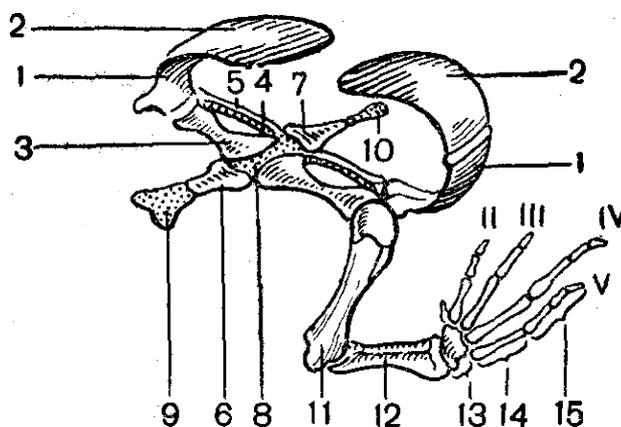


Рисунок 49 – Плечевой пояс и передняя конечность лягушки

1 – лопатка; 2 – надлопаточный хрящ; 3 – коракоид; 4 – прокоракоид; 5 – ключица; 6 – грудина; 7 – предгрудинник; 8 – прокоракоидный хрящ; 9 – хрящевая часть грудины; 10 – хрящевая часть предгрудинника; 11 – плечевая кость; 12 – предплечье (сросшиеся локтевая и лучевая кости); 13 – запястные кости; 14 – пястные кости; 15 – фаланги пальцев.

Тазовый пояс (рис. 50) лягушки, так же как и плечевой, состоит из трех пар элементов. Три элемента каждой стороны, по аналогии с плечевым поясом, соединяются в месте причленения конечности и образуют здесь сочленовную ямку, или вертлужную впадину.

Первая пара костей называется подвздошными костями. Их функция заключается в прикреплении пояса задних конечностей к осевому скелету через поперечные отростки крестцового позвонка. У лягушки в связи со своеобразным способом передвижения – прыганьем подвздошные кости имеют удлиненные передние концы – крылья подвздошной кости. Вторая пара костей – седалищные – расположены ниже и несколько сзади вертлужной впадины. Третий парный элемент – лобковый – остается у лягушки хрящевым. Лобковые хрящи направлены вперед и вниз.

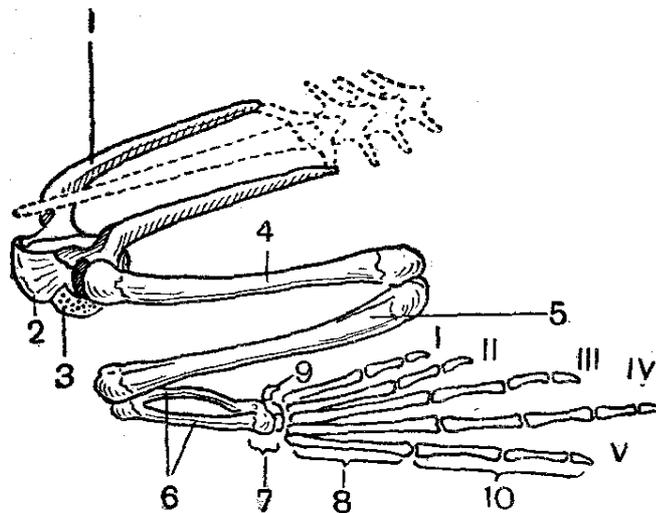


Рисунок 50 – Тазовый пояс и задняя конечность лягушки

1 – подвздошная кость; 2 – седалищная кость; 3 – лобковый хрящ;
 4 – бедренная кость; 5 – голень (сросшиеся большая и малая берцовые кости); 6 – предплюсневое кольцо (сросшиеся верхние предплюсневые кости); 7 – дистальные предплюсневые кости; 8 – кости плюсны; 9 – рудимент 6-го пальца; 10 – фаланги пальцев.

Таким образом, пояса конечностей лягушки построены по единой схеме, общей как для плечевого, так и для тазового пояса. В целом эта схема типична также и для большинства наземных позвоночных. Появление поясов конечностей подобного типа и возникновение связи их с осевым скелетом (тазовый пояс) также свидетельствует о прогрессивности строения скелета амфибий по сравнению со скелетом рыб.

Передние и задние конечности лягушки построены по единой схеме, характерной для всех наземных позвоночных. В типичном случае пятипалая конечность наземного позвоночного состоит из трех основных отделов, причем последний (дистальный) из них распадается в свою очередь на три подотдела.

I отдел – плечо в передней конечности, бедро в задней. Этот отдел всегда представлен одной костью, которая входит проксимальным концом в сочленовную впадину соответствующего пояса.

II отдел – предплечье в передней конечности, голень в задней. Отдел состоит из двух костей: локтевой и лучевой костей в предплечье, большой и малой берцовых костей в голени.

III отдел – кисть в передней конечности, стопа в задней. В этом отделе выделяются 3 подотдела.

В кисти:	В стопе:
1) запястье (Подотдел состоит из 9–10 косточек, расположенных в 3 ряда.)	1) предплюсна
2) пясть (Подотдел состоит из 5 удлиненных трубчатых костей, расположенных в один ряд)	2) плюсна
3) фаланги пальцев (Подотдел состоит из 5 продольных рядов, по несколько коротких трубчатых косточек в каждом ряду.)	

Строение конечностей лягушки несколько отличается от приведенной схемы, что вызвано специфичным способом передвижения.

В передней конечности (рис. 49) эти отличия выражаются в том, что следующие за плечом локтевая и лучевая кости срастаются в одну кость предплечья. Количество пальцев сокращено до четырех.

В задней конечности (рис. 50) голень представлена лишь одной костью, а не двумя, как следует из рассмотренной выше схемы. Кость голени образуется в результате срастания большой и малой берцовых костей. Две проксимальные косточки предплюсны сильно увеличиваются и, срастаясь концами, образуют своеобразное кольцо. Остальные кости предплюсны или срастаются, или редуцируются. Перед первым (внутренним) пальцем сохраняется рудимент добавочного (шестого) пальца.

Задания:

1 Рассмотреть:

1) Череп:

а) Мозговой череп:

Затылочный отдел: боковые затылочные кости, затылочное отверстие, затылочные мышечки.

Бока черепа: переднеушные, чешуйчатые, клиновидно-

обонятельные кости.

Крышу черепа: носовые, лобнотеменные кости.

Дно черепа: парасфеноид, парный сошник, небные, крыловидные кости.

б) Висцеральный череп:

Верхнюю челюсть: межчелюстные, верхнечелюстные, квадратно-скуловые кости.

Нижнюю челюсть: зубные и угловые кости.

Подъязычный аппарат: подъязычную пластинку с двумя парами рожков.

2) Позвоночник:

а) Отделы позвоночника: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой.

б) Туловищный процельный позвонок и его строение.

в) Пояса конечностей:

Плечевой пояс: лопатки, коракоиды, ключицы, надлопаточный хрящ, грудину, предгрудинник.

Тазовый пояс: подвздошные, седалищные кости, лобковый хрящ, вертлужную впадину.

г) Парные конечности:

Переднюю конечность: плечо, предплечье, кисть (запястье, пясть, фаланги пальцев).

Заднюю конечность: бедро, голень, стопу (предплюсну, плюсну, фаланги пальцев).

2 Зарисовать:

1) череп (вид сверху и снизу); 2) осевой скелет и туловищный позвонок; 3) плечевой пояс и переднюю конечность; 4) тазовый пояс и заднюю конечность.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1) Перечислить и охарактеризовать прогрессивные изменения в строении скелета земноводных, связанные с выходом на сушу.

2) Строение и особенности осевого скелета амфибий.

3) Каково строение черепа земноводных?

4) Охарактеризовать изменения в строении поясов конечностей у земноводных.

5) Строение парных конечностей наземного типа позвоночных животных и особенности конечностей земноводных.

ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ

Цель занятия: в процессе определения представителей земноводных закрепить навыки работы с таблицами и дорожками определения. Определить до вида наиболее массовых представителей местной батрахофауны. Ознакомиться с основными представителями местной батрахофауны.

Оборудование и материалы:

На двух студентов необходимы:

1. Набор фиксированного материала наиболее обычных видов хвостатых и бесхвостых земноводных.
2. Ванночка.
3. Иглы препаровальные.
4. Пинцет.
5. Линейка или штангенциркуль.
6. Лупа или бинокляр.

Таблица для определения отрядов земноводных:

- 1(2). Хвоста нет.....Бесхвостые земноводные (Anura).
2(1). Хвост есть.....См. 3.
3(4). Наибольшая ширина туловища укладывается в его длине (без хвоста) менее трех раз.....личинки Бесхвостых земноводных (Anura).
4(3). Наибольшая ширина туловища укладывается в его длине (без хвоста) более трех раз.....Хвостатые земноводные (Caudata).

ОТРЯД ХВОСТАТЫЕ ЗЕМНОВОДНЫЕ (CAUDATA)

Вытянутое удлиненное тело переходит в хорошо выраженный хвост. Конечностей две пары. У личинок по бокам головы расположены наружные жабры; есть передние и задние конечности. Наиболее обычные на территории Беларуси хвостатые земноводные относятся к семейству саламандровые (Salamandridae).

Таблица для определения родов и видов:

1. Наружных жабр нет.....См. 2.

- 2(5). Хвост в поперечном сечении округлый.....См. 3.
- 3(4). Хвост значительно (в 1,5-2 раза) длиннее туловища с головой.....Кавказская длиннохвостая саламандра (*Mertensiella caucasica*). Коричнево-черная с желтыми пятнами. Места обитания – западное Закавказье и прилегающие районы Малой Азии. В Беларуси не встречается.
- 4(3). Хвост равен или чуть длиннее туловища с головой.....Пятнистая саламандра (*Salamandra salamandra*). Темная с резко контрастными желтыми пятнами. Места обитания – южная и средняя Европа, Малая Азия. В Беларуси не обитает.
- 5(2). Хвост отчетливо сжат с боков.....См. 6.
- 6(7). Кожа гладкая или тонкозернистая, голова с продольными темными (иногда нерезкими) полосками. У самца в брачном наряде фестончатый спинной гребень.....Обыкновенный тритон (*Triturus vulgaris*). Спина бурая, иногда с темными пятнами, брюхо оранжевое с темными пятнами. Места обитания – Европа (нет в Крыму) и Западная Сибирь.
- 7(6). Кожа грубозернистая, голова без продольных полосок. У самца в брачном наряде спинной гребень глубоко зазубренный.....Гребенчатый тритон (*Triturus cristatus*). Спина черная или темно-коричневая с темными пятнами, брюхо оранжевое с черными пятнами. Места обитания – Европейская часть СНГ, кроме низовьев Волги и Урала; на север несколько заходит за 60° с.ш.; вся Европа, кроме ее юго-западной части.

ОТРЯД БЕСХВОСТЫЕ ЗЕМНОВОДНЫЕ (ANURA)

Характеризуются коротким, широким телом. Хвоста во взрослом состоянии нет. Позади глаз хорошо заметны округлые барабанные перепонки. У ряда видов по бокам тела тянутся кожистые валики – спинно-боковые складки. Задние конечности длиннее передних, их относительная длина различна у разных видов.

Таблица для определения семейств, родов и видов:

- 1(8). Зубов в верхней челюсти нет (пробовать иглой или пальцем).....Семейство Жабы (*Bufo*nae).
У нас встречаются только виды рода *Bufo*.....См. 2.
- 2(5). На нижней поверхности третьего (считая с конца) сочленения IV (самого длинного) пальца задней конечности один бугорок.....См. 3.

- 3(4). Конец IV (наружного) пальца передней конечности заходит за первое (с конца) сочленение III пальца или доходит до него.....Зеленая жаба (*Bufo viridis*).
Сверху серовато-зеленая или зеленовато-серая, иногда с темными пятнами. Места обитания – вся Европа (включая Крым и Кавказ), Казахстан, республики Средней Азии. Проникает даже в пустыни.
- 4(3). Конец IV (наружного) пальца передней конечности обычно далеко не доходит до первого (с конца) сочленения III пальца.....Монгольская жаба (*Bufo raddei*).
Сверху серовато-зеленая или темно-бурая, обычно с крупными темными пятнами. Места обитания – Корейский полуостров, северный Китай, Монголия, южная часть Приморья. В Беларуси нет.
- 5(2). На нижней поверхности третьего (считая с конца) сочленения IV (самого длинного) пальца задней конечности два бугорка.....См. 6.
- 6(7). Внутренний край предплюсны с продольной кожистой складкой.....Камышовая жаба (*Bufo calamita*).
Сверху серо-оливковая с темными пятнами и светлой продольной полоской вдоль спины. Места обитания – Западная Европа, западные районы Украины и Беларуси, Прибалтика.
- 7(6). Внутренний край предплюсны без продольной кожистой складки.....Обыкновенная жаба (*Bufo bufo*).
Сверху грязно-бурая, коричневатая или зеленовато-серая, одноцветная или с неясными темными пятнами. Места обитания – северная Африка, Европа, южные районы Сибири и Дальнего Востока, Корейский полуостров, Китай, Япония.
- 8(1). По краям верхних челюстей есть мелкие, плохо заметные зубы.....См. 9.
- 9(12). Концы пальцев расширены в диски.....Семейство Квакши (*Hylidae*).....См. 10.
- 10(11). Длина голени, отложенная от отверстия клоаки по спине 2 раза, доходит до линии, соединяющей, ноздри или передние края глаз. Если темная боковая полоска не образует петли вверх в области паха, то под глазом нет темного пятна.....Обыкновенная квакша (*Hyla arborea*).
Сверху однотонно-зеленая, серая, желтоватая или бурая; по бокам тела темная полоска, образующая в паху направленную вверх петлю. Места обитания – страны, примыкающие к Средиземному морю, Малая Азия, юго-запад СНГ.
- 11(10). Дважды отложенная по спине (от отверстия клоаки) длина голени доходит лишь до линии, соединяющей задние края глаз; если

заходит и дальше, то темная полоска на боку тела не образует петли вверх в области паха; часто под глазом есть темное пятно.....Дальневосточная квакша (*Hyla japonica*).
 Сверху травянистого цвета, иногда с темными пятнами, на боках неясная темная полоска без паховой петли. Места обитания – Япония, Корейский полуостров, Дальний Восток и на запад до южного Прибайкалья. В Беларуси не встречается.

12(9). Концы пальцев не расширены в диски.....См. 13.
 13(18). Задний край языка без вырезки.....См. 14.
 14(17). Внутренний пяточный бугор развит слабо.....Семейство Круглоязычные (*Discoglossidae*).....См. 15.
 15(16). Длина голени меньше длины ступни; концы пальцев (если смотреть сверху) такие же темные, как и все пальцы.....Краснобрюхая жерлянка (*Bombina bombina*).
 Сверху от светло-серого до темно-бурого цвета с неясными темными пятнами; брюхо желтое или оранжевое с черными пятнами. Обычна в Центральной и Восточной Европе.

16(15). Длина голени равна длине ступни или несколько превышает ее; концы пальцев сверху светлые.....Дальневосточная жерлянка (*Bombina orientalis*). Сверху разных оттенков серого цвета с темными пятнышками. Брюхо оранжевое или красное с черными пятнами. Места обитания – северный Китай, Корейский полуостров и Дальний Восток.

17(14). Внутренний пяточный бугор хорошо развит и имеет вид роговой лопатки.....Семейство Чесночницы (*Pelobatidae*).
 В СНГ один вид – Обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus*). Лоб между глазами выпуклый. Сверху светло-серая или буроватая с мелкими и крупными бурыми или черными пятнами. Места обитания – Европа, на восток до Аральского моря.

18(13). Задний край языка с хорошо выраженной вырезкой.....Семейство Лягушки (*Ranidae*).
 В СНГ один род – *Rana*.....См. 19.
 19(28). От глаза через барабанную перепонку к плечу идет темное, суживающееся назад височное пятно; у самцов резонаторы скрыты под кожей.....См. 20.
 20(21). Внутренний пяточный бугор высокий, сжатый с боков; в длине внутреннего пальца задней конечности он содержится 1-2 раза. Брюхо всегда одноцветное, белое.....Остромордая лягушка (*Rana arvalis*).

Сверху коричневатая, с большим числом мелких и крупных темных пятен. Места обитания – Европа, средняя полоса европейской части СНГ (нет в Крыму и на Кавказе) и Западная Сибирь.

21(20). Внутренний пяточный бугор низкий, округлый, в длине внутреннего пальца задней конечности укладывается 2-4 раза. Брюхо пятнистое или однотонное.....См. 22.

22(25). Морда округлая или тупая: расстояние от конца морды до переднего края глаза обычно равно промежутку между темными полосками у переднего края глаз.....См. 23.

23(24). Брюхо пятнистое (редко однотонное). Длина голени укладывается длине тела (от клоаки до конца морды) 2-2,5 раза.....Травяная лягушка (*Rana temporaria*).

Сверху разных оттенков коричневато-бурого цвета с большим числом мелких и крупных темных пятен. Снизу обычно беловатая или желтоватая с темными размытыми пятнами. Места обитания – Европа вплоть до Урала и южные районы Дальнего Востока (включая Сахалин).

24(23). Брюхо однотонное, при жизни розоватое или красноватое, длина голени укладывается в длине тела 1,5-2 раза.....Малоазиатская лягушка (*Rana macrocnemis*).

Сверху светло-бурая с темными пятнами. Места обитания – Малая Азия, Черноморское побережье Кавказа, Предкавказье. В Беларуси не обитает.

25(22). Морда несколько заостренная: расстояние от конца морды до переднего края глаза обычно больше промежутка между темными полосками у переднего края глаза.....См. 26.

26(25). Брюхо пятнистое; у живых в красных пятнах (у фиксированных – грязно-белое с темными пятнышками).....Сибирская лягушка (*Rana chensinensis*).

Сверху желтовато-бурая с темными пятнами, обычно ограничивающими светлую полосу вдоль середины спины. Места обитания – вся Сибирь от Урала до Сахалина, северо-восточный Казахстан, Киргизия, Китай. В Беларуси не встречается.

27(19). Височного пятна нет, у самцов есть наружные резонаторы, видимые как складки кожи в углах рта.....См. 29.

28(29). Внутренний пяточный бугор высокий: укладывается в длине внутреннего пальца задней конечности 1–3 раза. Резонаторы белые.....Прудовая лягушка (*Rana lessonae*).

Сверху зеленая или оливково-коричневая с большим или меньшим числом темных пятен. Брюхо чаще белое, без пятен. Места обитания – Европейская часть СНГ от Прибалтики до Волги.

29. Внутренний пяточный бугор низкий: укладывается в длине внутреннего пальца задней ноги 2-4 раза. Резонаторы серые или почти черные.....Озерная лягушка (*Rana ridibunda*). Сверху от зеленого до темно-бурого с черными или темно-зелеными пятнами. Брюхо грязно-белое, с темными, размытыми пятнами. Населяет Среднюю Европу и Малую Азию; в СНГ от Прибалтики до республик Средней Азии включительно.

Задания:

1. Последовательно определить сначала отряд, потом семейство, род и вид, к которым принадлежит предложенное животное.
2. Кратко записать дорожку определения и зарисовать внешний облик определенных особей.

Вопросы и задания для самоконтроля:

- 1) Дать систематическую характеристику земноводным, обитающим на территории Беларуси.
- 2) Чем лягушки отличаются от жаб?
- 3) Назовите отличительные признаки бурых и зеленых лягушек.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

- 1 Наумов, Н.П. Зоология позвоночных: часть 1: низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы, земноводные / Н.П. Наумов, Н.Н. Карташев. – М.: Высшая школа, 1979. – 333 с.
- 2 Карташев, Н.Н. Практикум по зоологии позвоночных / Н.Н. Карташев, В.Е. Соколов, И.А. Шилов. – М.: Высшая школа, 1969. – 372 с.
- 3 Константинов, В.М. Зоология позвоночных / В.М. Константинов, С.П. Наумов, С.П. Шаталова. – М.: Academia, 2000. – 495 с.
- 4 Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных / Т.А. Адольф [и др.]. – М.: Просвещение, 1977. – 191 с.
- 5 Наумов, С.П. Зоология позвоночных / С.П. Наумов. – М.: Просвещение, 1979. – 421 с.

Дополнительная

- 1 Жуков, П.И. Рыбы Беларуси / П.И. Жуков. – Мн.: Наука и техника, 1965. – 415 с.
- 2 Лопатин, И.К. Функциональная зоология / И.К. Лопатин. – Мн.: Вышэйшая школа, 2002. – 150 с.
- 3 Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР / А.Г. Банников [и др.]. – М.: Просвещение, 1977. – 415 с.
- 4 Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик. – Мн.: Наука и техника, 1985. – 190 с.
- 5 Рыбы: Популярный энциклопедический справочник / Белорус. Сов. Энцикл., Ин-т зоологии АН БССР; под ред. П.И. Жукова. – Мн.: БелСЭ, 1989. – 311 с.
- 6 Хадорн, Э. Общая зоология / Э. Хадорн, Р. Венер. – М.: Мир, 1989. – 528 с.
- 7 Сабанеев, Л.П. Рыбы России. Жизнь и ловля пресноводных рыб / Л.П. Сабанеев. – М.: АСТ «Астрель», 2001. – Т.1. – 480 с.; Т.2. – 544 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ

**Практическое руководство
для студентов специальности 1 – 31 01 01-02 –
«Биология (научно-педагогическая деятельность)»
часть 1
Низшие хордовые, круглоротые, рыбы, земноводные**

**Потапов Дмитрий Викторович
Гулаков Андрей Владимирович
Гончаренко Григорий Григорьевич
Зятков Сергей Александрович**

Подписано в печать _____. ЛВ № 02330/0133208 от 30.04.2004
г. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура
"Таймс". Уч.-изд. л. _____ Усл.-п.л. _____. Тираж _____.
Заказ № _____.

Учреждение образования «Гомельский государственный
Университет имени Франциска Скорины»
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

Отпечатано на полиграфической технике с оригинала – макета
Учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»
лицензия ЛП № 02330/0056611 от 16.02.2004 г.
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104