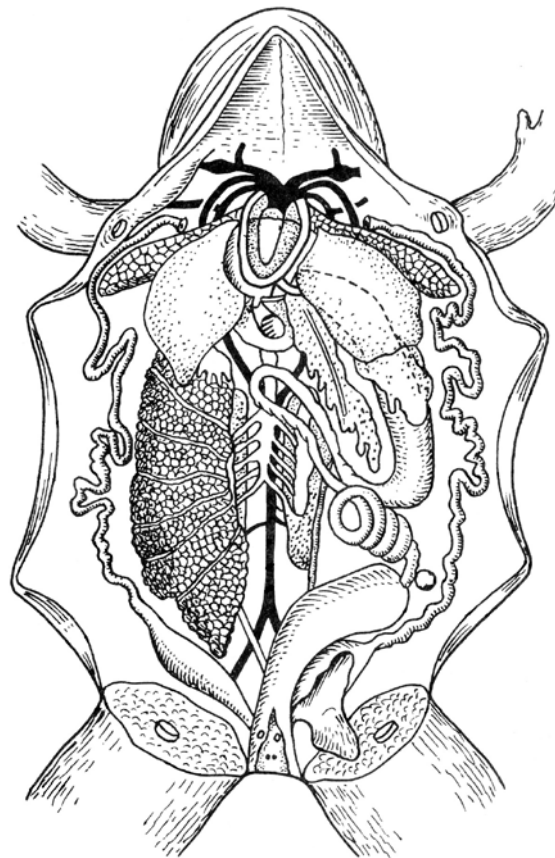


**РУКОВОДСТВО  
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО ЗООЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ**

**ГОЛОВОХОРДОВЫЕ КРУГЛОРОТЫЕ  
ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ КОСТНЫЕ РЫБЫ  
ЗЕМНОВОДНЫЕ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**



**Пенза 2007**

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. БЕЛИНСКОГО

УДК 591.4

**РУКОВОДСТВО  
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО ЗООЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ**

**ГОЛОВОХОРДОВЫЕ КРУГЛОРОТЫЕ  
ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ КОСТНЫЕ РЫБЫ  
ЗЕМНОВОДНЫЕ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Пенза 2007

Печатается по решению редакционно-издательского совета Пензенского государственного педагогического университета имени В. Г. Белинского

УДК 591.4

Рецензент – доктор биологических наук, профессор В. Ю. Ильин

**Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных: учебное пособие** – Составитель – Лукьянов С. Б. – Пенза: Изд-во ПГПУ, 2007. ... с.

Учебное пособие “Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных” составлено в соответствии с программой курса зоологии позвоночных для студентов естественных факультетов педагогических вузов. Оно состоит из описания лабораторно-практических занятий по анатомии и морфологии позвоночных животных.

Пособие рекомендовано для студентов заочного отделения естественно-географического факультета ПГПУ.

© Лукьянов С. Б., 2007

© Пензенский государственный педагогический университет им. В. Г. Белинского, 2007

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Занятие I. Внешнее и внутреннее строение ланцетника

Занятие II. Внешнее и внутреннее строение круглоротых

Занятие III. Внешнее и внутреннее строение хрящевых рыб

Занятие IV. Скелет хрящевых рыб

Занятие V. Внешнее и внутреннее строение костистых рыб

Занятие VI. Скелет костистых рыб

Занятие VII. Внешнее и внутреннее строение земноводных

Занятие VIII. Скелет земноводных

Библиографический список

## **ВВЕДЕНИЕ**

Содержание руководства и объем включенного материала соответствуют образовательному стандарту и учебной программе курса зоологии позвоночных естественно-географических факультетов педагогических вузов, а также существующей материальной базе. В нем освещаются все предусмотренные программой темы, за исключением таких видов занятий как определение животных, коллоквиумы и экскурсии в музей.

Для усиления целенаправленности в занятиях студентов, усвояемости материала и самоконтроля в каждое занятие введен раздел “Задание”. В нем дается перечень всего основного, что студент должен найти в рассматриваемых объектах, изучить и усвоить на каждом занятии.

Важным методическим дополнением является комплекс вопросов по каждому разделу курса, рассчитанный на углубление и развитие самостоятельной работы студентов. Он составлен применительно к существующей программе курса, но вопросы ориентируют не на буквальное повторение текста учебников, а на серьезное осмысление материала, в некоторых случаях на привлечение дополнительной и справочной литературы.

## УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАНЯТИЙ

Для успешного усвоения материала практических занятий по зоологии позвоночных большое значение имеет правильная организация процесса работы и овладение некоторыми элементарными приемами самостоятельной деятельности. В этой связи автор считает необходимым дать студентам несколько советов.

1. Прежде чем приступить к самостоятельной работе, целесообразно ознакомиться с общей характеристикой группы и изучаемым объектом. На занятии внимательно выслушайте объяснения и задания преподавателя.

2. Начиная изучение объекта, прочитайте задание, разберитесь в строении объекта и только после этого приступайте к рисованию. Никогда не начинайте рисовать, не разобравшись в строении животного.

3. Закрепляя объект в препаровальной ванночке, вкалывайте булавки в воск наклонно. Это создает удобство в работе, и булавки плотнее закрепляют объект.

4. Используйте нужные инструменты (скальпель, ножницы, препаровальные иглы) для препарирования органов. Не бойтесь поддерживать пальцами участки кожи, мышц, другие органы, что позволяет избежать лишнего повреждения объекта. Работайте и руками, это самый чувствительный инструмент.

5. При вскрытии не удаляйте внутренних органов, пока не узнаете, что это за органы и как они расположены и к какой системе принадлежат. Желательно разместить их так, что бы все было видно без удаления.

6. При изучении пищеварительной системы распутайте кишечный тракт, осторожно подрезая брыжейку. Разложив его рядом с объектом, можно увидеть его размеры и дифференциацию.

7. Для зарисовки изучаемых объектов пользуйтесь альбомами (желательно большого формата) или отдельными листами из папки для черчения (в этом случае все листы должны быть пронумерованы), набор цветных карандашей, хорошо отточенные простые карандаши, ластик.

Рисовать исследуемый объект необходимо. Для биолога это важнейший методический прием глубокого и детального анализа строения животного. Выполненный рисунок не только документ о проделанной работе, но и наглядный справочный материал, удобный для использования в будущей педагогической деятельности.

8. Рисунок должен быть крупным и четким. Вначале карандашом нанесите контуры объекта, его основные органы, затем их детали. Для сохранения правильных пропорций используйте приближенные промеры. После первоначального наброска обведите рисунок мягким карандашом.

9. Выделяйте на рисунке главные, наиболее характерные черты строения изучаемого объекта, опуская второстепенные, несущественные детали.

10. Рисунок располагайте на правой стороне развернутого альбома, а надписи к рисунку – на левой. Надписи делайте ручкой.

11. При изображении внутренних органов пользуйтесь цветными карандашами, окрашивая одну и ту же систему органов у разных животных одним цветом. Обычно пищеварительную систему окрашивают коричневым цветом, дыхательную – фиолетовым, выделительную – зеленым, половую – желтым, нервную – оранжевым. Для зарисовки кровеносной системы используйте красный и синий карандаши. Сосуды, несущие артериальную кровь, окрашивайте красным, а венозную – синим цветом. Учтите, что окраска органов у фиксированных животных может быть иной, чем у свежих.

12. Каждому рисунку дайте название, например: “Внутреннее строение акулы”, “Скелет лягушки” и т. д. Четко нарисуйте стрелочки, направленные на органы, и надписи названий органов.

13. Окончив работу, приведите в порядок рабочее место: вымойте ванночку и инструменты (последние необходимо вытереть насухо), остатки вскрытого животного сложите в специальный сосуд или отдельную ванночку, соберите книги и вытрите лабораторный стол.

**ТИП ХОРДОВЫЕ (*CHORDATA*)**  
**ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫЕ (*ACRANIA*)**  
**КЛАСС ГОЛОВОХОРДОВЫЕ (*Cephalochordata*)**

**Занятие I. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЛАНЦЕТНИКА**

**ЗАДАНИЕ**

**РАССМОТРЕТЬ:**

**Внешнее строение:** размеры и форма тела; плавники – спинной, подхвостовой и хвостовой; метаплевральные складки; предротовое отверстие с осязательными щупальцами; анальное отверстие.

**Внутреннее строение:** хорда; соединительнотканная оболочка; нервная трубка; миомеры; миосепты; парус со щупальцами; глотка с жаберными щелями; кишка; печеночный вырост; половые железы.

Поперечный разрез в области глотки: покровы; миомеры; метаплевральные складки; хорда; нервная трубка с невроцелем; глотка, пронизанная жаберными щелями; эндостиль; наджаберная бороздка; целомические мешки; половые железы; печеночный вырост; корни аорты.

Поперечный разрез в области кишечника: сопоставить расположение внутренних органов с предыдущим препаратом.

Кровеносная система: брюшная аорта; жаберные артерии; спинная аорта; передние и задние кардинальные вены. По рисунку проследить схему циркуляции крови.

**ЗАРИСОВАТЬ:**

1) общее расположение внутренних органов; 2) поперечный разрез в области глотки; 3) поперечный разрез в области кишечника; 4) схему кровеносной системы.

**ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ**

Внешнее строение ланцетника рассмотрим с помощью лупы на целых взрослых фиксированных особях, поместив их в чашку Петри с дистиллированной или кипяченой водой. В сырую воду класть не рекомендуется, так как осмотру будут мешать пузырьки воздуха.



Полупрозрачное тело животного имеет длину 5 – 8 см. Оно сжато с боков и заострено на обоих концах. 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. Плавниковая оторочка расчленена на отдельные плавниковые камеры, выполняющие опорную функцию. Внутренняя полость камер заполнена студенистым веществом. От атриопора по бокам тела тянутся вперед до предротного отверстия (оно заметно в виде небольшой впадины) две метаплевральные складки.

Через прозрачные кожные покровы хорошо видна мускулатура ланцетника, разделенная белыми косыми линиями на ряд мышечных сегментов – миомеров, покрывающих все тело животного от переднего конца головы до кончика хвоста. Белые линии образованы межсегментными перегородками – миосептами, а между ними натянуты волокна, составляющие отдельные миомеры. Миосепты и соответственно миомеры изогнуты под острыми углами, вершины которых направлены к переднему концу тела. Миомеры правой и левой сторон тела расположены по отношению друг к другу асимметрично: против целого миомера одной стороны находятся две половинки смежных миомеров противоположной стороны, что способствует большей подвижности тела в горизонтальной плоскости.

## **ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**

На тотальном препарате рассмотрим строение и взаиморасположение основных органов животного.

Вдоль всего тела ланцетника (примерно по средней линии) от головного отдела до хвоста тянется хорда. На препарате ясно видна ее поперечная исчерченность. Хорда вместе с нервной трубкой окружена соединительнотканной оболочкой. Отростки этой оболочки в виде миосепт разделяют мышечные сегменты. Головной конец хорды выдается далеко за передний край нервной трубки, что является специфической чертой бесчерепных.

Помимо хорды и соединительнотканного футляра, скелет ланцетника

образуют также опорные образования в межжаберных перегородках, спинном плавнике и предротовой воронке.

Над хордой расположена центральная нервная система, представленная нервной трубкой. Ее внутренняя полость носит название невроцеля. Поместив препарат под малое увеличение микроскопа, можно увидеть многочисленные темные пятнышки – глазки Гессе, которые располагаются в стенках нервной трубки ближе к ее внутренней поверхности. Глазки Гессе представляют собой образования, выполняющие светочувствительную функцию.

На переднем конце нервной трубки можно заметить непарную обонятельную ямку, являющуюся рудиментом невропора – отверстия, при помощи которого невроцель на ранних стадиях развития животного сообщается с внешней средой. Тут же 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.

Периферическую нервную систему ланцетника, представленную отходящими от трубки нервами, на препарате рассмотреть не удастся.

Под хордой расположена пищеварительная трубка. Она начинается предротовой воронкой, окруженной многочисленными осязательными щупальцами. Ротовая полость отделена от глотки кольцевидной складкой – парусом, на внутренней стороне которого находятся особые велярные щупальца. Стенки глотки пронизаны многочисленными косо расположенными жаберными щелями. Глотка постепенно переходит в недифференцированную кишечную трубку, заканчивающуюся в заднем отделе тела анальным отверстием, смещенным на левую сторону. От этой трубки, сразу же за глоткой, отходит вперед печеночный вырост, основная часть которого расположена с правой стороны глотки. Поэтому на препарате цельной особи печеночный вырост заметен в виде просвечивающего сквозь жаберный отдел желтоватого тела.

У половозрелых особей ланцетников заметны половые железы, 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.

Покровы представлены однослойным эпидермисом и тонким слоем кутикулы. На спинной стороне хорошо виден срез низкого спинного плавника. По бокам тела расположены сросшиеся под глоткой метаплевральные складки.

Основная часть верхней половины препарата занята туловищной мускулатурой, представленной на срезе несколькими миомерами. Это связано с наклонным положением верхней и нижней половины каждого миомера. На брюшной стороне тела виден также парный брюшной мускул, способствующий сокращению и расширению атриальной полости ланцетника при дыхании.

Примерно в центре препарата расположена хорда, имеющая на срезе овальную форму. Над хордой лежит нервная трубка с хорошо заметным невроцелем. От последнего к поверхности тела тянется щель – рудимент эмбрионального канала. Хорда и нервная трубка окружены соединительнотканной оболочкой, от которой отходят миосепты (на срезе их видно несколько).

Нижняя часть препарата представляет собой разрез глоточного отдела пищеварительной трубки и окружающей его атриальной полости. На срезе стенки глотки пронизаны большим количеством жаберных щелей (результат их наклонного положения). На дне глоточного отдела виден эндостиль. На спинной стороне глотки расположена наджаберная бороздка. По обеим сторонам наджаберной бороздки хорошо заметны срезы двух кровеносных сосудов – корней аорты.

Целомическая полость обнаруживается на препарате в виде двух каналов, расположенных непосредственно под хордой, и канала, лежащего под эндостилем. Печеночный вырост видел только на тех срезах, которые сделаны ближе к заднему концу глотки. У половозрелых особей на внутренних стенках метаплевральных складок в остатках целома расположены половые железы.

На препарате поперечного разреза ланцетника в области кишечника рассмотрим особенности строения хорды, нервной трубки, соединительноткан-

ной оболочки, кишки, целома и сопоставим взаиморасположение этих органов с тем, что было видно на предыдущем препарате.

Изучение кровеносной системы ланцетника следует осуществить с помощью таблиц и рисунков, поскольку на препаратах кровеносные сосуды не видны.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

Чем объясняется высокая обтекаемость тела при малой подвижности ланцетника? Чем представлена скелетная система ланцетника? Какие опорные (скелетные) элементы, кроме хорды, имеются у ланцетника? С какими органами они связаны, как устроены? Как устроены органы осязания, имеются ли органы слуха и равновесия, обоняния, вкуса? Охарактеризуйте особенности строения ротового аппарата и глотки? Что такое печеночный вырост, в чем проявляется гомология его печени позвоночных? Что такое атриальная полость у ланцетника? Опишите ее расположение, строение, назначение. Перечислите особенности кровеносной системы ланцетника, отличия от беспозвоночных, оболочников и позвоночных? Как устроены органы выделения у ланцетника? Опишите строение нефридиев: где они располагаются, с какими полостями связаны? Как происходит дробление яйца, гастрюляция, образование зародышевых листков, начальное органогенез?

**ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (*VERTEBRATA*)**  
**НАДКЛАСС БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ (*AGNATHA*)**  
**КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ (*Cyclostomata*)**

**Занятие II. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КРУГЛОРОТЫХ**

**ЗАДАНИЕ**

**РАССМОТРЕТЬ:**

**Внешнее строение:** форма тела; непарные плавники – спинные, хвостовой; голая слизистая кожа; предротовая воронка; ротовое отверстие; “зубы”; непарная ноздря; теменной глаз; наружные отверстия жаберных мешков; анальное и мочеполовое отверстия.

**Внутреннее строение:** пищеварительная система: язык; глотка; кишечник со спиральным клапаном; печень.

Органы дыхания: жаберные мешки; дыхательная трубка; внутренние отверстия жаберных мешков.

Кровеносная система: двухкамерное сердце, находящееся в околосердечной капсуле; венозный синус. По рисунку проследить схему циркуляции крови.

Органы выделения: почки, мочеполовой синус и сосочек.

Органы размножения: семенники, яичники.

Центральная нервная система: головной мозг (передний, промежуточный, средний мозг, мозжечок, продолговатый мозг); спинной мозг.

Скелет: Хорда в соединительнотканном футляре; зачатки позвонков; хрящи мозгового черепа; капсулы органов чувств; хрящи предротовой воронки; нерасчлененный жаберный скелет; околосердечный хрящ; лучи непарных плавников.

**ЗАРИСОВАТЬ:** 1) общее расположение внутренних органов; 2) поперечный разрез в области жаберного аппарата; 3) схему кровеносной системы.

## **ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ**

Удлиненное тело миноги подразделено на голову, туловище и хвост. 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. Кожистые непарные плавники поддерживаются тонкими хрящевыми лучами. Брюшная лопасть хвостового плавника сливается с небольшим анальным плавником.

Голова миноги небольшая, ротовое отверстие находится на дне присасывательной воронки, окаймленной кожными лепестками. Развернутая 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”. Симметрично, по бокам головы, расположены глаза, прикрытые полупрозрачной кожей. Наверху головы между глазами располагается отверстие органа обоняния – непарная ноздря. Позади ноздри хорошо заметно светлое пятно. Это просвечивает бугорок промежуточного мозга, состоящий из двух пузырьков.

На голове, вокруг и впереди глаз, заметны мельчайшие отверстия органа боковой линии; подобные отверстия располагаются и на туловище.

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 голая, богатая одноклеточными железами, залегающими в эпидермисе. В связи с этим тело живой миноги обильно покрыто густой, вязкой слизью, которая на теле консервированной миноги образует слой. Препарируя кожу под эпидермисом, можно видеть тонкий соединительнотканый

слои, никаких следов наружного скелета в нем нет. Туловищная мускулатура сегментирована, что заметно даже через кожу.

## **ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**

На продольном и поперечном разрезах тела миноги рассмотрим органы, лежащие в брюшной и околосоудной полости.

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 роговых пластинках над ротовым отверстием, а также на кончике языка, выступающего изо рта.

В передней части вскрытой полости тела лежит сердце, ограниченное сзади околосоудным 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.

Непарная половая железа налегает на пищеварительный канал сверху, занимая значительное место. Отвернув в сторону часть половой железы, увидим почки в виде парных лентовидных образований, подвешенных на брыжейке к спинной стороне и тянущихся до заднего конца полости тела. По нижнему краю почек проходят мочеточники, образующие мочеполовой синус, который открывается наружным отверстием на мочеполовом сосочке.

Органы дыхания – жаберные мешки. Они располагаются по обе стороны дыхательной трубки, с которой сообщаются внутренними жаберными отверстиями, пронизывающими ее боковые стенки. Жаберные мешки отделены друг от друга мускульными перегородками, в толще которых лежат хрящевые дуги, образующие своеобразную скелетную решетку. Впереди под жаберным скелетом находится мощная мускулатура языка.

На спинной стороне тела миноги, непосредственно над хордой, прохо-

дит спинномозговой канал, в котором располагается лентовидный спинной мозг. Головной мозг почти полностью заполняет маленькую черепную полость и переходит прямо в спинной мозг. Хорда у миноги хорошо выражена, ее передний конец подходит вплотную к головному мозгу.

На продольном разрезе тела миноги можно видеть лежащий над хордой спинномозговой канал. В спинномозговом канале находится спинной мозг, имеющий плоскую лентовидную форму. Спинной мозг прикрыт соединительнотканной оболочкой хорды, а с боков ограничен еще небольшими хрящиками – зачатками верхних дуг позвонков. Сверху спинномозговой канал прикрыт массивным слоем волокнистой ткани.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

В чем существенное отличие ротового аппарата круглоротых и остальных позвоночных? Чем вызвана такая специализация ротового аппарата у круглоротых? Как устроена кожа у круглоротых, каково назначение обильных выделений кожных слизистых желез? Особенности осевого скелета у круглоротых, строение хорды и назначение позвоночных дужек? Чем вызвано образование черепа у круглоротых? Как устроен осевой череп у миног? Охарактеризуйте особенности строения скелета ротового и жаберного аппарата? Опишите внешний вид головного мозга круглоротых, его отделы? Чем вызвано обособление головного мозга? Какова общая схема расположения кровеносных сосудов и сердца? Опишите устройство почек круглоротых, строение мочевых канальцев, их функции? Особенности организации личинки и ее образ жизни? Составьте перечень характерных черт организации круглоротых – примитивных и прогрессивных. Обратите внимание на измененные под влиянием паразитизма черты организации.



**НАДКЛАСС РЫБЫ (*PISCES*)**  
**КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ (*Chondrichthyes*)**

**Занятие III. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**  
**ХРЯЩЕВЫХ РЫБ**

**ЗАДАНИЕ**

**РАССМОТРЕТЬ:**

**Внешнее строение:** расчленение тела на голову, туловище и хвост; плавники – парные грудные и брюшные, непарные спинные, подхвостовой и хвостовой; ротовое отверстие; глаза; парные ноздри; брызгальца; чешуя; клоака; копулятивные органы.

**Внутреннее строение:** Пищеварительная система: ротовая полость; зубы; глотка; пищевод; желудок; тонкая, толстая кишка; спиральный клапан; печень; желчный пузырь; поджелудочная железа.

Органы дыхания: жаберные щели; межжаберные перегородки; жаберные лепестки.

Кровеносная система: двухкамерное сердце (предсердие и желудочек); артериальный конус; венозный синус; брюшная аорта; пять пар жаберных сосудов. Проследить схему циркуляции крови.

Органы выделения: туловищные почки; мочеточники.

Органы размножения: семенники; семяпроводы; яичники; яйцеводы.

Центральная нервная система: головной мозг (передний, промежуточный, средний мозг, мозжечок, продолговатый мозг); головные нервы; спинной мозг.

**ЗАРИСОВАТЬ:**

- 1) общее расположение внутренних органов;
- 2) головной мозг;
- 3) схему кровеносной системы.

## **ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ**

Форма тела удлинненно-веретенообразная; голова, заостренная спереди, без резких границ переходит в туловище, которое, постепенно сужаясь, образует хвостовой отдел, заканчивающийся гетероцеркальным хвостовым плавником. Тело акулы в поперечном разрезе представляет собой треугольник, вершина которого несколько закруглена. В хвостовом отделе оно значительно суживается к заднему концу и имеет в поперечном разрезе округло-овальную форму.

Непарные плавники представлены двумя спинными и хвостовым, огибающим задний конец тела. Передний спинной плавник располагается посередине туловища, задний – на хвостовом отделе. На переднем крае каждого спинного плавника имеется свободный колючий шип. Хвостовой плавник – гетероцеркальный, верхняя лопасть большая, окаймляет задний отдел тела, нижняя – значительно короче.

Парные плавники – передние и задние парные конечности – представлены грудными и брюшными плавниками.

Поворачиваем рыбу брюхом кверху и рассматриваем парные плавники. Передняя граница грудных плавников одновременно является задней границей головного отдела. Как в грудном, так и в брюшном плавниках следует отметить две части: мясистую лопасть при основании плавника, которая содержит внутренний хрящевой скелет и мускулатуру, и тонкую оторочку, представляющую собой дубликатуру кожи, в которой расположены роговые лучи – эластотрихии.

Для того чтобы придать грудным плавникам нормальное положение, следует оттянуть их в стороны и вперед. Грудные плавники имеют приблизительно треугольную форму с широким основанием. Основание переходит в задний, или постаксиальный, край кожной лопасти. Передний, или преаксиальный, край плавника обращен вперед и несколько кнаружи.

Основания грудных плавников занимают почти горизонтальное положение и являются продолжением плоской брюшной поверхности. Передний, краниальный, край плавника поднят вверх по сравнению с задним, каудальным.

Брюшные плавники лежат на брюшной поверхности туловища, соприкасаясь между собой своими внутренними, медиальными краями. У самцов на заднем конце постаксиального края каждого брюшного плавника развит особый мясистый вырост – копулятивный орган – птеригоподий.

Поступательное движение акулы в воде обеспечивается сильными изгибами хвостового отдела вправо и влево. Грудные и брюшные плавники, по существу, не являются органами поступательного движения, а лишь выполняют функции несущих плоскостей и управления движением вверх, вниз и в сторону.

На брюшной стороне тела между задними краями оснований брюшных плавников у хрящевых рыб располагается продольная широкая щель – это отверстие клоаки. Чтобы ее рассмотреть, нужно раздвинуть плавники в стороны.

Брюшные поры два щелевидных косых отверстия, лежащие по бокам заднего края клоаки и ведущие в брюшную полость.

Следует более детально рассмотреть голову катрана. Передний заостренный отдел – рыло, рострум лежит впереди двух расположенных на вентральной стороне носовых ямок, образующих входное и выходное отверстия обонятельной капсулы. Верхнее, меньшее, имеет округлую форму; нижнее, большее, – форму длинной носовой щели, обрамленной кожными складками. По бокам головы располагаются глаза удлинненно-овальной формы, сверху они частично прикрыты кожными складками – веками. По переднему и заднему краям глаза выступает белая белковая оболочка – склера, остальная часть его снаружи покрыта прозрачной оболочкой – роговицей из-под которой просвечивает радужная оболочка с блестящим пигментом. Последняя прорезана в середине зрачком, окаймленным черной пигментной линией. За глазом лежит косоовальная щель – брызгальце, соединяющее полость глотки с внешней средой. Кзади от брызгальца на границе боковой и брюшной поверхности тела расположены пять поперечных жаберных щелей. Каждая жаберная щель прикрыта спереди широкой кожной складкой. Последняя жаберная складка прикрывает собой не только жаберную щель, но и частично среднюю часть пояса грудных конечностей.

Поворачиваем акулу брюхом кверху. Теперь хорошо видны передние и задние ноздри и поперечно расположенное ротовое отверстие полукруглой формы. Обращают на себя внимание заостренные зубы верхней челюсти, расположенные в несколько рядов. Зубы нижней челюсти снаружи не видны. Верхняя челюсть окружена свободной кожной складкой, которая, дойдя до углов рта, отделяется снаружи от остальной кожи особой щелью и охватывает снаружи и изнутри скрытые в ней особые образования – губные хрящи.

Следует обратить внимание на кожные органы чувств, представленные небольшими отверстиями на поверхности кожи. Особенно отчетливо они видны в виде темных точек на вентральной поверхности рыла, на предротовой области и между ротовой и первой жаберной щелями. Хорошо видны они также на дорзальной стороне головы, на рыльной части и на надглазничной области. На туловище их легче рассмотреть чуть ниже горизонтальной септы – продольной линии, разделяющей мускулатуру туловища на спинную и брюшную части.

У скатов, ведущих придонный образ жизни, форма тела, форма и расположение парных и непарных плавников сильно изменены по сравнению с акулами. Тело ската имеет форму ромба, боковые острые углы которого образованы громадными разросшимися грудными плавниками, передние концы которых доходят до конца рыла, прирастают к боковым поверхностям головы и затрудняют проведение четкой границы между ней и туловищем. Пять жаберных отверстий расположены на брюшной поверхности. Наоборот тонкий, сплюснутый в дорзо-вентральном направлении хвостовой отдел хорошо отличается от туловищного.

Грудные плавники лежат в горизонтальной плоскости и имеют сильно разросшуюся мясистую основную часть, окаймленную по краю широкой кожной складкой, поддерживаемой кожными лучами. Брюшные плавники значительно меньших размеров и располагаются между задними концами грудных на границе туловищного и хвостового отделов. Каждый из них состоит из двух лопастей: передней узкой, направленной кнаружи, и задней,

более широкой, вытянутой назад. У самцов на внутренней стороне брюшных плавников также развиты копулятивные органы.

Обратите внимание на расположенную между брюшными плавниками продольную щель клоаки и лежащие за ней два отверстия брюшных пор.

Непарные плавники у скатов редуцированы. В отличие от акул движение скатов осуществляется за счет волнообразных изгибов грудных плавников, так что хвостовой отдел выполняет лишь функцию руля и органа защиты.

У скатов в связи с придонным образом жизни и уплощенной формой тела глаза сдвинуты на дорсальную поверхность головы. Лежащие позади глаз отверстия брызгалец относительно велики. У лежащего на дне ската через них в ротоглоточную полость поступает необходимая для дыхания вода. Передняя стенка брызгальца покрыта мелкими складочками, которые представляют собой ложную жабру. Жаберные отверстия в количестве пяти пар расположены полукругом на вентральной стороне тела. Чтобы их рассмотреть, нужно положить животное на спину. Несколько впереди от жаберных щелей лежит ротовое отверстие, имеющее вид поперечной, слегка изогнутой щели. Зубы у скатов также сидят в несколько рядов, но в отличие от акулы они уплощены и служат для раздваивания раковин моллюсков и панцирей ракообразных. Между отверстиями ноздрей и углами рта тянется кожная складка. Приподнимая ее, можно рассмотреть лежащую под ней назо-оральную борозду. Эта борозда способствует обмену воды в носовых капсулах при заборе скатом воды через рот во время плавания.

Кожные органы чувств достигают наибольшего развития на вентральной поверхности головы. Пользуясь лупой, можно обнаружить разветвленную сеть каналов органов боковой линии. Особенно сильно каналы ветвятся в области рыла, но некоторые из них переходят и на вентральную поверхность плавников. Такое сильное развитие органов боковой линии на брюшной стороне тела связано с придонным образом жизни.

По окончании внешнего осмотра можно более подробно ознакомиться со строением покровов. Проведя рукой сзади наперед по средней линии спи-

ны, легко убедиться в том, что кожа акулы имеет шероховатое строение, что зависит от присутствия мелких кожных зубчиков, или плакоидных чешуй. Вычленив одну из чешуй, рассмотрим ее под лупой. Каждая чешуя состоит из основной пластинки и загнутого назад зубца. Последний покрыт снаружи твердым слоем эмали.

У ската спинная поверхность покрыта плакоидными чешуями разной величины. Более крупные чешуи лежат вдоль средней линии тела и хвоста. Кроме того, отдельные крупные чешуи разбросаны между мелкой чешуей по всей спинной поверхности тела. По строению чешуя ската такая же, как и у акулы, в чем можно убедиться, вычленив ее и рассмотрев под лупой. Поворачивая ската брюшной стороной вверх, обратите внимание на то, что на этой стороне чешуя мелкая и расположена преимущественно по переднему краю рыла и грудных плавников.

## **ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**

Акулу помещают на ванночку спинной стороной книзу, прощупывают на брюшной стороне, чуть кпереди от преаксиальных краев грудного и брюшного плавников, грудной и брюшной пояс.

Делают продольный разрез по средней линии брюха, начиная от заднего края грудного пояса до переднего края заднего или тазового, пояса. Затем в обе стороны от переднего и заднего концов продольного разреза делают два поперечных разреза. Передний разрез ведут вдоль заднего края грудного пояса до основания плавника, задний – вдоль переднего края тазового пояса. Отворачивают обе стенки тела и отмечают хорошо заметную сегментацию мускулатуры. Примерно по середине отвернутой стенки тела проходит темная полоса – это заполненная кровью боковая вена.

Для скатов такого вскрытия недостаточно, поскольку передняя и задняя части полости остаются прикрыты поясами передних и задних конечностей. Чтобы рассмотреть все внутренние органы, необходимо удалить вентральные участки поясов конечностей. Для этого приподнимают пинцетом плечевой

пояс, расположенный между последними жаберными щелями, перерезают его по бокам на уровне жаберных щелей и удаляют вентральную часть. При этом следует учитывать, что непосредственно перед поясом лежит сердце; поэтому стараются его не повредить при вычленении хрящевых элементов пояса. Точно так же, сделав два разреза по краям, удаляют вентральную часть тазового пояса и только после этого приступают к рассмотрению общего расположения внутренних органов ската.

Обращают внимание на то, что вся брюшная полость акулы выстлана блестящей пленкой – брюшиной, у скатов она сильно пигментирована на спинной стороне. Большую часть брюшной полости занимает трехлопастная печень. Отвернув в сторону ее левую и среднюю доли, можно увидеть лежащий под ними широкий пищевод и нерезко отграниченный от него U-образно изогнутый желудок. У акул на месте изгиба к его дну тесно прилегает фиолетово-бурая заостренная на заднем конце селезенка. У скатов последняя располагается между ветвями петли желудка.

Заметным перехватом желудок отделяется от начальной части кишечника – тонкой кишки, носящей название двенадцатиперстной. Чтобы ее рассмотреть, нужно отвернуть правую долю печени, которой она прикрыта. К вентральной стенке двенадцатиперстной кишки плотно прилегает брюшная доля поджелудочной железы. Далее идет расширенный отдел кишечника – толстая кишка. На ее стенке хорошо заметны поперечные полосы – места прикрепления складки спирального клапана. Еще дальше следует более узкий отдел – прямая кишка, от дорзальной стенки которой отходит пальцевидная, или ректальная, железа. Прямая кишка впадает в клоаку, открывающуюся наружу клоакальным отверстием. Отвернув печень и желудок вверх и влево, следует обратить внимание на то, что задний отдел пищевода, желудок, селезенка, двенадцатиперстная кишка и передняя половина толстой кишки подвешены к спинной стенке тела при помощи широкого мезентерия.

Под местом прикрепления мезентерия к спинной стенке тела, вдоль вентральной поверхности позвоночника, проходит обычно запустевающий сосуд

– спинная аорта. По бокам от нее расположены два темных широких сосуда – задние кардинальные вены.

Кнаружи от задних кардинальных вен располагаются почки, прикрытые брюшиной. У акул они тянутся вдоль всей брюшной полости, расширяясь в задней части, у скатов имеют дольчатое строение и занимают заднюю половину брюшной полости. На уровне переднего края печени, по бокам от нее и частично соединяясь с ней при помощи брыжеек, помещаются половые органы самца – семенники или самки – яичники.

Следует отметить, что на уровне переднего конца печени задние кардинальные вены расширяются, образуя обширные синусы, наполненные кровью.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

Опишите строение кожи хрящевых рыб, строение плакоидной чешуи, ее развитие. Из чего развиваются и как устроены позвонки акул? Как устроена зубная система акул и скатов? Что такое висцеральные дуги, каково разделение их на группы, расчленение? Как подразделен кишечник у акул? Как происходит акт дыхания, как набирается и пропускается через жабры вода, что служит направляющими клапанами? Назовите главные артерии и главные вены акул. Опишите строение и расположение почек. Особенности строения почки самцов, ее связь с семенником, строение мочеочника, строение яичника, устройство яйцеводов. Опишите особенности внешнего вида головного мозга акул. Опишите строение органа обоняния – расположение, наружные отверстия, строение внутренней поверхности. Как устроен орган боковой линии, что воспринимает, где расположен, какими нервами иннервируется? Что нового, по сравнению с круглоротыми, можно отметить в строении глаза у акул? Что нового появляется в органе слуха и равновесия? Чем это вызвано?



## ЗАНЯТИЕ IV. СКЕЛЕТ ХРЯЩЕВЫХ РЫБ

### ЗАДАНИЕ

#### РАССМОТРЕТЬ:

**Мозговой череп:** отделы черепа; роstrум; фонтанель.

**Висцеральный череп:** губные хрящи; челюстная дуга; подъязычная дуга; жаберные дуги.

**Позвоночник:** Отделы позвоночника: туловищный и хвостовой. Амфицельный позвонок и его строение.

**Конечности и их пояса:** Плечевой пояс; тазовый пояс; базальные хрящи свободных конечностей; радиальные лучи; кожные лучи; непарные плавники.

#### ЗАРИСОВАТЬ:

1) череп (вид сбоку); 2) скелет парных конечностей и их поясов.

### ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Мозговой череп представлен в виде цельной хрящевой капсулы – мозговой коробки с широким основанием – дном черепа. На ее переднем конце находится вырост – роstrум из трех палочковидных хрящей, срастающихся между собой впереди. По бокам основания роstrума, слившись с мозговой коробкой, лежат обонятельные капсулы, на нижней стороне которых находятся большие отверстия.

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, вращая в мозговую коробку, расположены слуховые капсулы. Стенки черепа пронизаны отверстиями 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.

Первая и вторая (передние) из этих дуг сильно редуцированы и образуют губные хрящи.

Третья дуга – челюстная, состоит из двух парных хрящей – небноквадратного 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 небо-квадратных хрящей подвижно сочленяются с задними концами меккелевых хрящей.

За челюстной дугой следует четвертая – подъязычная дуга. Ее ближний к черепу отдел – гиомандибуляре верхним концом причленяется к черепу в слуховом отделе, 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 на уровне дна глотки соединяются между собой посредством непарного элемента этой дуги – копулы.

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 отдельных дуг.

От подъязычной и от всех жаберных дуг радиально к периферии тела акулы отходят многочисленные хрящевые лучи, поддерживающие, стенки межжаберных перегородок.

Позвоночник прочно сочленен с затылочным отделом мозгового черепа и от затылочной части черепа продолжается до конца хвоста, заходя в его верхнюю лопасть. Каждый туловищный позвонок 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 ребра. Нижние дуги позвонков хвостового отдела смыкаются и образуют гемальный канал, в котором проходят хвостовые артерия и вена. Между верх-

ними дугами позвонков находятся хрящевые вставочные пластинки.

Плечевой пояс в виде парной хрящевой дуги лежит свободно в толще туловищной мускулатуры, непосредственно за последней жаберной щелью. Нижние, или коракоидные, 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.

Скелет грудных плавников в виде трех основных хрящей, или базалий, причленяется к соответствующим выступам на плечевом поясе. Эти хрящи, в свою очередь, несут более мелкие хрящи, или радиалии, расположенные в два-три ряда, а края плавников поддерживаются тонкими эластотрихиями.

Тазовый пояс состоит из одного плоского хряща, лежащего перед клоакой.

В скелете брюшного плавника две базалии, к которым причленяются мелкие радиальные хрящи, края плавника поддерживаются эластотрихиями.

Скелет непарных плавников состоит из массивных, расчлененных хрящевых лучей.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

Как устроена и какую роль выполняет у акул хорда? Из чего развиваются и как устроены позвонки акул? На какие отделы подразделяется позвоночник, их отличия? В чем заключаются функции позвоночника? Охарактеризуйте общее строение черепа – форма, отделы осевого черепа. Имеются ли отличия от черепа круглоротых? В чем выражаются особенности челюстной дуги, ее прикрепления к осевому черепу? Каково строение и функции подъязычной дуги? Какие типы подвески челюстей бывают еще, кроме гиостилического? Для чего нужна расчлененность жаберных дуг? Опишите строение скелета непарных и парных плавников и их происхождение, строение переднего и заднего поясов.

**НАДКЛАСС РЫБЫ (*PISCES*)**  
**КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ (*Osteichthyes*)**

**Занятие V. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**  
**КОСТИСТЫХ РЫБ**

**ЗАДАНИЕ**

**РАССМОТРЕТЬ:**

**Внешнее строение:** Расчлененность тела на голову, туловище и хвост; плавники – парные грудные и брюшные; непарные: спинной, анальный и хвостовой; ротовое отверстие; глаза; парные ноздри; жаберные крышки; боковая линия; половое, выделительное и анальное отверстия; костная чешуя.

**Внутреннее строение:** Пищеварительная система: ротовая полость; глотка; пищевод; желудок; двенадцатиперстная, тонкая, толстая, прямая кишка; пилорические выросты; печень; желчный пузырь; поджелудочная железа.

Органы дыхания: четыре пары жабр.

Кровеносная система: двухкамерное сердце (предсердие и желудочек); луковица аорты; брюшная аорта; четыре пары жаберных артерий. По рисунку проследить схему циркуляции крови.

Органы выделения: туловищные почки; мочеточники.

Органы размножения: семенники; яичники; половые протоки.

Центральная нервная система: головной мозг (большие полушария переднего мозга с обонятельными долями, промежуточный, средний мозг, мозжечок, продолговатый мозг); перекрест зрительных нервов (хиазма); спинной мозг.

**ЗАРИСОВАТЬ:**

- 1) общее расположение внутренних органов; 2) головной мозг (сверху);
- 3) схему кровеносной системы.

## **ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ**

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

Рот расположен на переднем конце головы. 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 образуется одна жаберная щель.

Парные плавники, сравнительно с таковыми хрящевых рыб, уплощены и расположены в вертикальной плоскости.

Хвостовой плавник гомоцеркальный. 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 анальный плавник. Перед ним в общем углублении лежат три отверстия: анальное, половое и выделительное.

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

Тело костистых рыб покрыто костной чешуей, состоящей из прозрачных костных пластинок. Каждая чешуйка лежит в особом кармане. Чешуи налегают друг на друга в виде черепицы.

Выделим одну чешуйку пинцетом и рассмотрим ее на свет или под микроскопом. Чешуя может быть циклоидная (с гладким краем) и ктеноидная (с зазубренным краем). На чешуе заметны светлые (широкие) и темные (узкие) годичные 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. Подсчи-

тав светлые и темные кольца на чешуе рыбы, можно определить ее возраст.

Тело рыбы покрыто слизью, что способствует лучшему передвижению рыбы в плотной водной среде.

## **ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**

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 тупой 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.

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. От полости тела околосердечное пространство отделено 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. Степень их развития зависит от времени добычи рыбы и ее возраста. Семенники отличаются молочно-кремовым цветом, вследствие чего их называют молоками. Яичники представлены вытянутыми мешками желтовато-оранжевого цвета с зернистой структурой.

Глубже всех органов, под позвоночным столбом, лежит плавательный пузырь.

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

Для того чтобы обнажить головной мозг, необходимо осторожно снять черепную крышку. Возьмите рыбу в левую руку спиной кверху, головой от себя. Сделайте поперечный разрез ножницами в задней части мозговой коробки в области затылка. Проведите боковые разрезы по краям черепной коробки вперед. Завершите работу поперечным разрезом в передней части головы (перед самыми глазами). Захватите крышку черепа пинцетом и осторожно снимите ее.

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.

Средний мозг заметно крупнее остальных отделов. Сверху заметны две крупные зрительные доли. Мозжечок также достаточно велик. Он налегает на продолговатый мозг.

Продолговатый мозг постепенно переходит в спинной. Сверху заметна ромбовидная ямка – четвертый желудочек мозга.

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

Для рассмотрения головного мозга снизу нужно перерезать продолговатый мозг и запрокинуть мозг вперед. Его будут удерживать крупные

зрительные нервы, идущие в основание черепа и образующие перекрест (хиазму). Когда мозг удастся перевернуть, можно увидеть небольшой округлый вырост – гипофиз, отходящий от нижней стороны промежуточного мозга.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

Как устроена кожа и кожный скелет у костистых рыб? Что такое “костная” чешуя, в каких двух формах она встречается, как располагается в коже, производным какого слоя кожи является? Существует ли зависимость размеров чешуи от степени быстротходности рыбы? Назовите и охарактеризуйте отделы пищеварительного тракта костистых рыб. Какие из трех видов обработки пищи (механический, химический, микробиологический) наиболее развиты? Опишите строение жаберного аппарата костистых рыб, обратив особое внимание на отличия от устройства жабр у хрящевых рыб. Как осуществляется жаберное дыхание у костистых (и у хрящевых рыб) рыб, какова роль жаберной крышки? Как редукция жаберного аппарата сказывается на строении и составе артериальных дуг, сколько их остается у костистых рыб? Какие отличия имеются в строении первичной почки у костных и хрящевых рыб? Какие особенности отличают репродуктивную систему костистых рыб от системы акулловых рыб. Как и куда у костистых рыб выводятся из гонад половые продукты, используются ли у них для этой цели выводные протоки головной и первичной почки? Какими особенностями отличается головной мозг костистых рыб от мозга акулловых?



## Занятие VI. СКЕЛЕТ КОСТИСТЫХ РЫБ

### ЗАДАНИЕ

#### РАССМОТРЕТЬ:

**Мозговой череп:** Затылочный отдел: нижняя затылочная, боковые затылочные, верхняя затылочная кости.

Бока черепа: ушные, основная клиновидная, крылоклиновидные, глазоклиновидные, боковые обонятельные, носовые, слезная кости.

Крыша черепа: теменные, лобные, средняя обонятельная кости.

Дно черепа: парасфеноид, сошник.

**Висцеральный череп:** Верхняя челюсть и производные небноквадратного хряща: межчелюстные и верхнечелюстные кости, небные, квадратные, крыловидные кости.

Нижняя челюсть: сочленовные, зубные и угловые кости.

Подъязычная дуга: гиомандибуляре, симплектикум, гиоид, копула.

Жаберные дуги.

Жаберная крышка.

**Позвоночник:** Отделы позвоночника: туловищный и хвостовой. Туловищный позвонок и его строение: тело, верхняя дуга, верхний остистый отросток, поперечные отростки. Нижний остистый отросток хвостового позвонка.

**Пояса конечностей:** Плечевой пояс: лопатка, коракоид, клейтрум. Тазовый пояс: тазовая кость.

**Конечности:** Грудной плавник: радиалии, лучи плавника. Брюшной плавник: лучи плавника. Хвостовой плавник: прохождение хвостового отдела позвоночника в верхнюю лопасть плавника, лучи плавника.

#### ЗАРИСОВАТЬ:

1) череп вместе с висцеральным аппаратом; 2) мозговой череп (вид сбоку); 3) туловищный и хвостовой позвонки; 4) плечевой пояс с грудным

плавником.

## **ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ**

Череп костистых рыб характеризуется сложностью строения, возникшей в результате появления большого количества хондральных и покровных окостенений.

Затылочный отдел представлен четырьмя затылочными костями, которые окружают затылочное отверстие. Сверху лежит верхняя затылочная кость, по бокам – боковые затылочные кости, снизу расположена основная затылочная кость. Все кости этого отдела хондрального происхождения.

Бока черепа представлены пятью ушными костями, расположенными в задней части черепа. Заднюю часть глазницы выстилают крылоклиновидная и основная клиновидная кости. Клиновидные кости хондрального происхождения. В передней части глазницы расположена слезная кость, пронизанная слезным каналом. Глазничное кольцо, ограничивающее глазную впадину, образовано подглазничными костями. Слезная кость и подглазничные кости покровного происхождения.

Крыша черепа образована рядом костей. Парные теменные кости лежат по бокам верхней затылочной кости. Крупные лобные кости соединяют затылочный отдел с межобонятельной 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.

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 и верхнечелюстной костями. Эти кости обычно несут зубы и служат для захвата и удержания пищи.

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. Ее верхний элемент – гиомандибуляре соединяет мозговой череп с челюстями и служит подвеском. 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 двух верхних и двух нижних элементов. Пятая жаберная дуга значительно редуцирована и представлена лишь одним нижним элементом. У растительноядных рыб 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 состоит из амфицельных позвонков. Между ними залегает хорда, проходящая сквозь тела позвонков в виде тяжа и в целом имеющая четковидную форму.

Туловищный позвонок 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.

Плечевой пояс представлен костями хондрального происхождения – лопаткой и коракоидом. Лопатка уплощенная, 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 – надклеитрум и заднетеменную кость – плечевой пояс неподвижно крепится к черепу.

Тазовый пояс прост и имеет форму треугольной кости.

Грудной плавник заметно упрощен. Базалии отсутствуют, имеются лишь радиалии, от которых отходят кожные плавниковые лучи.

Брюшной плавник не имеет ни базалий, ни радиалий. Лучи плавника прикрепляются непосредственно к тазу.

Непарный спинной плавник состоит из кожных плавниковых лучей. Они могут быть ветвистыми или неветвистыми. Основания их представлены радиалиями спинного плавника.

Хвостовой плавник у костистых рыб гомоцеркальный. Если посмотреть на свет, то видно, что позвоночник заходит в верхнюю лопасть.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

Как устроен осевой скелет костистых рыб (сохраняется ли хорда, как устроены позвонки в разных отделах позвоночника, что значит термин “амфицельный” и т.д.)? Перечислите первичные окостенения осевого черепа по функциональным отделам (где развиваются окостенения мозговой коробки – ее затылочная часть, дно, боковые стенки, межглазничная перегородка)? Перечислите кости первичных и вторичных челюстей. Какие окостенения развиваются в подъязычной и жаберных дугах? Опишите особенности скелета грудных плавников. Какими элементами он причленяется к плечевому поя-

су? Как выражены в скелете хвостового плавника следы гетероцеркальности?

## **Занятие VII. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ**

### **ЗАДАНИЕ**

#### **РАССМОТРЕТЬ:**

**Внешнее строение:** Расчлененность тела на голову и туловище; передние и задние конечности (плечо, предплечье, кисть, бедро, голень, стопа); голая слизистая кожа; отверстие клоаки; внешние и внутренние ноздри (хоаны); глаза с тремя подвижными веками; барабанная перепонка; резонаторы (у зеленых лягушек); височное пятно (у бурых лягушек); ротовое отверстие; язык; евстахиевы трубы.

**Внутреннее строение:** Пищеварительная система: ротоглоточная полость; зубы; пищевод; желудок; двенадцатиперстная, тонкая, прямая кишка; печень; желчный пузырь; поджелудочная железа.

Органы дыхания: гортанная щель; гортань; бронхи; легкие.

Кровеносная система: трехкамерное сердце (два предсердия и желудочек); брюшная аорта; две системные дуги аорты; передние полые вены; задняя полая вена; два круга кровообращения. По препарату и рисунку проследить схему циркуляции крови.

Органы выделения: почки; мочеточники; мочевого пузырь.

Органы размножения: семенники; семяпроводы; семенные пузырьки; яичники; яйцеводы; жировые тела.

Центральная нервная система: головной мозг (большие полушария переднего мозга с обонятельной долей, промежуточный мозг, зрительные доли среднего мозга, мозжечок, продолговатый мозг); спинной мозг.

#### **ЗАРИСОВАТЬ:**

1) общее расположение внутренних органов; 2) головной мозг (вид свер-

ху); 3) схему кровеносной системы (домашнее задание).

### **ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ**

Тело лягушки подразделяется на голову и туловище. Шейный отдел почти не выражен, и голова непосредственно переходит в туловище. Хвоста нет (последнее – специфика отряда бесхвостых). Развиты парные конечности – передние и задние.

Покровы представлены голой слизистой кожей, лишенной каких-либо костных образований. Эпидермис обладает большим количеством многоклеточных желез. Их функция заключается в секретировании слизистого вещества, которое предохраняет кожу от иссушения (что особенно важно при кожном дыхании) и от других неблагоприятных внешних факторов. У некоторых амфибий кожные железы служат защитой от врагов, поскольку выделяют ядовитую слизь. Кутис у лягушки развит относительно слабо.

Кожа лягушки легко смещается относительно тела в связи с тем, что под ней лежат большие лимфатические полости. Кожа оказывается связанной с нижележащими мышцами лишь вдоль перегородок, разграничивающих эти полости.

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

Глаза лягушки снабжены подвижными веками, защищающими глаза от загрязнения и высыхания. При этом, помимо верхнего и нижнего века, имеется третье веко, или мигательная перепонка, которая надвигается на глаза спереди.

Глазные яблоки лягушек относительно велики по размерам и выдаются как над поверхностью головы, так и внутрь ротовой полости. В результате первого достигается перископия зрительного аппарата, позволяющая погруженной в воду лягушке видеть окружающее над поверхностью воды. Способность глазных яблок вдвигаться внутрь ротовой полости при акте заглатывания пищи помогает проталкиванию пищевого комка в пищевод.

Наружные ноздри изнутри закрываются особыми клапанами.

Барабанная перепонка закрывает снаружи полость среднего уха, появление которого также вызвано наземным образом жизни и является прогрес-

сивной чертой по сравнению с рыбами.

У сухопутных, так называемых бурых, лягушек (травяной, остромордой и др.) от заднего края глаза через барабанную перепонку тянется черная полоса (височное пятно), являющаяся одним из систематических признаков бесхвостых амфибий. У самцов зеленых лягушек (озерной, 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.

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. Позади хоан находятся две группы сошниковых зубов. Несколько далее хорошо заметны глазные яблоки.

Для рассмотрения задней части ротовой полости надрежем ножницами углы рта и сильно отогнем нижнюю челюсть. 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 с щелью находится вход в пищевод.

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 (прыжки) 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. Последняя особенно сильно развита в период размножения, ранней весной. Половая бородавка служит для удержания самки при спаривании.

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.

### **ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**

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 и закрепим булавками. 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. Следует лишь проводить продольный разрез не по средней линии, а сбоку от брюшной вены, с тем, чтобы избежать кровотечения. При перерезке костей пояса передних конечностей необходимо соблюдать осторожность, стараясь не повредить лежащее глубже сердце. После этого отвернем в стороны и закрепим булавками лоскуты мускулатуры, прикрепим заново передние конечности (их натяжение ослабло после разрезания плечевого пояса) и осторожно промоем препарат водой. Не рекомендуется удалять ни один из внутренних органов. Можно лишь аккуратно расправить кишечник и разложить его рядом с животным.

### **ОБЩЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ**

В верхней части полости тела лежит трехкамерное сердце. 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. Для того чтобы их лучше рассмотреть, введем тонкий конец стеклянной трубочки в гортанную щель и, действуя резиновой грушей, осторожно наполним легкие воздухом. Отметим тонкостенность легочных мешков, слабую ячеистость их поверхности и сеть кровеносных сосудов в их стенках.

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

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, кото-

рая свернута клубком. Толстый отдел кишечника плохо заметен, а прямая кишка, наоборот, выражена очень четко. На брюжейке примерно, на уровне переднего края прямой кишки лежит бордового цвета селезенка. 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, 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, 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.

Для изучения строения головного мозга снимаем кожу с головы животного. Затем делаем небольшой поперечный разрез сразу же за головой. Перегнув тело лягушки по проведенному разрезу, вводим острие ножниц в открывшийся затылочный отдел и осторожно надрезаем череп с боковой стороны к глазу. То же проделываем с другой стороны. Аккуратно приподнимаем пинцетом надрезанную крышу черепа вверх, перегибаем вперед и отрезаем. Если после этого часть мозга остается все же прикрытой костями, их следует обломать пинцетом.

Для рассмотрения мозга с нижней стороны обрезаем отходящие от мозга нервы и осторожно поднимаем его за продолговатый мозг кверху. На нижней стороне мозга обнаруживаем перекрест зрительных нервов, отходящую от дна промежуточного мозга воронку и гипофиз. От головного мозга земноводных отходит 10 пар головных нервов, одиннадцатая пара не развита, а

двенадцатая отходит за пределами черепа.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

В чем первостепенные по биологическому значению отличия организации земноводных? Назовите прочие отличительные черты организации (систем органов), а также сохранившиеся черты рыбообразных и приобретенные черты наземных позвоночных? Почему у большинства амфибий кожа “голая”, как это связано с такими важными функциями, как влаго-, тепло- и газообмен? Как отражается характер питания на строении (и длине) кишечника амфибий? Каков механизм воздушного насоса, как происходит вдох и выдох? Как устраняется попадание пищи и воды в легкие? Как осуществляется кровообращение при сочетании кожного и легочного дыхания, куда поступает окисленная в кожных сосудах кровь? Мочеполовую систему каких рыб напоминает система органов выделения и размножения амфибий? Как устроен и действует мочевой пузырь, какую роль он может играть в сухом климате? Особенности нервной системы амфибий как первых наземных позвоночных, отличия в строении отделов нервной системы амфибий (центральной и периферической) от нервной системы рыб. Как меняется строение глаза у амфибий в связи со зрением в воздушной среде, чем предотвращается обсыхание роговицы? Какие отделы образуются в органе слуха и равновесия в связи наземным образом жизни?

## ЗАНЯТИЕ VIII. СКЕЛЕТ ЗЕМНОВОДНЫХ

### ЗАДАНИЕ

#### РАССМОТРЕТЬ:

**Мозговой череп:** Затылочный отдел: боковые затылочные кости, затылочное отверстие, затылочные мыщелки.

Бока черепа: переднеушные, чешуйчатые, клиновидно-обонятельные кости.

Крыша черепа: носовые, лобно-теменные кости.

Дно черепа: парасфеноид, парный сошник, небные, крыловидные кости.

**Висцеральный череп:** Верхняя челюсть: межчелюстные, верхнечелюстные, квадратно-скуловые кости.

Нижняя челюсть: зубные и угловые кости.

Подъязычный аппарат: подъязычная пластинка с двумя парами рожков.

Отделы позвоночника: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой.

Туловищный процельный позвонок и его строение.

Плечевой пояс: лопатки, коракоиды, ключицы, надлопаточный хрящ, грудина, предгрудина.

Тазовый пояс: подвздошные, седалищные кости, лобковый хрящ, вертлужная впадина.

Передняя конечность: плечо, предплечье (сросшиеся локтевая и лучевая кости), кисть (запястье, пясть, фаланги пальцев).

Задняя конечность: бедро, голень (сросшиеся большая и малая берцовые кости), стопа (две укрупненные кости в форме кольца предплюсны, плюсна, фаланги пальцев).

#### ЗАРИСОВАТЬ:

1) череп (вид сверху и снизу); 2) пояса конечностей; 3) скелет парных

конечностей.

## **ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ**

Затылочная область черепа содержит только две боковые затылочные кости хондрального происхождения. Обе они несут по сочленовному мыщелку, с помощью которых череп крепится к позвоночнику. Верхняя и нижняя затылочные кости не развиваются, и соответствующие им места остаются хрящевыми.

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 клинообонятельная кость. С верхней и нижней стороны она прикрыта лобно-теменными костями и парасфеноидом. Обонятельная капсула остается сплошь хрящевой. Все кости боков мозговой коробки, за исключением чешуйчатой, хондрального происхождения.

Крыша черепа формируется покровными костями. Основную часть мозговой коробки лягушки прикрывают лобно-теменные кости, возникающие в результате попарного слияния лобных и теменных костей (явление, характерное только для бесхвостых амфибий). 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 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.

Челюстная дуга амфибий состоит из хряща и костных элементов.

Небноквадратный хрящ (первичная верхняя челюсть) прирастает к дну черепной коробки лягушки передними и задними концами. На нижней по-

верхности небноквадратного хряща образуются уже упомянутые покровные небные и крыловидные кости. Квадратная кость не развивается, и задний отдел небноквадратного хряща остается хрящевым.

Функцию верхних 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 квадратноскуловой 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 подбородочную кость.

В связи с аутостилией подъязычная дуга перестает выполнять функцию прикрепления челюстей к черепу, что было характерно для большинства рыб. В связи с этим гиомандибуляре, выполнявший роль челюстного подвеса и опоры жаберной крышки (у земноводных полностью редуцированной), превращается в маленькую косточку – стремя. Стремя расположено в полости среднего уха и функционирует как слуховая косточка. Гиоиды и копула образуют хрящевую подъязычную пластинку у, располагающуюся между ветвями нижней челюсти, и одну пару отходящих от пластинки передних рожков (отростков). Эти рожки прикрепляются, обходя глотку с обеих сторон, к слуховым капсулам.

Вторая пара отростков, или задние рожки, подъязычной пластинки гомологичны нижним элементам одной из жаберных дуг.

Позвоночник лягушки состоит из девяти позвонков и распадается на 4 отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой.

Шейный отдел представлен единственным позвонком, отличающимся от туловищных позвонков тем, что он лишен поперечных отростков и тело его невелико. На передней стороне этого позвонка имеются две сочленовные ямки, при помощи которых позвоночник соединяется с черепом.

Туловищный отдел бесхвостых земноводных состоит обычно из семи позвонков (у хвостатых – от 14 до 63). Тела туловищных позвонков имеют спере-

ди вогнутую, а сзади выпуклую поверхности. Позвонки такого строения называются процельными. 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. Сочленовные отростки соседних позвонков соединяются друг с другом. Ребер нет.

Крестцовый отдел, так же как и шейный, представлен одним позвонком. К его длинным и несколько оттянутым назад поперечным отросткам прикрепляются кости пояса задних конечностей. У крестцового позвонка отсутствуют задние сочленовные отростки. Этот позвонок имеет двояковыпуклые сочленовные поверхности.

Хвостовой отдел позвоночника состоит из одной косточки, называемой уростилем. Она образована за счет срастания нескольких хвостовых позвонков, которые закладываются во время эмбрионального развития лягушки. У хвостатых земноводных хвостовой отдел состоит из 20–36 отдельных позвонков.

Плечевой пояс имеет вид незамкнутого кольца или дуги, расположенной в передней части туловищного отдела. Каждая половина этой дуги состоит из трех элементов. 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 надкоракоидным хрящом. Сзади шва между надкоракоидными хрящами расположена небольшая грудина, а впереди – предгрудина. Обе эти кости заканчиваются хрящами. В связи с отсутствием ребер грудной клетки нет, и пояс передних конечностей лежит свободно в

толще мускулатуры.

Тазовый пояс 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 – подвздошные. Их функция заключается в прикреплении пояса задних конечностей к осевому скелету через поперечные отростки крестцового позвонка. У лягушки в связи со своеобразным способом передвижения (прыжки) подвздошные кости имеют удлиненные передние концы – крылья подвздошной кости. Вторая пара костей – седалищные – расположена ниже и несколько сзади вертлужной впадины. Третий парный элемент – лобковый – остается хрящевым. Лобковые хрящи направлены вперед и вниз.

Передние и задние конечности лягушки построены по единой схеме, также как и 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 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:

1) запястье

(Подотдел состоит из 9 - 10 косточек, расположенных в 3 ряда.)

2) пясть

(Подотдел состоит из 5 удлиненных костей, расположенных в один ряд.)

3) фаланги пальцев

(Подотдел состоит из 5 продольных рядов, по несколько косточек в каждом.)

В стопе:

1) предплюсна

2) плюсна



Строение конечностей лягушки несколько отличается от приведенной схемы, что вызвано специфичным способом передвижения.

В передней конечности эти отличия выражаются в том, что следующие за плечом локтевая и лучевая кости срастаются в одну предплечную кость. Количество пальцев сокращено до четырех. На препарате хорошо заметен лишь рудимент пястной кости первого внутреннего пальца.

В задней конечности голень представлена лишь одной костью. Кость голени образуется в результате срастания большой и малой берцовых костей. Две косточки предплюсны (проксимальные) сильно увеличиваются и, срастаясь концами, образуют своеобразное кольцо. Остальные кости предплюсны или срастаются, или редуцируются. Перед первым (внутренним) пальцем сохраняется рудимент добавочного (шестого) пальца.

### **Вопросы для самостоятельной проработки**

Опишите строение позвонков, особенности позвоночника, отделы позвоночника и число позвонков у хвостатых, бесхвостых и безногих амфибий? Как объясняют причину утраты ребер современными амфибиями (вспомните их функцию у костистых рыб)? Перечислите первичные окостенения осевого черепа, покровные кости, кости первичных и вторичных челюстей. В чем вероятная причина больших размеров челюстей у амфибий? Как причленяется череп к позвоночнику, сохраняется ли у амфибий скелет жаберной крышки? Как плечевой пояс амфибий причленяется к телу? В чем своеобразие строения тазового пояса хвостатых амфибий? Почему у бесхвостых амфибий срастаются многие элементы скелета (перечислить, какие именно) и усложняется система рычагов в задней конечности?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адольф, Т. А. Руководство к лабораторным занятиям по зоологии позвоночных: учебное пособие для студентов педагогических институтов по биологическим специальностям. / Т. А. Адольф, В. Т. Бутьев, А. В. Михеев, В. И. Орлов – М.: Просвещение, 1983.

2. Волчанецкий, И. Б. Пособие по зоологии позвоночных. Для студентов биологического факультета университетов и пединститутов. / И. Б. Волчанецкий, Н. И. Ларина – Саратов: издательство Саратовского университета, 1973.

3. Гуртовой, Н. Н. Практическая зоотомия позвоночных: учебное пособие для биологических специальностей университетов. / Н. Н. Гуртовой, Б. С. Матвеев, Держинский Ф. Я. – М.: Высшая школа, 1976.

4. Константинов, В. М. Лабораторный практикум по зоологии позвоночных: учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. / В. М. Константинов, С. П. Шаталова, В. Г. Бабенко и др. – М.: Издательский центр “Академия”, 2004.

5. Наумов, С. П. Зоология позвоночных: учебник для студентов педагогических институтов. / С. П. Наумов – М.: Просвещение, 1982.

6. Наумов, Н. П. Зоология позвоночных: учебник для биологических специальностей университетов. / Н. П. Наумов, Н. Н. Карташев, ч. 1-2. – М.: Высшая школа, 1979.

Пензенский государственный педагогический университет  
им. В. Г. Белинского

Кафедра зоологии и экологии

Составитель – Сергей Борисович Лукьянов,  
кандидат биологических наук, доцент ПГПУ

РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО ЗООЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ  
Учебное пособие

---

Редактор – Л. И. Дорошина  
Технический редактор – Е. С. Моисеева

(Поз.    )

---

Подписано к печати ...  
Формат ...  
Бумага писчая белая. Печать офсетная  
Усл.-печ. л. ... Усл.-изд. л. ... Цена С.

---

Издательство ПГПУ им. В. Г. Белинского: 440028  
Пенза, ул. Лермонтова, 37, корп. 5, комн. 466

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии «Авалон»  
Заказ № .... Тираж 100 экз.  
г. Пенза, ул. Лермонтова 3,

тел.: (841-2) 55-34-51, факс: (841-2) 56-08-22