

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.В. Ломоносова**

Биологический факультет

Ф.Я. Дзержинский

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к проведению практических занятий
по общему курсу зоологии позвоночных
для студентов
физиолого-биохимического отделения

Москва, 2000

Предлагаемые в настоящем издании рекомендации отражают реальное содержание и методику проведения занятий, осуществляемых кафедрой зоологии позвоночных биологического факультета МГУ. Автор пособия в течение 40 лет участвует в этой работе, более 30 лет курирует практикум и проводит инструктивные семинары для преподавателей. На протяжении этого периода неоднократно пересматривались учебные планы, в том числе, количество часов, отведенное для практикума. Представленный текст передает несколько урезанный вариант программы соответственно реальной схеме практикума, действующей в последние годы, когда он занимает 48 часов.

Рекомендации рассчитаны на преподавателей, но могут также быть использованы и студентами.

Автор выражает глубокую благодарность своим коллегам – профессору И.А. Шилову, доценту Н.В. Хмелевской и ассистенту Г.И. Гончаровой, – которые ознакомились с рукописью и помогли в ее совершенствовании.

Вводные замечания

Программа практикума рассчитана на еженедельные 4-часовые занятия в течение весеннего семестра, всего 12 занятий. Они имеют весьма самостоятельное значение наряду с одновременно читаемым лекционным курсом объемом в 24 часа. В связи с этим каждое занятие начинается с полноценного объяснения, завершается принятием задания, а итоги всего практикума подводятся в конце семестра на коллоквиуме.

Главное содержание работы студентов на занятии состоит в зарисовывании анатомических препаратов, выданных преподавателем или – реже – изготовленных самостоятельно из предоставленных объектов. Рисунки не служат самоцелью, а используются в качестве средства протоколирования наблюдений, побуждающего студентов к детальному визуальному исследованию объектов. Студентов, которые жалуются на неумение рисовать, можно утешить тем, что требуется, собственно говоря, не рисунок, а чертеж. Главный его компонент – это контур, к которому предъявляются высокие требования. Он должен быть по возможности гладким – не слишком ломаным, не "волосатым" и притом замкнутым. Всякого рода штриховка как правило не нужна совсем, тем более – растушевка с размазыванием карандашных штрихов при помощи пальца. Нервы и кровеносные сосуды всегда следует рисовать двумя линиями, при этом совершенно не возбраняется в необходимой степени преувеличивать толщину этих образований.

В то же время жалобы студентов по поводу неумения рисовать – как правило не пустой звук. Правда нередко такому студенту удается помочь элементарными советами по построению изображения. Такая помощь может быть особенно эффективна при рисовании сагиттального разреза головы миноги и вскрытых объектов (особенно, лягушки). Нередко плохо удается заполнение рисунка органами неправильной формы, уложенными в плотном контакте, без промежутков. В этих случаях требуется предварительно, глядя на объект, разграфить поле рисунка, распределив его площадь между сердцем, печенью, желудком, мочевым пузырем, частями кишечника и т. д.

Хуже если студент уверенно рисует чрезвычайно бедную схему объекта, которая включает лишь предварительно усвоенную им информацию и совершенно не отражает предпринятого студентом исследования естественного объекта. Такой студент старается ограничиться рисованием лишь того, что он понимает, совершенно не изображая того нового, что он видит. Полноценный же рисунок должен быть продуктом синтеза того, что мы понимаем, и того, что видим на данном объекте. Иногда приходится встречаться со срисовыванием рисунков у товарищей или из учебного пособия. Такой рисунок не может служить удовлетворительным продуктом само-

стоятельного исследования, а свидетельствует об уклонении от него. Он должен быть отвергнут под тем предлогом, что срисовывание готовых изображений есть задача для работы в библиотеке, а не на практикуме.

Серьезные требования предъявляются к масштабу рисунков. Они должны быть достаточно крупными, чтобы изображение предусмотренных заданием деталей не вызывало технических трудностей. Слишком крупный рисунок, пространство внутри которого может остаться незаполненным, не должен нас смущать. Единственное разумное ограничение: на полях рисунка должно остаться достаточно места для надписей.

Кстати, надписи – это важнейший компонент готового рисунка, неотъемлемая деталь его как протокола исследования, которая должна делать рисунок инструктивным – прежде всего для своего автора при подготовке к коллоквиуму и экзамену. Поэтому надписи должны быть четкими и полными, без сокращений. В связи с требованиями легкой читаемости рисунка нужно признать неудачным использование кратких обозначений с расшифровкой их в отдельной легенде (за исключением тех случаев, когда для полных надписей нет места). Порой нелегка задача оптимального размещения надписей, особенно при горизонтально вытянутой форме рисунка. Прежде всего не следует ставить надписи вблизи рисунка, поскольку они "отрежут" его от поля и помешают использовать соответствующий участок поля для размещения других надписей. Во-вторых, объекты для обозначения на рисунке надо выбирать в четкой последовательности – по часовой стрелке или против нее, чтобы линейки-указатели шли веером и не пересекались.

Преподаватель проверяет рисунки в конце занятия и подписывает их в знак приема выполненного задания. Чтобы сократить очередь из студентов и как-то растянуть этот процесс, преподавателю имеет смысл в ходе занятия проверять и подписывать готовые рисунки по мере их завершения (для этого необходимо, чтобы студенты сразу, не откладывая, расставляли на каждом рисунке надписи).

Если студент по той или иной причине не успел завершить задание в отведенное на занятии время, он может компенсировать недоделку тремя способами. 1) если не хватает надписей, ему можно предложить сделать их дома и показать рисунок преподавателю на следующем занятии; 2) если рисунок не дорисован в силу объективных трудностей (например, проблем с рисованием у данного студента), с ним можно встретиться отдельно и помочь; 3) если задание незакончено из-за неподготовленности студента, не успевшего разобраться со сложным объектом, он направляется на отработку, где получит материал только после сдачи теории.

Отработку проходят также все, кто пропустил то или иное занятие; отработка по каждой теме предоставляется только в течение двух или трех недель после прохождения этой темы на практикуме. Студенты, не успевшие воспользоваться отработкой в течение этого срока, отвечают теорию

по теме своему преподавателю, который дает им записку для руководителя отработок с просьбой выдать материал.

Для всех занятий, кроме первого, предусматривается самостоятельная подготовка студентов, опрос которых в начале занятия в той или иной форме сочетается с объяснением. Поэтому уже на первом занятии им сообщают названия учебников и учебных пособий, которые им предстоит использовать для подготовки, и в конце каждого занятия – точный перечень разделов в этих книгах для изучения к следующему разу.

Опрос и объяснение преподаватели, участвующие в проведении практикума, комбинируют различными способами, которые могут считаться методически равноценными и все могут быть рекомендованы к использованию. Нужно отметить, что на занятиях (кроме коллоквиума) студентов целесообразно спрашивать у доски, чтобы не столкнуться с неприятной ситуацией, когда они пытаются отвечать, уткнувшись в книгу.

1. Можно провести опрос нескольких студентов по теме занятия, а затем кратко подытожить сказанное ими, исправив допущенные неточности.

2. Можно давать объяснение устами студентов, направляя их рассказ наводящими вопросами. Надо признать, что этот способ сопряжен с затратой большего времени, чем предыдущий.

3. Объяснение дается исключительно преподавателем, а вместо устного опроса перед этим проводится письменная контрольная: каждый студент получает листок бумаги с заранее написанным вопросом, на который пишет ответ в течение 10 минут. Этот способ можно считать наиболее быстрым и эффективным.

Если студент несколько раз приходит на занятия неподготовленным, это можно считать формой его отказа и удалить с занятия, отправив за допуском в учебную часть деканата. Для использования такого подхода целесообразно на каждом занятии выставлять в журнал оценки за ответы студентов, чтобы после появления третьей двойки применять предложенную выше меру.

Важный материал для изучения на практикуме представляют собой характеристики групп, которым студенты обычно придают меньшее значение, чем те заслуживают. Поэтому усвоение характеристик требует от преподавателя определенного нажима. Имеются в виду даже не полные характеристики, содержание которых безусловно известно студентам, а, так сказать, оглавления этих характеристик, списки пунктов, достойных включения в характеристику. Они представляют собой продукт длительной работы зоологов, краткие формулы, которые вопреки наивным ожиданиям студентов не могут быть составлены экспромтом. По этой причине упомянутые краткие списки пунктов представляют собой объекты для механического запоминания. Подготовка характеристики задается при переходе к каждой новой группе. Преподаватель на каждом занятии приводит свою, рекомендуемую версию характеристики, которую студенты записывают.

Практикум включает следующие 12 занятий.

1. Ланцетник.
2. Минога.
3. Скелет хрящевых и костных рыб.
4. Нервная система хрящевых рыб.
5. Вскрытие костистой рыбы.
6. Вскрытие лягушки.
7. Скелет варана.
8. Скелет птиц.
9. Вскрытие птицы.
10. Скелет млекопитающих.
11. Вскрытие крысы.
12. Коллоквиум.

Иногда выгодны отклонения от этой схемы. Например, можно комбинировать не скелет представителей двух классов рыб, а скелет и нервную систему акулы или скелет и вскрытие костистых рыб, в зависимости от качества демонстрационного материала; тогда скелет рыб другого класса изучается более детально. При значительном количестве одновременных занятий в параллельных группах в части из них некоторые темы могут меняться местами, как, например, скелет и вскрытие птиц и млекопитающих.

Тема № 1. Ланцетник

Первое занятие может считаться самым трудным. Объяснение должно включать вводные замечания (приведенные выше). Студенты не подготовлены, тотальный препарат ланцетника весьма труден для изучения.

После изложения основных требований, предъявляемых к студентам на этом практикуме, перечисляются рекомендуемые учебные пособия. Таковых три.

1. С.И. Левушкин, И.А. Шилов. Общая зоология. 1994 г., 432 с.
2. Н.Н. Карташев, Н.П. Наумов. Зоология позвоночных. 1979 г., ч. 1, 333 с., ч. 2, 272 с.
3. Н.Н. Карташев, В.Е. Соколов, И.А. Шилов. Практикум по зоологии позвоночных. 1981 г., 320 с.
4. Н.А. Бобринский, Б.С. Матвеев, А.Г. Банников. Курс зоологии, т. II, "Зоология позвоночных", М., "Высшая школа", 1966 г., 483 с.

Обращение собственно к ланцетнику начинается с записывания в углу доски его систематического положения.

Тип Chordata,
подтип Acrania,
класс Cephalochordata,
Branchiostoma lanceolatum.

Сложность ланцетника как объекта для изучения и цейтнот, угрожающий на данном занятии, делают целесообразным сопровождать изложение

анатомии ланцетника рисованием грубой схемы, подсказывающей студентам, какого типа рисунок ожидается от них при изучении тотального просветленного препарата ланцетника. Чтобы освободить студентов от потери времени на перерисовывание этой схемы в тетрадь (тем более, что преподаватель, рисуя, заслоняет ее), заранее заготовлены таблицы (плакаты) с изображением этой схемы (рисунок преподавателя придется стереть ради второго рисунка).

Внешний абрис тела. Обтекаемой формой тела ланцетник напоминает рыбку, но не имеет головы. Непарные плавники. Впереди от подхвостового выемка, далее впереди – парные метаплевральные складки. Кожа: однослойный эпидермис и студенистый, бедный клетками кориум (собственно кожа).

Хорда. Идущий на протяжении всего тела, от самого переднего конца стержень, заполненный полужидким содержимым с прочной оболочкой. Стержень свободно гибок, но продольно несжимаем, поскольку кольцевые волокна в оболочках предотвращают раздувание.

Боковая мускулатура. Справа и слева от хорды. При сокращении ее взаимодействие с хордой вызывает изгибы тела. Разделение мускулатуры миомерами на миомеры (метамерия) позволяет мышечному сокращению пробегать вдоль тела, как и его изгибу, что порождает локомоторную волну, основу ундуляционного плавания.

Центральная нервная система. Нервная трубка эктодермального происхождения, лежащая непосредственно над хордой, но более короткая, так что начинается впереди отступая от переднего конца хорды. Это спинной мозг. Головного мозга нет. Глазки Гессе – светочувствительные органы (включающие пигментные клетки), расположенные в стенках нервной трубки.

Пищеварительная система. Предротовая воронка. Окружена щупальцами с осязательными нервными окончаниями. На внутренних боковых стенках воронки размещены мерцательные органы. Ротовое отверстие не есть наследие бластопора (гастрофора), а прорывается заново на противоположном конце – это вторичный рот.

Пищеварительная трубка. Глотка – ее передний отдел, который пронизан косыми узкими жаберными щелями, ведущими наружу (порядка 100 пар). Глотка сжата с боков, по ее дну проходит железисто-ресничный желобок – эндостиль, который гонит слизь вперед. Некоторые железистые клетки секретируют иод-содержащий гормон, аналог тироксина (эндостиль – гомолог щитовидной железы позвоночных). Впереди поток слизи обходит ротовое отверстие по окологлоточному мерцательному кольцевому желобку и поднимается к началу наджаберной бороздки, которая несет слизь с застрявшими в ней пищевыми частицами назад, к основанию кишки.

Собственно кишечник – прямой и довольно постоянной толщины; полый печеночный вырост – его выпячивание, которое простирается вперед (справа от глотки). Анальное отверстие очень близко от заднего конца тела (открывается вбок).

Дыхательная система – обладающие большой суммарной поверхностью жаберные перегородки, богато кровоснабжаемые и омываемые водой. Определенную роль играет и кожное дыхание.

Полости тела. Вторичная полость тела или целом окружает кишечник (контур обвести цветным мелом), располагаясь между двумя слоями брюшины – ее париетальным (выстилающим наружную стенку полости) и висцеральным листками (одевает кишку и другие внутренние органы).

Атриальная, или околожаберная, полость (контур обводится цветным мелом) – участок внешнего пространства, захваченный внутрь тела в результате срастания на средней линии брюха широких складок, отходящих от тела выше жаберных щелей. Соответственно своему происхождению атриальная полость выстлана наружными покровами. Именно в нее открываются жаберные щели, нежные жаберные перегородки защищены ее стенками от песка, в котором роется ланцетник. Околожаберная полость открывается наружу атриопором в нижней выемке силуэта тела ланцетника чуть позади уровня глотки. В области глотки атриальная полость сильно теснит целом, от которого остаются узкие полоски над атриальной полостью, по бокам от наджаберной бороздки (к контуру целома добавляются впереди узкие выросты).

На этом рисование данной схемы закончено, она дополняется надписями и должна служить образцом их размещения. Надписи располагаются несколько отступая от контуров рисунка и не в одну строчку, а более компактно – ступеньками. Последовательность надписей подбирается так, чтобы идущие от них линейки-указки не пересекались, а расходились от рисунка более или менее равномерно радиально. Можно предложить такой их порядок (против часовой стрелки, начиная сверху, если ланцетник на схеме изображен передним концом налево): миосепта, миомер, нервная трубка (или "спинной мозг", или "центральная нервная система"), глазки Гессе, хорда, предротовая воронка, щупальца предротовой воронки, мерцательный орган, ротовое отверстие, глотка с жаберными щелями, эндостиль, печеночный вырост, атриальная полость (стрелка указывает на ее цветной контур), атриопор, кишка, анальное отверстие, подхвостовой плавник, хвостовой плавник.

Второй рисунок студентам предлагается перерисовывать с доски в тетради. Его основа – контур пищеварительной системы (глотки и кишечника), подобный ее изображению на предыдущей схеме, но с отогнутым вертикально вниз печеночным выростом.

Кровеносная система. Сердца нет. Центральным органом кровеносной системы считается брюшная аорта, продольно проходящая вентральнее

глотки (под эндостилем). от нее по жаберным перегородкам проходят приносящие жаберные артерии, снабженные небольшими пульсирующими расширениями. Из них кровь через мелкие лакуны попадает в выносящие жаберные артерии, которые собираются в пару продольных сосудов – корней спинной аорты. Последние позади глотки сливаются в непарную спинную аорту, переходящую далее в хвостовую артерию.

Венозную систему составляют парные передние и задние кардинальные вены, проходящие на уровне верхнего края глотки. На каждой стороне тела они объединяются и формируют пару кювьеровых протоков (или общих кардинальных вен), впадающих в начало брюшной аорты.

Кровь от кишечника приходит особым путем – по воротной вене печени к стенкам печеночного выроста, где эта вена распадается на капилляры, а затем по печеночной вене к основанию брюшной аорты.

Выделительная система. Почек нет, над глоткой расположены канальцы-протонефридии, по паре на сегмент. Каждый открывается несколькими отверстиями в узкий канал целома, из которого при помощи специальных клеток-соленочитов (или сциртоподоцитов) отсасывает жидкость, одновременно фильтруя ее, и изливает в атриальную полость. Общего выводного протока нет.

Половая система. Ланцетники раздельнополы. Многочисленные замкнутые мешковидные гонады лежат под кожей в боковых стенках тела, свешиваясь в атриальную полость и образуя вытянутый ряд. Яичники вмещают крупные яйцеклетки, содержимое семенников мелкозернисто.

Сказанное о ланцетнике может быть подытожено в виде характеристик групп различного ранга, к которым принадлежит ланцетник.

Характеристика типа хордовых.

Она включает несколько неспецифических признаков, разделяемых с другими типами:

1. билатеральная симметрия (т. е. определенные брюшная сторона и передний конец тела),
2. метамерное строение тела,
3. вторичная полость тела, или целом.
4. вторичноротость – на месте бластопора образуется анальное отверстие, а ротовое отверстие прорывается заново,

Ядро характеристики – специфические признаки хордовых, не встречающиеся в других типах:

5. хорда,
6. трубчатая центральная нервная система, лежащая над хордой,
7. присутствие жаберных щелей.

Характеристика подтипа бесчерепных.

1. пассивный образ жизни (ланцетники не преследуют добычу, а также особей другого пола),
2. нет высших органов чувств и головного мозга,
3. нет черепа (нет головы),
4. нет позвоночника,
5. нет жабр,
6. нет сердца,
7. нет почек, вместо них – посегментно расположенные протонефридии,
8. посегментно расположенные гонады,
9. однослойный эпидермис.

Характеристика класса головохордовых.

1. роющий образ жизни,
2. хорда выступает вперед за нервную трубку (у которой нет другой защиты),
3. имеется атриальная полость,
4. увеличено число жаберных щелей.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) просветленный тотальный препарат ланцетника, вид сбоку,
- 2) поперечный срез тела ланцетника в области глотки (полноценный препарат должен включать гонады и печеночный вырост),
- 3) поперечный срез в области кишечника.

Тема следующего занятия – минога.

Разделы для подготовки:

- 1) характеристика подтипа позвоночных,
- 2) характеристика класса круглоротых.
- 3) строение миноги.

Тема № 2. Минога

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
класс Cyclostomata,
Lampetra fluviatilis.

Характеристика подтипа позвоночных:

1. активный образ жизни,
2. высшие органы чувств и головной мозг,
3. череп,
4. позвоночник,
5. сердце,
6. почки.

Характеристика класса круглоротых:

А. Результаты внешнего осмотра:

1. нет челюстей, но есть присасывательная ротовая воронка,
2. нет чешуи и настоящих зубов на челюстях (есть роговые зубцы),
3. нет парных плавников,
4. ноздря непарная.

Б. Особенности жаберного аппарата:

5. жабры энтодермального происхождения,
6. нерасчлененные жаберные дуги, расположенные снаружи от жаберных мешков.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) сагиттальный разрез головы и самой передней части туловища (включая печень),
- 2) сагиттальный разрез туловища в области заднего отдела брюшной полости,
- 3) поперечный разрез тела в области жаберного отдела,
- 4) поперечный разрез тела в области кишечника (задней части брюшной полости, где есть почка).

Важно иметь в виду, что на удачном продольном разрезе головы (препарат № 1) не должны быть видны жаберные мешки, их появление свидетельствует о том, что разрез отклонился от сагиттальной плоскости в сторону. При изучении препарата первостепенного внимания заслуживают участки, на которых видны органы, занимающие сагиттальную плоскость (пищевод, дыхательная трубка, брюшная аорта), и может быть, следует даже искусственно экстраполировать эту картину на всю жаберную область.

Представляет интерес назогипофизарный мешок, вытянутое продолжение ноздри, слепо оканчивающееся под передним концом хорды. На его полость через мягкие ткани передается разрежение, создаваемое миногой в ротовой полости, и тогда он работает в качестве пипетки, вызывая в ноздре ток воды, омывающий поверхность обонятельного мешка.

Заслуживает внимания также парус, расположенный у переднего конца дыхательной трубки. Это не горизонтальная перегородка с бахромой направленных вперед пальцевидных выростов, лежащая между пищеводом и дыхательной трубкой, а тонкий перепончатый клапан в переднем отделе последней, который косо свешивается вниз и назад. При разрежении в ротовой полости он препятствует проникновению в нее воды из дыхательной трубки.

Сердце может быть показано на рисунке как целое, без обозначения деталей, но они нередко настолько легко различимы, что преподаватель дол-

жен быть готов дать желающим необходимые пояснения. Сердце у миноги зигзагообразно изогнуто, но не в вертикальной плоскости, как и у рыб, а в горизонтальной (фронтальной). В связи с этим сердце резко асимметрично: светлый мускулистый желудочек располагается справа (в правой половине разрезанной миноги) а черное предсердие – слева. Как правило, на разрезе заметны соединяющее их атриовентрикулярное отверстие, а также вертикально проходящая трубка – венозная пазуха. Ее верхний конец располагается под самой хордой, где в пазуху впадают 4 кардинальные вены, не образуя кювьеровых протоков.

На поперечных разрезах через переднюю часть жаберной области брюшная аорта представлена двумя сосудами, поскольку она здесь раздвоена. В связи с этим на схеме кровеносной системы, обсуждаемой и изображаемой на доске (желательно – самим преподавателем, например, «под диктовку» вызванного к доске студента) во время объяснения, это раздвоение должно быть отражено. Студентов может озадачить двойственность жаберных мешков, расположенных на этом препарате по каждую сторону от дыхательной трубки. Ее причина состоит в косо́й ориентации мешков по отношению к средней линии во фронтальной плоскости. Благодаря этому наружные и внутренние полюса соседних мешков заходят друг за друга и попадают на один разрез.

От продольного разреза в задней части брюшной полости требуется высокая точность попадания на сагиттальную плоскость в месте расположения мочеполювого синуса. Он представляет собой тонкую трубку, результат объединения пары мочеточников, которая оканчивается на вершине мочеполювого сосочка и вместе с анальной областью кишки заключена в мускульный сфинктер – мышечную муфту (при отклонении разреза от сагиттальной плоскости может быть видна снаружи внешняя сторона сфинктера, но только на одной половине миноги). Гонаду в самой задней части брюшной полости приходится удалять, чтобы открыть лентовидную почку с мочеточником в виде бордюра по краю. Важно рассмотреть, как почка резко обрывается позади.

На поперечном разрезе в задней части брюшной полости особого внимания заслуживают мочеточники, которые располагаются внутри почек близ вентрального края в виде v-образных щелей ("галочек") – они сплющены, поскольку пусты. Чтобы увидеть их под лупой или бинокулярным микроскопом, нужно осторожно деформировать почку при помощи препаровальной иглы, можно также заранее вставить в мочеточники какие-либо маркеры, например, фрагменты конского волоса.

Тема следующего занятия – скелет хрящевых рыб.

Разделы для подготовки:

- 1) Характеристика надкласса рыб.
- 2) Строение скелета акулы.

Тема № 3. Скелет хрящевых рыб

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
надкласс Pisces,
класс Chondrichthyes,
подкласс Elasmobranchii,
Squalus acanthias.

Характеристика надкласса рыб:

А. Результаты внешнего осмотра:

1. есть верхняя и нижняя челюсти,
2. есть чешуи в коже и настоящие зубы на челюстях,
3. есть парные плавники,
4. ноздри парные.

Б. Особенности жаберного аппарата:

5. жабры эктодермального происхождения,
6. расчлененные жаберные дуги.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) череп акулы сбоку,
- 2) туловищный позвонок, поперечный разрез,
- 3) хвостовой позвонок, поперечный разрез,
- 4) скелет хвостового плавника акулы,
- 5) скелет грудного плавника акулы с плечевым поясом, вид сбоку,
- 6) скелет брюшного плавника с тазовым поясом, вид снизу.

Череп акулы труден для рисования сбоку, поскольку широк, а потому внешний вид его существенно изменяется при небольшом отклонении от точного ракурса. Полезно предупредить об этом студентов и следить, чтобы держали перед собой черепа точно в профиль. Стоит нарисовать череп акулы на доске во время объяснения, но едва ли следует отражать на нем отклонение от общей схемы (срастание верхних члеников) IV и V дуг, лучше пусть студенты обнаружат его сами (если эти детали сохранены на препаратах).

Одна интересная особенность позвоночника акулы не видна на предлагаемых для изучения препаратах. Верхние дуги формируют сплошные стенки позвоночного канала благодаря двойному набору элементов. Это основные дуги (при виде сбоку – треугольники вершиной вверх) и вставочные пластинки (треугольники вершиной вниз), сквозь отверстия, в которых из позвоночного канала выходят корешки спинномозговых нервов. Показать их можно на сагиттальном разрезе позвоночника, если извлечь из вскрытого позвоночного канала остатки спинного мозга. Если такой препарат доступен, его можно рекомендовать для поверхностного ознакомления студентов.

При рисовании грудного плавника с плечевым поясом важно правильно его сориентировать, иначе студенту будет трудно привязать его к телу акулы. Если в распоряжении нет цельного скелета, ракурс обсуждаемого препарата нужно выбирать исходя из того, что пояс непосредственно при смыкает сзади к последней жаберной дуге и обращен свободной вершиной (лопаточным отделом) вверх и назад. Половинки пояса в естественном состоянии медиально соединены между собой вентральными концами. В тазовом поясе половинки также соединены по центру в единое, непарное образование, так что его раздвоенность нужно считать артефактом.

Тема следующего занятия – нервная система хрящевых рыб.

Разделы для подготовки:

- 1) отделы головного мозга акулы,
- 2) головные нервы акулы (требуется знание номера нерва, места его отхождения от головного мозга и объектов иннервации),
- 3) глазные мышцы акулы.

Тема № 4. Нервная система хрящевых рыб

Систематическое положение объектов:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
надкласс Pisces,
класс Chondrichthyes,
подкласс Elasmobranchii,
Squalus acanthias (колючая акула),
или Dasyatis pastinaca (скат морской кот),
или Raja clavata (шиповатый скат, морская лисица).

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) головной мозг и головные нервы в контурах головы, вид сверху (показать глаз, глазные мышцы, жаберные щели и брызгальце),
- 2) глаз с мышцами, вид снизу (глаз отвернут на мышцах вверх и рассматривается сбоку).

При изучении мозга и головных нервов акулы целесообразно использовать наглядные пособия двоякого рода. Во-первых, это безукоризненные препараты, помещенные в стеклянные банки и потому весьма долговечные, во-вторых, – открытые влажные препараты с сильно поврежденным мозгом, но довольно сохранными нервами (которые первоначально могут быть открыты на одной стороне и в случае серьезных повреждений позже допрепарированы на другой). В составе головного мозга рекомендуется фиксировать внимание на обонятельных луковицах и стебельках, которые в то же время обозначать на рисунках (предупредив студентов об условности

такого шага) как I нервы, промежуточный мозг, средний мозг, тело мозжечка, ушки мозжечка (обозначение «веревчатые тела» надо считать для них крайне неудачным) и продолговатый мозг с ромбовидной ямкой (IV желудочком).

При опросе представляется целесообразным группировать нервы по трем категориям: чисто двигательные (III, IV, VI), чисто чувствующие (I, II, VIII) и смешанные (V, VII, IX, X), относящиеся к категории висцеральных нервов.

Ветвей тройничного (V) нерва в пособиях указывается четыре. Из них поверхностная глазничная (проходящая вместе с одноименной ветвью лицевого нерва) принадлежит верхнечелюстной (второй) ветви, которая кажется очень тонкой и тянется под задней частью глаза наискось наружу и вперед. На самом деле это лишь ее часть, поскольку ветвь в целом рассыпана и частично примыкает под глазом к щечной ветви (VII).

Главная часть лицевого (VII) нерва – это его части, окружающие брызгальце, а именно, гиомандибулярная и небная ветви. А лежащие впереди – поверхностная глазничная и щечная ветви иннервируют боковую линию и к VII нерву приписаны условно. Они кажутся похожими на ветви лицевого нерва у человека, где они иннервируют мимическую мускулатуру (присущую только млекопитающим и происходящую как раз из мышц подъязычной дуги). Языкоглоточный (IX) нерв иннервирует первую жаберную щель и первую жаберную дугу. Это самый типичный висцеральный, или жаберный, нерв, который охватывает жаберную щель двумя ветвями. В тройничном нерве эта схема нарушена; на самом деле это два сросшихся нерва, в которых почти все висцеральные функции вытеснены очень сильно развитым кожным осязанием. Здесь такое осязание имеется только на голове, что позволяет оценивать значение этого нерва у рыб выше, чем у наземных позвоночных, особенно у человека с прекрасно развитым осязанием кистей. Исходная схема в лицевом нерве нарушена присоединением нервов боковой линии. Чрезвычайно усложнен и блуждающий (X) нерв, в котором соединены 4 жаберных нерва (для II–V жаберных щелей), нерв боковой линии тела и главный парасимпатический нерв (внутренностная ветвь).

Тема следующего занятия – скелет и вскрытие костистых рыб.

Разделы для подготовки:

- 1) скелет костистых рыб,
- 2) строение внутренних органов костистых рыб.

Тема № 5. Скелет и вскрытие костистых рыб

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
класс Osteichthyes,

подкласс Actinopterygii,
группа Teleostei,
Lucioperca lucioperca,
Gadus morhua.

Примечание. Не рекомендуется использовать в качестве объекта для вскрытия представителей карповых рыб, поскольку они не имеют желудка.

класс Osteichthyes,
подкласс Actinopterygii,
надотр. Chondrostei,
Huso huso.

класс Chondrichthyes,
подкласс Elasmobranchii,
Squalus acanthias.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) череп судака сбоку,
- 2) хвостовой плавник судака,
- 3) грудной плавник судака с плечевым поясом,
- 4) внутренние органы трески (общий вид вскрытой рыбы),
- 5) поперечный разрез жабры акулы,
- 6) поперечный разрез жабры осетровой рыбы,
- 7) поперечный разрез жабры костистой рыбы.

Для обозначения категорий окостенений наиболее целесообразно пользоваться терминами «замещающее» и «покровное»: поскольку в них четко зашифрован их основной смысл соответствующих понятий. Слова «первичное» и «вторичное» неудачно сочетаются с понятиями первичной и вторичной верхней челюсти, поскольку первая включает и вторичные кости. Слово «хрящевое» может попросту дезориентировать студента.

Весьма важным представляется понятие первичной верхней челюсти как небноквадратного хряща с окостенениями, сформированными в нем (замещающими) и на нем (покровными). Прослеживание этого объекта в сравнительном ряду позвоночных животных – одно из наиболее весомых наблюдений, которые студенты могут сделать на протяжении обсуждаемого учебного курса.

Определенные трудности вызывают поиски на черепе судака и изображение угловой кости, которая представляет большой интерес, поскольку гомологична барабанной кости млекопитающих. Она занимает задне-медиальный угол вентрального края нижней челюсти и не вступает в контакт с квадратной костью.

В скелете хвостового плавника студенты часто неверно изображают уростиль, который отделен очень слабой и малозаметной границей от самого заднего уронеурального элемента (производного верхней дуги последне-

го сегмента). Надо иметь в виду, что на самом деле уростиль у судака примерно вдвое короче смежных скелетных элементов (уроневралий и гипуралий) и имеет клиновидную форму: начинаясь сравнительно широким основанием на теле последнего хвостового позвонка, он оканчивается острием.

В грудном плавнике сохраняются остатки скелета мясистой лопасти (4 радиальных элемента). Они удачно иллюстрируют вытеснение этой лопасти резко доминирующей кожной лопастью. Ее гипертрофия, видимо, связана с высокой эффективностью костных кожных лучей – лепидотрихий (в сравнении с эластотрихиями хрящевых рыб).

Выбор конкретного вида костистой рыбы в качестве объекта для изучения внутренних органов может быть довольно свободным. Вполне подходит окунь. Щука не имеет пилорических придатков, но на ней доступен пневматический канал, ведущий из пищевода в плавательный пузырь. Треска, используемая ныне кафедрой зоологии позвоночных биофака МГУ, имеет порядка сотни пилорических выростов, но лишена обособленной поджелудочной железы, которая фактически влита в печень. Яркая черта своеобразия трески – продолжение целомической (брюшной) полости далеко позади области анального отверстия. Плавательный пузырь занимает спинную часть всей брюшной полости (кроме самого переднего конца), прикрывая снизу почку. Поэтому чтобы ее увидеть, необходимо на некотором участке туловища удалить сбоку всю мускулатуру, открыв тела позвонков и выломать боковые отростки позвонков вместе с ребрами. В промежутке между плавательным пузырем и позвоночником будет видна почка в виде темной прослойки. Мочеточники сбоку от плавательного пузыря тянутся к мочевому пузырю и наружному мочевому отверстию.

На разрезе жабры акулы заметно, что лепестки внутренней (задней) полужабры длиннее, чем лепестки наружной (передней). На разрезе жабры костистой рыбы важно отметить расширение оснований жаберных лепестков, которые не ограничены пределами своей полужабры, как у осетровых, а соответствуют полной ширине (по сути дела – толщине) жабры. У живой рыбы сокращение специальных гладких мышц разводит лепестки обеих полужабр, так что жабра принимает в поперечном сечении V-образную форму, но от мертвой рыбы такой препарат получить не удастся.

Тема следующего занятия – вскрытие лягушки.

Разделы для подготовки:

- 1) характеристика класса амфибий,
- 2) строение мочеполовой системы позвоночных (из общего очерка организации подтипа, учебник Н.Н. Карташева и Н.П. Наумова, т. 1, стр. 83-85).
- 3) строение внутренних органов лягушки.

Тема № 6. Вскрытие лягушки

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
класс Amphibia,
отряд Anura,
Rana temporaria.

Характеристика класса амфибий:

А. Особенности, связанные с выходом на сушу:

1) Связанные с действием силы тяжести:

1. рычажные пятипалые конечности,
2. подвижное приращение черепа к позвоночнику двумя затылочными мышечками,
3. добавление двух новых отделов позвоночника – шейного (один позвонок) и крестцового (один позвонок),
4. аутостилия;

2) Особенности, связанные с жизнью в воздушной среде:

5. легочное дыхание (легкие, хоаны),
6. второй (малый) круг кровообращения, смешанное кровообращение,
7. среднее ухо;

Б. Особенности, связанные с неполнотой этого выхода:

8. водная личинка и метаморфоз,
9. несовершенство легочного дыхания, необходимость кожного дыхания и влажной, слизистой кожи,
10. водный тип обмена веществ (он рассчитан на избыток воды во внешней среде).

Процедура вскрытия.

- 1) слегка размять лягушку, если ее мышцы напряжены,
- 2) расколоть лягушку на дне ванночки булавами, не слишком натягивая передние конечности,
- 3) продольно разрезать кожу на брюхе на всю длину туловища и головы,
- 4) сделать 2 поперечных разреза кожи на уровне подмышек и на заднем краю брюха,
- 5) сделать 2 продольных разреза брюшной мускулатуры по бокам от проходящей по ней брюшной вены, впереди – до грудины,
- 6) поперечно перерезать получившуюся мускульную ленточку впереди от выхода из нее брюшной вены (выход заметен, если слегка оттянуть ленточку вверх и смотреть сбоку; эту вену вместе с ленточкой надо стараться сохранить целыми при последующей работе),

- 7) сделать 2 поперечных разреза мускульной стенки брюха – как на коже,
- 8) продольно прорезать ножницами по центру плечевого пояса и дальше до подбородка,
- 9) приподнять и развернуть половинки плечевого пояса, отделив от него пленки и удалив тянущиеся вперед тонкие мышцы.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) зев (раскрытая ротовая полость),
- 2) общее вскрытие,
- 3) мочеполовая система другого пола (с не попавшими на первый рисунок деталями кровеносной системы).

Специального обсуждения во время объяснения заслуживают преобразования кровеносной системы, наступившие в эволюции позвоночных при выходе на сушу. За исходную схему жаберных артериальных дуг принимаем не эмбриональную картину, включающую челюстную и подъязычную артериальные дуги, а более простой набор из четырех дуг, характерный для взрослых костных рыб. Полезна оговорка, что каждая дуга возникает при редукции жабры в результате слияния приносящей жаберной артерии с выносящей. Мелом на доске показываем, как первая (передняя) из этих дуг преобразуется в общую сонную артерию, вторая в (системную) дугу аорты, а четвертая продолжается в легочную артерию. Можно указать (хотя для этого и нет прямого повода) на хотя бы временное использование в артериальной системе высших позвоночных сонного и боталлова протоков.

Нарисованная на этом этапе объяснения схема позволяет ясно показать причины возникновения малого круга кровообращения. Поскольку при данной схеме кровоснабжение головы осуществляется общей сонной артерией непосредственно из сердца, в нем не должна быть чисто венозная кровь, как это имеет место у рыб, обладателей единственного круга кровообращения. Там она проходит на пути в голову сквозь жабры, но у амфибий легкие как орган воздушного дыхания располагаются не в голове, а далеко позади, в брюшной полости. Поэтому насыщенная кислородом кровь из легких должна подаваться для перераспределения в сердце по легочной вене, в чем и выражается образование малого, легочного круга кровообращения.

Получается, что общая схема кровеносной системы рыб «скроена по мерке» дыхания расположенными в голове жабрами. У наземных позвоночных точка подачи кислорода в кровь изменилась, что и сделало необходимым такую перестройку, как формирование второго круга кровообращения.

Первоочередного внимания по завершении процедуры вскрытия заслуживают расположенные по бокам от сердца венозные стволы (наружная

и внутренняя яремная, а также подключичная, формирующие переднюю полую вену), поскольку поначалу они наполнены кровью и прекрасно видны, а позже – запустеют и высохнут. Поэтому их стоит сразу нарисовать, начав главный рисунок, – изобразить сердце и вены на одной стороне тела. Место по другую сторону от сердца позже понадобится для рисования расходящихся артериальных стволов, для рассмотрения которых упомянутые вены придется удалить.

Дополнительных усилий потребует рассмотрение ветвей воротной вены почки. Для этого необходимо раскрыть боковой участок брюшной полости позади почки, порвав иглой пленки на передней стороне основания бедра, раздвинуть мышцы и открыть бедренную вену, от которой в этой области в сторону средней линии тела отходит ветвь в состав брюшной вены, так называемая тазовая вена (студентам это название не даем). К продолжению бедренной вены подходит сзади и впадает в нее седалищная вена; результат их слияния – это и есть воротная вена почки, которая подходит к латеральному краю последней (где от почки отходит вольфов канал).

Определенные трудности представляет рассмотрение некоторых деталей строения мочеполовой системы. Прежде всего, пустой мочевой пузырь скомкан и малозаметен; чтобы оценить его размеры и двухлопастную форму, нужно попытаться осторожно расправить его пинцетом. У самца можно увидеть семявыносящие каналы, которые наподобие нескольких паутинок тянутся в брыжейке, соединяющей семенник с почкой. Для этого нужно осторожно взять семенник пинцетом и оттянуть его, расправив брыжейку. У самца же внимательного рассмотрения заслуживает семенной пузырек, сидящий на вольфовом канале, как почка на стебельке. Он наклонен вершиной в сторону почки и прихвачен к каналу пленками. У самки не без труда доступны воронки яйцеводов. Каждая из них располагается сбоку от предсердия, выше (глубже на препарате) подключичной вены и корня легкого. Найти воронку помогает самый начальный отрезок яйцевода (его прямая часть), проходящая параллельно позвоночнику сбоку от пищевода по спинной стенке полости тела.

Тема следующего занятия – скелет рептилий.

Разделы для подготовки:

- 1) характеристика группы амниот,
- 2) характеристика класса рептилий,
- 3) строение скелета рептилий.

Тема № 7. Скелет рептилий

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,

группа Amniota,
класс Reptilia,
подкл. Lepidosauria,
отряд Squamata,
Varanus griseus.

Характеристика группы амниот.

А. Особенности общего характера:

1. это первично наземные существа;

Б. Особенности эмбрионального развития:

2. яйцевые оболочки,

3. амнион,

4. аллантоис;

В. Особенности взрослых животных:

5. грудная клетка и реберное дыхание,

6. глубокое ороговение кожи,

7. снятие потерь влаги из-за испарения с поверхности тела,

8. другой путь экономии воды – метанефрическая почка,

9. пять отделов позвоночника,

10. особенности шейного отдела позвоночника с атлантом и эпистрофеем,

11. более совершенные механизмы разделения кругов кровообращения,

12. высшие ассоциативные и координационные центры в переднем мозге.

Характеристика класса рептилий:

1. это первый класс в группе амниот,

2. пойкилотермность и экзотермность, кожа пронизана для тепла,

3. сухая кожа, без желез,

4. смешанное кровообращение,

5. несколько особенностей скелета – склонность к образованию височных окон и дуг, единственный затылочный мыщелок, интеркарпальное и интертарзальное сочленения и надгрудник.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

1) череп варана, вид сбоку (без нижней челюсти),

2) череп варана, вид снизу,

3) плечевой пояс варана, вид снизу,

- 4) передняя или задняя конечность варана (разобраться в строении обеих),
- 5) таз варана, вид сбоку.

Хотя в задании нет рисунков позвонков, во время объяснения важно обратить внимание студентов на располагающиеся на верхних дугах сочленовые отростки – отличительный признак позвонков тетрапод. Полезно продемонстрировать множественность шейных позвонков, обратить внимание на атлант и эпистрофей. Заслуживает упоминания также характерная для амниот двучленность ребер.

При обсуждении замещающих костей осевого черепа варана важно отметить общее для всех современных рептилий отсутствие окостенений в одном из четырех главных отделов, обсуждавшихся у костистых рыб – обонятельном. Представляет также специальный интерес боковая клиновидная кость, частично окружающая узким серпиком сверху и сзади отверстие для выхода зрительного нерва. С остальными костями она соединена только при помощи соединительнотканной пленки и на идеально очищенных черепах не сохраняется.

Обсуждая отличительные особенности и происхождение феномена диапсидности, важно показать для сравнения черепа крокодила и черепахи. Древняя для наземных позвоночных (как и для костных рыб) конструкция черепа включает две оболочки. Наружная – это панцирь, образованный покровными костями, а внутренняя – это оболочка мозга, мозговая капсула. В эволюции эти оболочки подвержены противоположным тенденциям: внутренняя разрастается и укрепляется по мере увеличения относительной величины мозга – уровня церебрализации, – а наружная неуклонно сокращается (редуцируется) и теряет свое значение. Редукция в разных ветвях эволюции рептилий протекала разными независимыми путями, один из которых привел к формированию диапсидного черепа. У ящериц диапсидность в полном выражении не сохранилась, поскольку исчезла нижняя скуловая дуга, вероятно, в связи с характерной для них кинетичностью черепа – полезной подвижностью верхней челюсти вверх и вниз относительно черепной коробки.

Нужно позаботиться, чтобы у студентов не сложилось впечатление, будто череп рептилии выводится из черепа судака, объяснить, что и то, и другое – результат независимых процессов упрощения значительно более сложной и притом более или менее сходной в обоих случаях (у кистеперых рыб и у древних лучеперых рыб) мозаики покровных окостенений. Важно стремиться к тому, чтобы воспринимаемая студентами информация о строении черепа не ограничивалась списком окостенений, не напоминала телефонную книгу, список действующих лиц пьесы, а излагала некие интересные действия. В частности, для этого полезно объединить покровные кости в несколько групп. Прежде всего, это 3 пары костей крыши – носо-

вые, лобные и теменные (из которых 2 стали вторично непарными), затем окологлазничное кольцо, включающее предлобную, слезную, скуловую и слившиеся между собой заглазничную и заднелобную. Последний комплекс предлагается называть заглазничной костью, поскольку он обладает ее важнейшим атрибутом – участвует в формировании верхней височной дуги.

Надглазничная кость – это элемент совсем другого порядка. Она не может считаться производной костных чешуй рыбообразных предков, как остальные покровные кости, а возникла в кориуме у рептилий позже. Так, например, у безногой ящерицы желтопузика туловище и хвост покрыты упругим костным панцирем из мелких пластинок – остеодерм, подстилающих роговые чешуи. У собственно ящериц череп облеплен снаружи многочисленными остеодермами. У варана же, очень подвижного хищника, нуждающегося в облегчении тела, на голове осталась только одна остеодерма – надглазничная кость, формирующая защитный козырек над глазом.

Следующая группа покровных костей черепа – щечные кости, чешуйчатая и надвисочная; относившаяся к этой же группе квадратноскуловая кость, формировавшая у типично диапсидных предков нижнюю височную дугу, ящерицами утрачена.

Покровные кости основания черепа любопытны тем, что парасфеноид рудиментарен, а парный сошник не имеет какого-либо контакта с костным осевым черепом. Костный валик, выступающий в обширной костной ноздре сквозь высохший хрящ, также целесообразно относить к сошнику (на самом деле это покровная кость *septomaxillare*, располагавшаяся у далеких предков на поверхности черепа на краю ноздри, но у наземных позвоночных заползшая через нее внутрь носовой полости).

Первичная верхняя челюсть – наследие небноквадратного хряща – у ящериц, как и у костистых рыб, образована пятью окостенениями, среди которых крыловидная кость соответствует внутренней крыловидной кости рыб, поперечная наружной крыловидной, но верхнекрыловидная не соответствует задней крыловидной кости. Кстати, представляется невыгодным другое распространенное название этой кости – столбчатая, – поскольку оно ничего не говорит о морфологической принадлежности этого элемента.

В состав нижней челюсти ящериц входят и сочленовная, и зубная, и угловая кости, уже известные по черепу судака, и еще несколько покровных костей.

В плечевом поясе варана достойно внимания подвижное соединение его половинок (коракоидов) с грудиной при помощи дуговидных скользящих суставов, допускающих повороты во фронтальной (горизонтальной) плоскости приблизительно около точки крепления латерального конца ключицы к лопатке.

В строении предплюсны варана очень четко отразилось присутствие интертарзального сочленения, в частности, благодаря тому, что большин-

ство костей этого отдела слито в единый блок. Но интеркарпальный сустав развит не слабее, хотя внутри запястья и не заметно резких перехватов. Большинство косточек запястья разделены суставной щелью сложной конфигурации и охвачено единой суставной сумкой.

Тазовый пояс ящериц нужно при рисовании ориентировать так, чтобы его вентральный край, образованный лобковой и седалищной костями, был горизонтален. Подвздошные кости при этом обращены назад, весьма непривычным образом в сравнении с картиной, обычной для человека и других млекопитающих. У четвероногих зверей столь логично направление этих костей вперед как распорок, передающих на позвоночник силу произведенного задними конечностями толчка. Но у рептилий (ящериц и крокодилов) силу направленного вперед толчка на позвоночник передают мощные мышцы, которые тянут конечности назад (как и таз), а сами занимают переднюю (толстую) часть хвоста. Подвздошные кости как распорки сопротивляются силе этих мышц и вполне логично направлены назад.

Тема следующего занятия – скелет птиц.

Разделы для подготовки:

- 1) характеристика класса птиц,
- 2) строение скелета птиц.

Тема № 8. Скелет птиц

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
группа Amniota,
класс Aves,
Corvus corone.

Характеристика класса птиц:

А. Черты сходства с рептилиями:

1. бедность кожными железами,
2. единственный затылочный мыщелок,
3. исходно диапсидный череп,
4. интеркарпальное и интертарзальное сочленения,
5. артериальная кровь в правой дуге аорты,
6. строение мочеполовой системы, мочевиная кислота как продукт азотистого обмена.

Б. Гомойотермия и высокий уровень метаболизма:

7. термоизолирующий перьевой покров,
8. совершенная дыхательная система: двойное дыхание,

9. полное разделение кругов кровообращения, одна лишь правая дуга аорты,
- В. Высокий уровень развития ЦНС и органов чувств: совершенная ориентация, сложное поведение:
10. высокий уровень развития зрения и слуха,
 11. крупный и сложный мозжечок,
 12. усиленное развитие переднего мозга, за счет базальных ядер (полосатых тел),
- Г. Приспособления к полету:
- И. Собственно летательный аппарат:
13. крыло – преобразованная передняя конечность,
 14. маховые перья,
 15. киль грудины и мощная летательная мускулатура,
 15. укороченный хвост с веером рулевых перьев,
- II. Облегчение тела:
16. беззубый клюв,
 17. пневматизация тела,
 19. редукция ряда органов (укорочена толстая кишка, нет мочевого пузыря и правого яичника),
- III. Двуногость.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) череп вороны, вид сбоку, нижняя челюсть – несколько на отлете,
- 2) череп вороны, вид снизу,
- 3) скелет туловища вместе с хвостом, вид сбоку,
- 4) скелет передней конечности,
- 5) скелет задней конечности,
- 6) тазовый пояс, вид снизу (факультативно).

Как показывают результаты сравнительно-анатомических и палеонтологических исследований, птицы – родственники рептилий подкласса архозавров, обладателей диапсидного черепа. В частности, это динозавры и современные крокодилы. Поэтому не вызывает сомнений принципиальная принадлежность и их черепа к диапсидному типу. Но у них предельно гипертрофирована внутренняя оболочка в составе черепа (мозговая капсула), а редукция наружной оболочки завершилась утратой верхней височной дуги. Из образующих ее костей заглазничная исчезла, а чешуйчатая вошла в стенку черепной коробки и у большинства птиц занимает существенный участок на ее внутренней поверхности. Среди уникальных особенностей черепа птиц важно упомянуть присутствие крупной срединной обонятельной кости, образующей межглазничную перегородку и фундамент для крепления длинной верхней челюсти, а также хорошее развитие производных парасфеноида – рострума и основной височной кости.

Из окостенений слуховой капсулы у птиц имеется практически лишь одна переднеушная кость. Боковая клиновидная кость формирует нижнюю половину передней стенки мозговой капсулы (обращенной к глазнице), тогда как верхнюю ее половину образует лобная кость.

Количество покровных костей существенно меньше, чем у ящериц. В крыше черепа все три пары костей налицо. Из окологлазничных костей остались только предлобная (которую зарубежные анатомы птиц уже переименовали в слезную) и палочковидная скуловая, у многих птиц потерявшая контакт с черепной коробкой. У вороны такой контакт есть – через маленькую предлобную кость. Основная костная масса перед глазницей принадлежит срединной обонятельной кости и называется ее крылом. Компоненты группы щечных костей – это вошедшая в стенку мозговой капсулы чешуйчатая и палочковидная квадратно-скуловая. Сошник птиц считается вторично непарным (как и у судака), у некоторых птиц он исчез.

Из пяти костей первичной верхней челюсти рептильных предков у птиц исчезли верхнекрыловидная, следы которой нужно искать на конце глазничного отростка квадратной кости, и поперечная (бесследно). Вторичная верхняя челюсть интересна тем, что предчелюстная кость стала непарной и доминирует над верхнечелюстными костями по размерам. Кинетичность черепа, т. е. подвижность верхней челюсти вверх и вниз относительно черепной коробки у птиц выражена сильнее, чем у ящериц, но, в отличие от характерной для них картины, она не включает деформаций мозговой капсулы, которая остается абсолютно монолитной. В большинстве случаев верхняя челюсть поднимается и опускается как единое целое, поворачиваясь относительно гибкого участка крыши черепа перед глазницами, образованного носовыми костями. Небные, крыловидные кости и скуловые дуги при этом перемещаются вперед и назад, а квадратные кости, которые при помощи суставов подвешены к черепной коробке, совершают качательные движения.

По составу окостенений в нижней челюсти птицы очень близки к рептилиям.

В строении грудной клетки птиц заслуживают внимания двучленность грудных ребер (которая характерна для всех амниот и необходима для большего приращения объема грудной клетки при вдохе) и присутствие на ребрах крючковидных отростков. Взгляд на их способность укреплять грудную клетку просто за счет налегания на позадилежащее ребро недостаточно конкретен, тем более, эти отростки не имеют никакой прочности в поперечном направлении. Существеннее то, что они подвешены соединительнотканными пленками к своим ребрам, благодаря чему образуют прочные кронштейны для крепления межреберных мышц и повышают их эффективность в выполнении энергичного вдоха. Этим компенсируется специфичная для птиц невозможность использовать шею в качестве опоры для дыхательной мускулатуры, каковой она служит у рептилий и млекопитаю-

щих. Понятно, что шея, осуществляющая тончайшие движения головы при сложных манипуляциях клювом, должна быть свободна от дополнительных нагрузок.

В скелете туловища, комплекса грудной клетки, поясов конечностей и хвоста, примечательно положение плечевого сустава, который предельно вынесен вперед. Благодаря его позиции крыло занимает такое положение по отношению к центру масс тела, какое необходимо для равновесия в полете – чтобы тело не кувырчалось вниз или вверх головой. Кроме того, такой вынос плечевого сустава помогает выкроить максимум пространства для размещения мощной летательной мускулатуры. С этой точки зрения важны как суммарная длина коракоида и грудины (потенциальная длина мышц), так и высота килья (потенциальная толщина мускульного слоя). Популярный тезис о роли килья в увеличении поверхности для крепления мышц представляется неудачным (сухожилия не нуждаются в большой поверхности крепления); лучше говорить о том, что киль выкраивает необходимое пространство для размещения мускулатуры. Но если киль понятным образом высок и прочен, то не сразу понятны причины крупных размеров тела грудины, которое построено гораздо слабее, довольно тонко и пронизано окнами, особенно обширными у курицы (скелет курицы хорошо бы показать на этом занятии), затянутыми пленкой. Важная роль этого обширного тела, вогнутого сверху наподобие тонкостенного корыта, – эффективный контроль объема брюшной полости, в которой расположены важные органы дыхания – легочные мешки.

Взаимное сращение ключиц в вилочку вряд ли стоит связывать со свойствами последней в качестве пружины. Скорее такое срастание придаст каждой из них устойчивость в пространстве, позволяя служить местом крепления для летательных мышц (иначе под влиянием боковых усилий они могли бы поворачиваться около своих длинных осей).

Но почему ключицы ради укрепления не прирастают к килью грудины (редкое исключение – журавли, у которых прирастают)? И какова роль подвижного соединения коракоидов с телом грудины? – Надо иметь в виду, что плечевой пояс, охватывающий со всех сторон грудную клетку, при всей своей мощности не должен сковывать ее дыхательных движений. Это условие выполняется благодаря поразительной гибкости плечевого пояса, его способности к деформации за счет подвижности коракоидов – как относительно тела грудины, так и относительно лопаток (с которыми их соединяют мягкие хрящевые прослойки).

В тазовом поясе колоссальная длина подвздошной кости – средство увеличить протяженность зоны крепления половинок таза к позвоночнику и тем самым увеличить прочность таза. Это важно в связи с двуногостью птиц, но особенно – с открытой конструкцией таза, в котором половинки не имеют взаимной опоры; таз не образует кольца. Любопытно, по какой причине лобковые кости обращены назад. Нет полной уверенности, что это –

непосредственное следствие утраты лобкового симфиза. Скорее поворот этих костей назад в эволюции птиц позволил им отодвинуть задний край мускульной стенки тела – брюшного пресса – в ответ на разрастание тела грудины, которое теснило пресс спереди. Вертлужная впадина у птиц сквозная, т. е. образует окно, как и у других архозавров, в частности, динозавров и крокодилов.

При рассматривании тазового пояса снизу открывается весь набор позвонков сложного крестца, относящихся к четырем отделам – грудному, поясничному, истинно крестцовому и хвостовому. Два истинных крестцовых позвонка – не самые крупные и прочные. Их выдают остатки ребер, вошедших в качестве посредников в древнее соединение подвздошных костей с позвонками. Они выглядят, как почти поперечные перекладки по бокам от тел позвонков, лежащих позади уровня вертлужных впадин, и считаются остатками шеек ребер – их участков в промежутке между головкой ребра (которая причленяется к телу позвонка) и его бугорком (который связан с сидящим на верхней дуге поперечным отростком).

В скелете крыла очень резко выражен интеркарпальный сустав между двумя обособленными косточками запястья, сравнительно плотно соединенными с костями предплечья, и пряжкой, результатом слияния нескольких мелких косточек запястья и трех пястных костей. Количество фаланг у некоторых птиц больше, чем у вороны. Например, у гусей в первом и во втором пальцах имеются еще когтевые фаланги.

В скелете задней конечности интертарзальный сустав выражен еще четче, поскольку все остальные зоны контактов между большой берцовой костью, костями предплюсны и плюсны полностью заросли и не различимы. Главная кость голени приобрела комплексный характер и, строго говоря, должна называться уже не большой берцовой костью, а тибиятарзусом. Удачного перевода этого латинского термина не найдено (м. б. «голенопредплюсна?»), поэтому наиболее практичной представляется простая транслитерация латинского слова. Слияние костей плюсны между собой и с некоторыми костями предплюсны, приведшее к образованию цевки, вполне объяснимо требованием облегчения дистальных отделов конечности, осуществленным с сохранением необходимой прочности. Слияние тонких косточек обеспечивает идеальное распределение нагрузки между ними, предотвращает для них опасность быть сломанными порознь. По той же причине формируется подобие цевки у двуногих динозавров, тушканчиков, срастаются третья и четвертая кости пясти и плюсны у парнокопытных млекопитающих. Между берцовыми костями в голени другие отношения: большая берцовая кость укреплена, а малая берцовая – редуцирована, хотя и не до конца. Ее проксимальный конец «спасен» участием в образовании коленного сустава. Маленькая первая плюсовая косточка, к которой причленен первый палец, не приросла к цевке, а осталась свободной в связи с поворотом этого элемента, как и пальца, назад в ходе противопоставления

остальным пальцам. Количество фаланг во всех пальцах выражаемое «фаланговой формулой», здесь таково же, как в I–IV пальцах у ящериц, на одну фалангу больше номера пальца. Это позволяет уверенно считать, что у птиц в стопе не хватает именно пятого пальца.

Тема следующего занятия – вскрытие птицы.

Раздел для подготовки:

1) внутренние органы тела птиц.

Тема № 9. Вскрытие птицы

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,

подтип Vertebrata,

группа Amniota,

класс Aves,

Coturnix coturnix japonica.

Процедура вскрытия.

1) положить перепела с ошипанной вентральной стороной туловища на спину,

2) разрезать кожу вдоль киля грудины,

3) отделить кожу от грудных мышц, оттянув ее в стороны,

4) отделить кожу от зоба впереди и от брюшной стенки позади, стараясь не порвать стенку зоба,

5) отделить зоб от поверхности грудных мышц и слегка оттянуть его вперед,

6) скальпелем отделять по направлению спереди назад грудную мускулатуру от ключицы, от киля и тела грудины, пока сбоку от переднего края ее тела откроются артерии и вены, которые нельзя повредить,

7) то же проделать на другой стороне,

8) оттягивая грудину за киль вверх, скальпелем отделить ее задний край от тонкой брюшной мускулатуры,

9) сильнее оттягивая грудину, порвать пинцетом пленки между нею и внутренностями,

10) оттягивая грудину, перерезать ребра близ ее тела ножницами, которые должны пройти над сосудами мускулатуры, а затем перерезать коракоида и ключицы – примерно в середине их длины, – чтобы полностью удалить грудину,

11) удалить мускульную брюшную стенку, отделив ее скальпелем от лобковых костей,

12) удалить прикрывающее желудок скопление жира, раздвигать петли кишечника, разрывая стенки воздушных мешков (но не брыжейки),

13) для рисования общего вскрытия предлагается несколько сдвинуть сердце вперед, задрать его вершиной к препарирующему, оттянуть печень, желудок, двенадцатиперстную кишку и поджелудочную железу вправо (влево для препарирующего), что позволит открыть железистый желудок, селезенку, левое легкое, почку и гонаду,

14) после изображения этой картины сердце следует вернуть в естественное положение и добавить к рисунку, который окажется условно вытянут в длину.

Задание. Разобраться в препарате и сделать следующие рисунки:

- 1) общее вскрытие перепела,
- 2) мочеполовая система другого пола.

Для пищеварительной системы перепела, как и у голубя, который фигурирует в качестве объекта в пособиях, характерно присутствие обширного зоба, представляющего собой расширение пищевода. Но помимо этого перепел, как и другие представители птиц отряда курообразных, обладает парой длинных слепых кишок, имеющих у голубя совершенно зачаточный вид.

Дыхательная система перепела вполне типична. Вскрывая свежую птицу, можно слегка оттянуть сердце назад, и тогда впереди от него видна точка разделения трахеи на два главных бронха, т. е. нижняя гортань, где располагается голосовой аппарат.

Точно так же, оттянув сердце назад и косо заглядывая под него спереди, нетрудно увидеть и продолжение правой дуги аорты, огибающей правый главный бронх и уходящей за него в каудальном направлении (т. е. назад). У разных особей по-разному виден задний отрезок спинной аорты, который располагается между почками и нередко прикрыт ими. В то же время основания отходящих от спинной аорты на этом отрезке седалищных артерий обычно видны. Основания воротных вен почки не отделены от средней линии и основания копчиково-брыжеечной вены короткими поперечными венозными сосудами, как у голубя, а расходятся из единого узла, расположенного по центру. Хорошо видны общие подвздошные вены, несущие кровь от почек и сливающиеся непосредственно впереди от них в заднюю полую вену.

У перепела почка имеет неправильную форму, у него не выражено характерное для голубя и вообще типичное для птиц подразделение почки на 3 более или менее округлые доли.

Дорсальнее крупных семенников (между ними и почками) удастся рассмотреть придатки семенников, которыми начинаются семяпроводы.

Тема следующего занятия – скелет млекопитающих.

Разделы для подготовки:

- 1) характеристика класса млекопитающих,
- 2) строение скелета млекопитающих.

Тема № 10. Скелет млекопитающих

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,
подтип Vertebrata,
группа Amniota,
класс Mammalia,
Vulus vulpes.

Характеристика класса млекопитающих:

А. Особенности ротового аппарата:

1. обработка пищи в ротовой полости с использованием гетеродонтной зубной системы,
2. мясистые щеки и губы, ограничивающие полость преддверия рта,
3. вторичное твердое небо,
4. мясистый подвижный язык,
5. пищеварительные ферменты в слюне,
6. нижняя челюсть из одной лишь зубной кости, вторичный челюстной сустав,
7. переход ряда костей челюстной дуги в среднее ухо – квадратной (наковальня), сочленовной (молоточек) и угловой (барабанная кость).

Б. Гомойотермия и высокий уровень метаболизма:

8. теплоизолирующий волосяной покров.
9. совершенная дыхательная система,
10. четырехкамерное сердце, единственная левая дуга аорты, несмешанное кровообращение,

В. Высокая способность к ориентации и сложное поведение:

11. усиленное развитие органа обоняния,
12. активное формирование запахового сигнального поля, апокриновые потовые железы и индивидуальный запах,
13. высшие центры – в коре переднего мозга

Г. Особенности размножения:

14. выкармливание детенышей молоком,
15. у подавляющего большинства – живорождение и плацента.

Задание. Разобраться в препаратах и сделать следующие рисунки:

- 1) череп, вид сбоку, нижняя челюсть несколько на отлете,
- 2) череп, вид снизу,

- 3) передняя конечность с поясом, вид сбоку,
- 4) тазовый пояс, вид сбоку.

Платицельность позвонков у млекопитающих связана с тем, что у них между телами нет суставов, подвижность которых была бы обусловлена взаимным скольжением конгруэнтных поверхностей, выпуклых и вогнутых. У зверей между плоскими торцами тел смежных позвонков вложены эластичные межпозвоночные диски, сминание которых и обеспечивает подвижность. Критерии для определения позвонков грудного отдела у зверей несколько иные, чем на примере рептилий и птиц: здесь к их числу по традиции (сложившейся в анатомии человека) относят не только те позвонки, ребра от которых достигают грудины, но все позвонки, обладающие свободными (подвижными) ребрами (в том числе, колеблющимися).

Если птицы по строению черепа кое в чем близки к современным рептилиям, то млекопитающие наоборот, поразительно непохожи на них. Прежде всего, у них 2 затылочных мыщелка. Глубокий отпечаток на конструкцию черепа наложило усиленное развитие головного мозга (высокая степень церебрализации) и органа обоняния, приведшее, как и у птиц, к укреплению стенок мозговой капсулы и редукции подкожного панциря. Но от него осталась всего одна скуловая дуга и притом совершенно иного состава, чем дуги диапсидного черепа. В сравнении с дугами диапсидного черепа она проходит как бы по диагонали – впереди образована костью его нижней височной дуги (скуловой), а позади – костью верхней дуги (чешуйчатой).

Едва ли стоит использовать позаимствованные из человеческой анатомии термины для комплексных костных образований (прежде всего, «височной» кости), поскольку в сравнении с черепом птиц они не несут в себе какой-либо новизны, но способны запутать студента и затуманить важные сравнительно-анатомические обобщения.

Разросшаяся носовая полость и вплотную примыкающие к ней крупные обонятельные луковицы переднего мозга оттеснили глазницы в стороны, тем самым вернув череп к платибазальной компоновке. Стенки «раздувшейся» мозговой капсулы дополнены костями, которых они не имеют у современных рептилий. Во-первых, это пара чешуйчатых костей, исходно принадлежащих наружному панцирю, но у зверей выходящих на внутреннюю поверхность свода черепа, во-вторых, – межтеменная кость (у грызунов обособленная, но чаще – прирастающая сверху к верхней затылочной), наследие заднего поперечного ряда покровных костей крыши черепа, имевшегося у стегоцефалов и котилозавров. У млекопитающих особо укреплена передняя часть мозговой капсулы, возможно, в связи с приспособлением к силовой обработке добычи зубами; это выражается в существовании крупной переднеклиновидной и срединной обонятельной (или решетчатой) костей. Непарный сошник накрывает снизу переднюю часть перед-

неклиновидной кости, но виден плохо, поскольку далее уходит в хоаны и, таким образом, на большем своем протяжении прикрыт снизу вторичным костным небом.

Слуховую капсулу у млекопитающих занимают две кости, которые называют каменной и сосцевидной (термины из анатомии человека) или просто околоушными.

Первичная верхняя челюсть у млекопитающих (наследие небноквадратного хряща – комплекс костей, возникающих как в нем, так и на нем) не только утратила роль, исходно выполнявшуюся во взаимодействии с добычей, но и утратила целостность, фактически распалась, оказалась разброшенной по разным частям черепа. Небная кость располагается «на месте» и участвует в формировании вторичного костного неба, позади к ней примыкает небольшая крыловидная кость. Поперечная кость исчезла, а замещающая верхнекрыловидная вошла в стенку мозговой капсулы (прирастая спереди к чешуйчатой кости) под именем крылоклиновидной кости. Этот фактический переход кости висцерального происхождения в свод черепа – еще одно яркое следствие характерного для млекопитающих высокого уровня церебрализации. Квадратная кость перешла в среднее ухо в качестве одной из трех косточек – наковальни. При этом ясно, что ее подвижное сочленение со стремением соответствует гиостильной подвеске, а связь с молоточком – первичному челюстному суставу.

Вторичная верхняя челюсть сформирована в основном крупной верхнечелюстной костью, которая образует и доминирующую часть вторичного костного неба. Последнее важно благодаря его роли не только в отделении ротовой полости от носоглотки, но и в укреплении рыла, поскольку придает ему трубчатую конструкцию. Предчелюстная кость относительно мала и несет малую часть зубов – только резцы (в ветеринарной анатомии она именуется резцовой костью).

Формирование нижней челюсти одной лишь зубной костью принципиальным образом повышает ее силовые возможности, поскольку делает эту челюсть монолитной, а не составной, как у большинства других позвоночных (правда, эта монолитность затрудняет сохранение геометрического подобия в процессе онтогенеза, которое легко достигается за счет вставочного роста – по границам окостенений – у обладателей составной челюсти). К тому же установление новой точки крепления нижней челюсти, вторичного челюстного сустава, способствует ее укорочению и тем самым создает дополнительную механическую выгоду.

Из остальных компонентов составной нижней челюсти понятна судьба сочленовной кости, образовавшей молоточек, и угловой, превратившейся в барабанную. Последняя в наиболее скромном варианте – рамка для барабанной перепонки, но у большинства зверей – еще и слуховой барабан, резонатор.

Для скелета передней конечности лисицы, достаточно близкого к скелету руки человека, как и для других млекопитающих характерно доминирование предплечно-запястного сустава, а не интеркарпального. Важно помнить, что лучевая кость располагается против I пальца, а локтевая – против V.

У зверей сильно упрощен состав плечевого пояса, особенно – у хищных (и копытных), которые в дополнение к общей для всех сумчатых и плацентарных редукции коракоида фактически утратили и ключицу. Но зато оставшийся элемент пояса – лопатка – приобрел замысловатую форму. Это следствия особой характерной для этих животных позы, в которой они передвигаются по земле. Конечности не расставлены в стороны, как у ящерицы, а подведены под туловище, так что отдельные звенья конечностей располагаются в вертикальной продольной (парасагиттальной) плоскости. При этом не нужно удерживать против тяжести тела отведенное вбок плечо, не нужны поперечные усилия, в связи с чем не нужна и поперечная распорка (коракоид). Но требуется новая мышца, чтобы удерживать плечо, отведенное назад. Оказывается, отогнутая наружу лопаточная ость – это бывший передний край лопатки, а ее нынешний передний край образован новой полкой (аналогичной киллю грудины у птиц), возникшей для размещения этой новой (предостной) мышцы. Подвешенная мышцами за вершину лопатка качается на ходу точно так же, как бедро, т. е. функционально влита в состав конечности. Но для этого потребовалось освободить область плечевого сустава от связи с грудной клеткой (подобно тому, как свободна область колена) путем редукции коракоида, а у хороших бегунов (хищных и копытных) – и ключицы.

В скелете задней конечности представляет интерес присутствие голеностопного сустава, а также медиальное положение большой берцовой кости – против I пальца. Тазовый пояс резко отличается от птичьего нескованной вертлужной впадиной, присутствием лобкового симфиза, ограниченностью области связи с позвоночником. Взаимное срастание костей таза с образованием безымянной кости едва ли заслуживает внимания.

Тема следующего занятия – вскрытие крысы.

Раздел для подготовки:

1) внутренние органы млекопитающих.

Тема № 11. Вскрытие крысы

Систематическое положение объекта:

тип Chordata,

подтип Vertebrata,

группа Amniota,

класс Mammalia,

Rattus norvegicus.

Процедура вскрытия:

1) расправить усыпленную хлороформом крысу, отогнув голову вверх и открыв область горла, после чего уложить крысу на ванночку вверх брюхом,

2) оттянув пальцами кожу на горле, срезать ее ножницами, в открывшемся отверстии отогнуть вперед железы и выявить передний конец грудины,

3) введя браншу ножниц спереди под передний конец грудины, прорезать грудную и затем брюшную полость по направлению назад до полового отверстия, у самца продлить разрез на одной стороне тела до заднего конца мошонки,

4) скальпелем отделить края диафрагмы от задних ребер, чтобы она осталась при внутренних органах, после этого, захватив пальцами стенки грудной полости, с силой развернуть их в стороны до щелчков, переломив ребра (особого внимания требует короткое и прочное переднее ребро),

5) пальцами снять зобную железу, в той или иной степени прикрывающую сердце и аорту впереди от него, остатки железы удалить пинцетом,

6) у самок разрезать продольно поставленным скальпелем лобковый симфиз и ногтями развернуть в стороны половинки таза, открыв полость малого таза,

7) ножницами сделать поперечные надрезы стенок брюшной полости длиной 2-3 см на уровне середины длины брюшной полости.

Рекомендуется инъецировать артериальную систему 7% водным раствором желатины, смешанным с небольшим количеством красной гуашевой краски. Тогда нужно рекомендовать иную последовательность операций:

2) прорезать ножницами стенку брюшной полости по центру от грудины до полового отверстия,

3) сделать ножницами поперечные надрезы стенок брюшной полости (см. п. 7),

4) сдвинуть на правую сторону тела кишечник и аккуратно раздвинуть жир на верхней стенке брюшной полости (позади почек), открыв спинную аорту,

5) вонзить в нее иглу шприца по возможности отлого по направлению вперед и ввести примерно 2 мл теплой инъекционной массы (при температуре выше 30°C), вынимая иглу прижимать место прокола пальцем, после чего, не отпуская, охладить крысу в воде,

6) проделать операции из первого списка с 2) по 6).

Задание. Разобраться в препарате и сделать следующие рисунки:

1) общее вскрытие крысы,

2) мочеполовая система другого пола.

Первый объект из органов пищеварительной системы это крупные слюнные железы, расположенные под кожей в области горла, – три пары. Помимо них здесь же расположены лимфатические железы. Следующее наблюдение – присутствие у крысы весьма вытянутого пищевода, несмотря на относительно малую длину шеи. Это следствие важной особенности дыхательной системы – присутствия диафрагмы, отодвинувшей желудок назад. Полупрозрачные стенки желудка позволяют подразделить его на два отдела, различные по характеру внутренней выстилки. Его самая левая (правая для препарирующего) часть имеет пищеводное происхождение, внутреннее ороговение и приспособлена к накоплению грубого корма. Толстая кишка на самом деле сравнительно тонка, поскольку приспособлена к продвижению и высушиванию маленьких порций химуса, чем достигается грануляция помета, позволяющая осуществлять дефекацию, так сказать, попутно, без помех другим формам поведения. Тонкая кишка впадает не в самое начало толстой кишки как высушивающего химус конвейера, а несколько отступя, что и привело к образованию тупикового отрезка – слепой кишки. Последняя служит загрузочным бункером конвейера и хранилищем специфического для семьи штамма бактериальной флоры. Перед рисованием слепой кишки ее нужно разложить на препарате таким образом, чтобы была понятной ее топографическая связь с толстой кишкой (вместе с ней и прямой кишкой она формирует заднюю кишку).

В силу характерной для крысы (как и большинства других зверей) ориентации черепа и, в частности, костного неба по продолжению шейного позвоночника ее мягкое небо очень сильно вытянуто, практически до самого входа в гортань. На препарате вскрытой крысы гортань прикрыта темно-красной щитовидной железой. Правое легкое подразделено на 4 доли, взаимное перемещение которых при деформациях, сопровождающих изменения объема, снижает степень внутреннего напряжения легочной ткани.

Форма сердца любопытна существованием у предсердий заостренных флангов, свободно нависающих над боковыми стенками желудочков. Это так называемые ушки предсердий, широко распространенные у млекопитающих. Основание левой дуги аорты прикрыто основанием легочной артерии, которая пересекает его, проходя на переднем плане от правого желудочка на левую сторону тела крысы (направо для препарирующего). Чтобы лучше рассмотреть эту картину, полезно слегка повернуть сердце, прижав пальцем его верхушку по направлению назад (для крысы). Сохранение у млекопитающих левой дуги аорты позволяет заключить, что их предки не могли проходить в своей эволюции такой стадии, какую демонстрируют современные рептилии, поскольку при такой организации основных артериальных стволов левая дуга аорты фактически обречена на редукцию. Как предполагают, в этой линии эволюции артериальный конус разделился не на три, а на два ствола – общий ствол обеих дуг аорты и легочную артерию. В дальнейшем осталась только одна из двух равноценных

дуг, поскольку ее пропускная способность по чисто физическим причинам (вязкость крови и ее трение о стенки сосуда) была выше, чем у пары сосудов с половинной площадью поперечного сечения. Что же касается причин сохранения именно левой дуги, то возможно, определяющим фактором в данном случае оказалось положение легочной артерии (идущей налево у всех амниот), с которой дуга связана в эмбриогенезе боталловым (или артериальным) протоком.

Впереди от сердца хорошо видна пара передних полых вен, их слияние из ветвей показать трудно из-за нежности вен, плохо переносящих прикосновения металлических инструментов. Хорошо видна только наружная яремная вена (под кожей на боковой стороне шеи), но ее связь с передней полой прослеживается плохо, поскольку замаскирована ключицей (наружная яремная вена ныряет в глубину позади ключицы, но впереди от первого ребра). Дорсальнее левого легкого непосредственно слева от позвоночника проходит гомолог задней кардинальной вены – так называемая непарная вена, впадающая в левую переднюю полую. Ее изображение не удастся разместить на рисунке вскрытия, но стоит показать. Задняя полая вена у млекопитающих знаменита тем, что формируется не впереди, а позади от почек – в результате слияния общих подвздошных вен, несущих кровь от задних конечностей и каудального конца туловища. А почечные вены впадают в нее с боков наряду с другими венами. Отсутствие воротной системы почки означает, что в нее не попадает ни одной капли венозной крови. Почка омывается исключительно артериальной кровью, что, видимо, связано с высокими энергетическими затратами, сопровождающими отсасывание воды против высокого осмотического давления. Порядок формирования задней полых вен из ветвей очень близок к ветвлению спинной аорты, только судьба крови, омывающей кишечник различна, поскольку возвращается она через воротную систему печени и печеночные вены (невидимые на препарате).

Высокое осмотическое давление, против градиента которого в почках отсасывается вода из первичной мочи, создается мочевиной благодаря ее хорошей растворимости в воде. Небольшая асимметрия в расположении почек связана с влиянием желудка, несколько оттесняющего левую почку назад. Мочеточники нетрудно проследить до самого мочевого пузыря. Для этого можно на препарате самки осторожно оттянуть мочевой пузырь пинцетом вперед. При этом становятся видны три идущих от него назад тяжа, из которых боковые – это мочеточники, а срединный – мочеиспускательный канал. Последний становится виден у самки только после вскрытия малого таза. Полезно убедиться, что он открывается наружу отдельным отверстием, которое окружено обволощенной кожей.

Придаток семенника (остаток мезонефрической почки) как бы охватывает его с трех сторон – с проксимальной, где он связан с гонадой, боковой и дистальной; его хвост круто изгибается и переходит в семяпровод. Круп-

ные семенные пузырьки не накапливают половые продукты, а выделяют особый секрет, формирующий после спаривания пробку в половых путях самки. Тем самым они участвуют в формировании спермы, как и представительная железа. Канал уретры, проходящий внутри пениса, проследить не надо, поскольку он скрыт значительной массой окружающей его мускулатуры. Заслуживают внимания пахучие препуциальные железы, которые расположены в складке кожи, окружающей конец пениса.

У самки недалеко позади почки лежат маленький темнокрасный яичник и светлый яйцевод толщиной в конский волос, скомканный плотным клубком. Так называемая двураздельная матка представлена двумя рукавами, которые объединяются дорсальнее мочевого пузыря и переходят во влагалище, открывающееся наружу половым отверстием (позади и дорсальнее мочевого).

Тема следующего занятия – коллоквиум

Разделы для повторения:

- 1) все характеристики, рассмотренные в течение практикума,
- 2) строение скелета у всех рассмотренных на практикуме групп (для амфибий – только в пределах набора сведений, упоминаемых в характеристике этого класса),
- 3) строение кровеносной системы хордовых,
- 4) строение мочеполовой системы позвоночных.

Занятие № 12. Коллоквиум

Перед этим занятием стоит двойственная задача – во-первых, проконтролировать понимание студентами основных положений, выносимых на практикум, а во-вторых, – помочь им подготовиться к экзамену путем "генеральной репетиции" наиболее важных и трудных вопросов из затронутых в ходе практикума.

Коллоквиум строится, как фронтальный опрос студентов с последовательным обсуждением предложенного для повторения материала. При этом под характеристиками понимается краткий перечень включаемых пунктов. При обсуждении скелета последовательно рассматриваются для всех изученных групп отдельные его части – осевой скелет, череп, непарные плавники, передние парные конечности с поясом, задние конечности с поясом. Для черепа целесообразно ввести схемы (рисовать на доске), отражающие преобразования первичной и вторичной верхней челюсти, а также подязычной дуги в ряду от акулы до млекопитающих. При рассмотрении кровеносной системы целесообразно ввести схемы, изображающие ее для каждой группы позвоночных (вид снизу), не рисовать заново, а получать путем переделки схем для нижестоящих групп.

Оглавление

Вводные замечания	3
Тема № 1. Ланцетник	6
Тема № 2. Минога	10
Тема № 3. Скелет хрящевых рыб	13
Тема № 4. Нервная система хрящевых рыб	14
Тема № 5. Скелет и вскрытие костистых рыб	15
Тема № 6. Вскрытие лягушки	18
Тема № 7. Скелет рептилий	20
Тема № 8. Скелет птиц	24
Тема № 9. Вскрытие птицы	29
Тема № 10. Скелет млекопитающих	31
Тема № 11. Вскрытие крысы	34
Тема № 12. Коллоквиум	38

