

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биологический факультет
Кафедра зоологии, генетики и общей экологии

Е.И. Теньгаев

ПРАКТИКУМ ПО ЗООЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ

Часть 2

Самара
Издательство «Самарский университет»
2006

УДК 596
ББК 28.693.3
Г 33

Рецензент канд. биол. наук С.И. Павлов
Отв. редактор д-р биол. наук Д.П. Мозговой

Теньгаев Е.И.

Г 33 Практикум по зоологии позвоночных: в 2 ч. Ч. 2 / Е.И. Теньгаев; Федеральное агентство по образованию. – Самара: Издательство «Самарский университет», 2006 – 76 с.

Практикум содержит 17 тем, охватывающих описание типичных представителей основных классов позвоночных животных. Каждая тема начинается с систематического положения объекта и задания для студентов. Дается подробное описание внешнего и внутреннего строения животного.

Каждая тема снабжена необходимым количеством рисунков, которые дают возможность более детально изучить основные системы организма животных. Лабораторный практикум ориентирован на студентов второго курса дневного и вечернего отделений университета. Предполагает получение основных теоретических знаний по морфологии представителей каждого класса позвоночных животных.

Вторая часть практикума посвящена описанию основных представителей классов рептилий и птиц и млекопитающих, которые изучают во 2 семестре.

УДК 596
ББК 28.693.3

© Теньгаев Е.И., 2006
© Самарский государственный университет, 2006
© Издательство «Самарский университет», оформление, 2006

Тема 11. ВСКРЫТИЕ ЯЩЕРИЦЫ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrate

Класс Пресмыкающиеся, Reptilia

Отряд Чешуйчатые, Squamata

Представитель - Кавказская агама, *Agama caucasica* Eichw.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

На одного-двух студентов необходимы:

1. Ящерица (лучше свежая, умерщвленная незадолго до занятия).
2. Ванночка.
3. Скальпель.
4. Ножницы.
5. Пинцет.
6. Иглы препарировальные - 2.
7. Булавки - 10-15.
8. Вата гигроскопическая.
9. Марлевые салфетки - 2.
10. Влажные препараты.

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего облика ящерицы. Обратить внимание на отделы тела, строение покровов, внешнее строение глаз, наружные отверстия ноздрей, ушные отверстия и т. п.

Сделать следующие рисунки:

1. Общее расположение внутренних органов.
2. Мочеполовая система (другого, по сравнению с вскрытым объектом, пола).

Внешний вид

Тело ящерицы отчетливо разделяется на голову, шею, туловище, хвост и парные конечности - передние и задние.

Поверхностные слои эпидермиса кожи ящерицы (как и всех других пресмыкающихся) ороговевают: клетки постепенно отмирают, заполняясь роговым веществом - кератогиалином. Утолщение рогового слоя происходит небольшими участками чешуями, между которыми роговой слой очень тонок, поэтому гибкость кожи (и всего тела) сохраняется. Форма чешуи на разных участках тела одного и того же животного может существенно различаться. У разных видов форма, расположение и количество чешуи обычно более или менее различны, поэтому эти особенности широко используются в систематике пресмыкающихся.

Голова агамы покрыта мелкой, неправильной формы чешуей; у некоторых других ящериц (например, родов *Lacerta*, *Eretmias*) на голове имеются довольно крупные роговые щитки, расположенные в строго определенном порядке. На верхней поверхности головы видны парные наружные ноздри, открывающиеся в ротовую полость так называемыми внутренними ноздрями, или хоанами. Глаза прикрыты подвижными веками; в заднем углу глаза имеется мигательная перепонка. Позади глаз расположены ушные отверстия, на некоторой глубине затянутые барабанной перепонкой.

Удлиненное туловище агамы также покрыто роговой чешуей - мелкими, неправильной формы чешуйками на спинной стороне и рядами более крупных щитков на брюхе. В заднем конце туловища на границе с хвостовым отделом между брюшными щитками располагается щелевидное отверстие клоаки.

Хвостовые чешуи у кавказской агамы образуют двойные кольца; у других ящериц расположение хвостовых чешуй иное.

Пятипалые конечности ящериц, как и других рептилий, оканчиваются роговыми образованиями - когтями.

Кожа ящериц, как и у всех пресмыкающихся, сухая, что связано с отсутствием слизистых желез. Кожные железы имеются в небольшом количестве и размещены лишь на немногих, определенных для данного вида участках. Они выделяют густой жироподобный секрет и несут специальные функции, по всей вероятности связанные с оставлением пахучего следа, облегчающего образование пар при размножении. У агамы хорошо видна группа таких желез в задней части брюшка; их секрет в виде «воскового» налета покрывает чешуи в этой области. Это скопление желез особенно хорошо выражено у самцов.

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Кровеносная система

Сердце располагается на брюшной стороне передней части грудной полости. Как и у земноводных, сердце ящериц трехкамерное: оно состоит из двух предсердий - правого и левого и одного желудочка.

Желудочек сердца (рис. 1. 3) поделен неполной горизонтальной перегородкой на две полости: меньшую вентральную (точнее вентролатеральную), расположенную вниз и вправо от перегородки, и большую дорзальную (дорзолатеральную) - вверх и влево от перегородки. Левое предсердие (рис. 1. 2) открывается в левую часть дорзальной полости желудка, а правое предсердие (рис. 1. 1) - в правую часть той же полости. Дорзальная полость поделена на отдельные камеры многочисленными мышечными гребнями. Один из них, наиболее развитый, представляет собой так называемую вертикальную перегородку, которая подразделяет дорзальную полость желудочка на две половины - левую и правую. Благодаря такому строению в желудочке сердца рептилий не происходит полного смеши-

вания артериальной и венозной крови а в момент систолы перегородка доходит до спинной стенки желудочка, на короткое время полностью разделяя его. При сокращении предсердий артериальная кровь, выталкиваемая из левого предсердия, собирается главным образом в левой части дорзальной полости желудочка; венозная кровь из правого предсердия попадает в правую половину дорзальной части желудочка и собирается в вентральной части желудочка. Лишь в правой половине спинной части желудочка артериальная и венозная кровь смешивается.

Свойственный амфибиям артериальный конус у пресмыкающихся редуцирован, и главные артериальные стволы большого и малого кругов кровообращения отходят от желудочка самостоятельно. При этом в отличие от амфибий, у которых от артериального конуса отходят три пары артериальных стволов, у пресмыкающихся в сердце начинаются дуги аорты.

Легочная артерия начинается от вентральной (венозной) части желудочка и вскоре делится на две ветви, несущие кровь к правому и левому легким. По легочным артериям движется венозная кровь. Насыщенная кислородом артериальная кровь по легочным венам возвращается к сердцу. Правая и левая легочные вены сливаются в один непарный сосуд, впадающий в левое предсердие. Вся система рассмотренных сосудов составляет малый (легочный) круг кровообращения.

Сосуды большого круга кровообращения начинаются также в желудочке сердца. От его левой спинной (артериальной) части отходит правая дуга аорты, а правее ее, в области свободного края горизонтальной перегородки, - левая дуга аорты. Соответственно месту отхождения этих сосудов в желудочке в правую дугу аорты попадает преимущественно артериальная кровь, тогда как в левую - смешанная (артериальная с примесью венозной). Обе дуги аорты огибают сердце и на спинной стороне позади него объединяются в непарную спинную аорту, отсылающую многочисленные сосуды к различным органам тела. В области задних конечностей спинная аорта разветвляется на две крупные подвздошные артерии, несущие кровь к конечностям, и хвостовую артерию.

От правой дуги аорты коротким, сразу же раздваивающимся общим стволом отходят сонные артерии. Обе сонные артерии, вначале идущие параллельно восходящим ветвям дуг аорты, несут кровь к голове. Выше места поворота дуг аорты кверху (книзу от наблюдателя) и назад каждая сонная артерия отсылает от себя сонный проток, впадающий соответственно в правую или левую дугу аорты.

Все перечисленные сосуды достаточно хорошо видны на свежемумерщвленной ящерице. Если осторожно отпрепарировать правую дугу аорты, то примерно посредине между местом ее поворота и местом слияния дуг аорты, можно увидеть отходящие от нее подключичные артерии, идущие в передние конечности. Таким образом, у пресмыкающихся, в отличие от земноводных, сонные и подключичные артерии отходят асиммет-

рично - только от правой дуги аорты. Благодаря этому в голову и в передние конечности попадает кровь, наиболее богатая кислородом.

Венозная кровь от головы собирается в крупные парные яремные вены, которые, сливаясь с идущими от передних конечностей менее заметными подключичными венами, образуют парные передние полые вены. Передние полые вены впадают в венозную пазуху, сообщающуюся с правым предсердием. У ящериц венозная пазуха, как и у большинства рептилий, выражена слабо.

От задней части туловища венозная кровь попадает в сердце двумя путями. Вены, несущие кровь от задних конечностей, образуют короткие парные воротные вены почек, с каждой из которых сливаются ветви разделившейся непарной хвостовой вены. По воротным венам почек кровь попадает в систему капилляров - воротную систему почек.

Большая же часть крови из заднего отдела тела идет по довольно крупным парным тазовым венам, иногда их называют подвздошными венами, которые, сливаясь, образуют непарную брюшную вену, несущую венозную кровь в печень. Венозная кровь от кишечника идет по нескольким венам, сливающимся в непарную воротную вену печени. В печени или перед входом в нее воротная вена печени сливается с брюшной веной, и этот общий сосуд сразу же распадается на систему печеночных капилляров. Следовательно, как и у земноводных, воротную систему печени образуют две вены: брюшная и воротная печени.

Из воротной системы почек кровь собирается в парные почечные вены, которые сливаются в крупную непарную заднюю полую вену. Задняя полая вена пронизывает печень (не отсылая в нее сосудов) и впадает в венозную пазуху. Из воротной системы печени кровь по системе капилляров собирается в короткую печеночную вену, впадающую в заднюю полую вену в области переднего края печени.

Количество крови и содержание гемоглобина в организме пресмыкающихся лишь немного больше, чем у земноводных. Оба класса существенно отличаются по содержанию в крови сахаров. Механизм регуляции сахара общий для позвоночных: накопление запасов гликогена в печени, их использование при напряженной работе и предупреждение избытка сахара в крови с помощью гормона инсулина, выделяемого поджелудочной железой. По сравнению с земноводными у пресмыкающихся этот механизм работает отчетливее, что связано с их более высоким энергетическим уровнем. Изменение сахара в крови всех холоднокровных позвоночных происходит медленно.

Дыхательная система

Дыхательные пути ящерицы начинаются наружными носовыми отверстиями - ноздрями. Далее воздух через носовой проход и внутренние ноздри - хоаны - попадает в ротовую полость. В глубине ротовой полости несколько впереди пищевода расположена гортань, состоящая из трех

хрящей. Она снабжена особой мускулатурой и связана с подъязычным аппаратом. Из ротовой полости вдыхаемый воздух через гортань попадает в трахею (рис. 1. 4) - довольно длинную трубку, в стенках которой находятся кольцеобразные хрящи, не дающие ей спадаться.

Трахея проходит вдоль шеи и в грудной полости, примерно на уровне сердца, разделяется на два коротких бронха, входящих в легкие.

Легкие (рис. 1. 5) представляют собой тонкостенные полые мешки. По сравнению с легкими земноводных у ящерицы они имеют более сложную внутреннюю структуру: внутренние их стенки, в которых ветвятся капилляры, имеют губчатое строение, что заметно увеличивает общую дыхательную поверхность легких.

Легкие - единственный орган дыхания пресмыкающихся. Кожа этих животных сухая, покрыта роговыми чешуями и ороговевшим эпителием и не участвует в дыхании. Акт дыхания у ящериц происходит путем расширения и сжатия грудной клетки под действием специальной мускулатуры.

Пищеварительная система

В ротовой полости находится плоский, суживающийся кпереди язык; он помогает в захвате и проглатывании добычи. У многих ящериц и змей язык тонкий и длинный, раздваивающийся на конце. Он очень подвижен, может довольно далеко высовываться изо рта и выполняет также функцию органа осязания: ящерицы и змеи ощупывают им находящиеся впереди предметы. Кроме того, когда язык убирается в рот, его кончики попадают в особые углубления, снабженные чувствующими нервными окончаниями - якобсонов орган, воспринимающий химические раздражения от прилипших к языку частиц.

В заднем конце ротовой полости позади гортанной щели находится отверстие пищевода. Пищевод (рис. 1. 6) в виде мускулистой растяжимой трубки тянется вдоль шеи над трахеей и в передней части брюшной полости впадает в желудок (рис. 1. 7). От заднего конца желудка вперед параллельно ему идет двенадцатиперстная кишка (рис. 1. 8), переходящая в тонкую кишку (рис. 1. 9). Границей двенадцатиперстной и тонкой кишок служит первый изгиб кишечника (место, где кишка поворачивает назад). Тонкая кишка делает несколько изгибов и переходит в толстую кишку (рис. 1. 10). На границе тонкой и толстой кишок имеется небольшой слепой вырост - зачаток слепой кишки (рис. 1. 11). Задний отдел толстой кишки представляет собой прямую кишку (рис. 1. 12). У ящериц толстая и прямая кишки разделены плохо заметным сужением. Прямая кишка открывается в клоаку (рис. 1. 13) и через клоакальную щель - наружу.

Между желудком и двенадцатиперстной кишкой располагается удлиненная компактная поджелудочная железа (рис. 1. 14). Рядом с желудком, ближе к концу его, находится небольшая удлиненная красноватая (на свежем материале) селезенка (рис. 1. 15). Вся передняя часть брюшной полости (кзади от сердца) занята крупной, имеющей несколько лопастей пе-

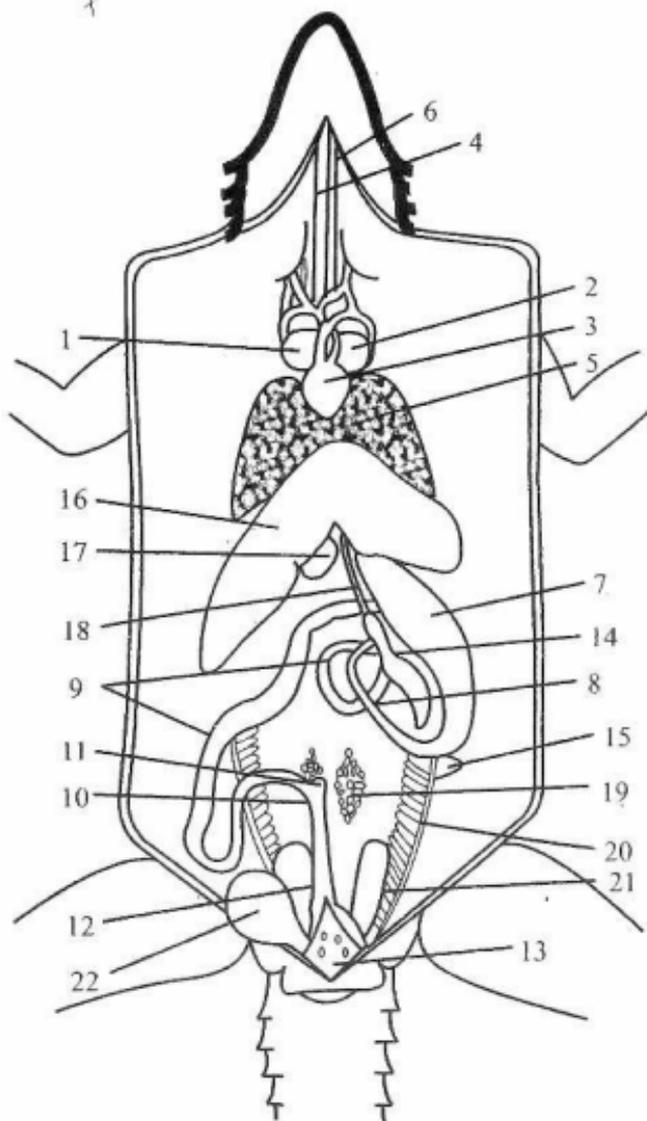


Рис. 1. Общее расположение внутренних органов самки кавказской агамы:

1 - правое предсердие, 2 - левое предсердие, 3 - желудочек, 4 - трахея, 5 - легкое, 6 - пищевод, 7 - желудок, 8 - двенадцатиперстная кишка, 9 - тонкая кишка, 10 - толстая кишка, 11 - зачаточный слепой вырост кишки, 12 - прямая кишка, 13 - полость клоаки, 14 - поджелудочная железа, 15 - селезенка, 16 - печень, 17 - желчный пузырь, 18 - желчный проток, 19 - яичник, 20 - яйцевод, 21 - почка, 22 - мочевого пузыря

ченью (рис. 1. 16). На ее внутренней стороне расположен желчный пузырь (рис. 1. 17). Отходящий от него желчный проток (рис. 1.18) идет вдоль поджелудочной железы и впадает в начало двенадцатиперстной кишки.

Мочеполовая система

В отличие от ранее изученных классов у пресмыкающихся во взрослом состоянии функционируют не туловищные (мезонефрические), а тазовые (метанефрические) почки (рис. 1. 21; 2. 1; 3. 1). Они располагаются в самом заднем отделе брюшной полости и прикрыты костями таза.

Метанефрическая почка отличается не только положением, но и микроструктурой. В ней упрощен гломерулярный аппарат и усложнено строение почечных (нефронных) канальцев. Клубочки метанефроса имеют обычно две-три капиллярные петли и поэтому обладают уменьшенной способностью фильтрации. Поэтому возрастает значение почечных канальцев которые удлинены и подразделяются на извитой проксимальный, промежуточный, извитой дистальный и собирательный отделы.

Вдоль каждой почки проходит мочеточник, открывающийся в клоаку. Мочеточники ящериц, как и других рептилий, образуются одновременно с развитием метанефрической почки как тонкостенные выпячивания задней части вольфовых каналов. От брюшной стенки клоаки в виде тонкостенного слепого выроста отходит мочевой пузырь (рис. 1. 22; 2. 2; 3. 2). Половые железы самцов парные семенники (рис. 2. 3) подвешены на брыжейке в задней спинной части брюшной полости. Семенники при помощи семявыносящих канальцев тесно связаны с придатками семенников (рис. 2. 4), от которых идут семяпроводы (рис. 2. 5). Перед самым впадением в клоаку семяпроводы сливаются с мочеточниками и открываются в клоаке общими отверстиями (рис. 2. 6). Придатки семенника представляют собой остатки переднего отдела туловищной (мезонефрической) почки, а семяпроводы гомологичны выводному протоку этой почки - вольфову каналу. Мюллеровы каналы у самцов не развиваются. В боковых стенках клоаки у самцов располагаются два полых выроста, которые могут выворачиваться через отверстие клоаки наружу. Они играют роль совокупительных органов.

Половые железы самок - парные яичники (рис. 1. 19; 3. 4) подвешены в брюшной полости на брыжейке и не имеют прямой связи с выводными протоками. Созревшие яйцеклетки выпадают в полость тела и потом захватываются воронкой яйцевода (рис. 3. 6), открывающейся в передней части полости тела. Яйцеводы (рис. 1. 20; 3. 5), гомологичные мюллеровым каналам, открываются в клоаку самостоятельными (отдельными от мочеточников) отверстиями (рис. 3. 7). Нижние отделы яйцеводов у ящериц часто бывают расширенными и тогда получают название «матки». Вольфовы каналы у самок редуцированы.

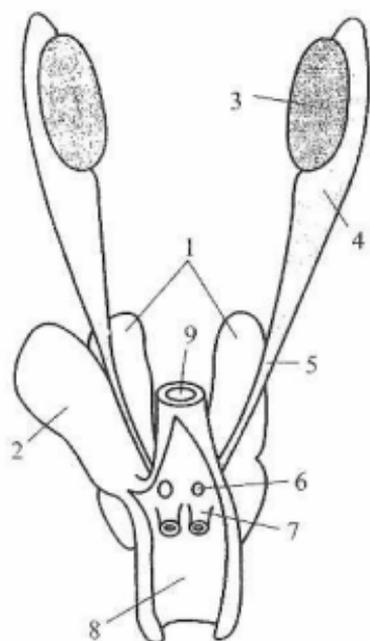


Рис. 2. Мочеполовая система самца кавказской агамы:

1 почка, 2 мочевой пузырь
3 - семенник, 4 - придаток семенника,
5 семяпровод, 6 мочеполовое отверстие,
7 совокупительный мешок,
8 - полость клоаки, 9 - прямая кишка

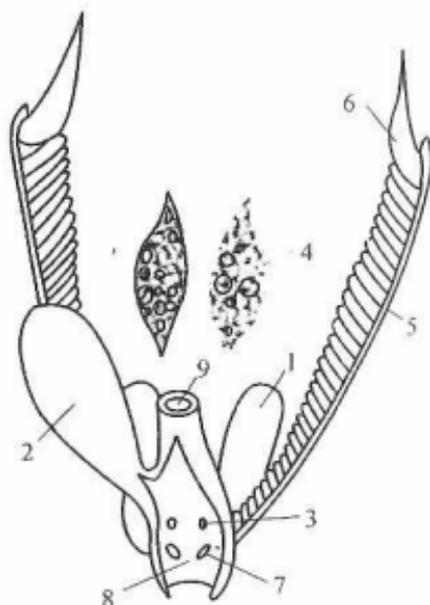


Рис. 3. Мочеполовая система самки кавказской агамы:

1 почка, 2 - мочевой пузырь,
3 мочевое отверстие, 4 яичник,
5 яйцевод, 6 воронка яйцевода,
7 половое отверстие, 8 полость
клоаки, 9 - прямая кишка

Тема 12. ВНУТРЕННЕЕ И ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ ЧЕРЕПАХИ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Пресмыкающиеся, Reptilia

Отряд Черепахи, Chelonia (Testudines)

Представитель - Болотная черепаха, *Emys orbicularis* L.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

На одного-двух студентов необходимы:

1. Препарат черепахи с предварительно отделенным брюшным щитом панциря.
2. Препараты черепах с инъецированной артериальной и венозной системами.
3. Препараты мочеполовой системы самца и самки.

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего облика черепахи. Обратит внимание на строение панциря; рассмотреть расположение роговых пластинок, покрывающих костную основу панциря. Рассмотреть голову черепахи (ноздри, глаза, подвижные веки), обратить внимание на устройство челюстей (отсутствие зубов, роговой «чехол» на режущих краях челюстей). Рассмотреть конечности черепахи, обратив внимание на сухую кожу и покрывающие ее роговые чешуи, на хорошо развитые когти.

Ознакомиться на препаратах с общим расположением внутренних органов; последовательно рассмотреть строение отдельных систем органов.

Сделать следующие рисунки:

1. Общее расположение внутренних органов.
2. Мочеполовая система (другого, по сравнению со вскрытым объектом, пола).

ВНЕШНИЙ ВИД

Тело черепахи заключено в панцирь, из которого могут выдвигаться наружу только голова, шея, конечности и хвост. Панцирь состоит из двух неподвижно соединенных между собой щитов - более выпуклого спинного (carapax) и уплощенного брюшного (plastron). Основа панциря - костная; сверху костные пластинки прикрыты роговыми щитками, расположенными правильными рядами.

Кожа на выступающих из панциря частях тела черепах сухая, лишенная желез. Как и у других пресмыкающихся, поверхностные слои эпидермиса ороговевают. Утолщения рогового слоя образуют роговые чешуи, соединенные друг с другом участками более тонкого рогового слоя.

Голова довольно массивная, покрыта плотным роговым «чехлом», образующим острые режущие края по кромке беззубых челюстей. Глаза довольно крупные и расположены по бокам головы. Обычно они прикрыты верхними и нижними подвижными веками. Ноздри находятся на переднем заостренном конце головы, имеют вид двух небольших округлых отверстий и сообщаются с ротовой полостью через так называемые внутренние ноздри - хоаны.

Передние конечности у рассматриваемого вида, ведущего водный образ жизни, очень мощные, столбообразные, с пятью сильно укороченными, снабженными мощными когтями пальцами; задние конечности в поперечном сечении слегка уплощены, пальцы на них длиннее и их только четыре, а между пальцами довольно отчетливо развита плавательная перепонка, несколько лучше выраженная, чем на передних конечностях. Хвост, покрытый кольцеобразно расположенными роговыми чешуями, довольно длинный и тонкий.

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Кровеносная система

Сердце располагается в передней части грудобрюшной полости. Оно состоит из трех отделов: двух предсердий (рис. 1. 1; 1. 2) и одного желудочка (рис. 1. 3). Полость желудочка поделена неполной перегородкой на две сообщающиеся камеры: спинную (дорзальную) и брюшную (вентральную). При сокращении желудочка эта перегородка на короткое время полностью разобщает камеры. Оба предсердия открываются в дорзальную камеру желудочка, но отверстие левого предсердия расположено левее, ближе к слепому концу этой камеры, а отверстие правого предсердия - ближе к свободному краю перегородки. Благодаря такому расположению при сокращении предсердий артериальная кровь, поступающая из левого предсердия, скапливается в левой части дорзальной камеры желудочка, венозная - главным образом в вентральной его камере, а правая часть дорзальной камеры желудочка заполняется смешанной кровью.

Артериальный конус у черепах, как и у других рептилий, полностью редуцируется. Сохраняющиеся три главных артериальных ствола - легочная артерия и две дуги аорты - начинаются в желудочке сердца самостоятельно. Легочная артерия начинается одним стволом в вентральной (венозной) части желудочка. По выходе из сердца общий ствол делится на правую и левую легочные артерии, несущие венозную кровь соответственно к правому и левому легким. Легочная артерия каждой стороны коротким тонким боталловым протоком соединяется с соответствующей дугой аорты. По боталловым протокам небольшое количество крови из легочных артерий может стекать в дуги аорты, уменьшая кровяное давление в легких при длительном пребывании под водой. У сухопутных черепах боталловы протоки обычно зарастают, превращаясь в тонкие связки.

В легких венозная кровь отдает углекислый газ и насыщается кислородом. Артериальная кровь из легких направляется к сердцу по легочным венам, объединяющимся перед впадением в сердце в общий непарный ствол, который открывается в левое предсердие. Описанная система сосудов составляет малый, или легочный, круг кровообращения.

Большой круг кровообращения начинается дугами аорты. Правая дуга аорты отходит от левой части дорзальной камеры желудочка - в нее поступает преимущественно артериальная кровь. Левая дуга аорты отходит несколько правее, в области свободного края межжелудочковой перегородки - в этот сосуд поступает артериальная кровь с примесью венозной.

От правой дуги аорты, тотчас по выходе ее из сердца, отходят либо коротким общим стволом (безымянная артерия), либо самостоятельно четыре крупные артерии - правая и левая общие сонные и правая и левая подключичные. Перед входом в череп каждая из общих сонных артерий разделяется на внутреннюю и наружную сонные артерии. По сонным артериям кровь идет в голову, по подключичным - в передние конечности. Так как эти артерии отходят от правой дуги аорты, то голова и передние конечности получают кровь, наиболее насыщенную кислородом. В области отхождения артерий от правой дуги аорты лежит компактное образование - щитовидная железа.

Обогнув сердце, правая и левая дуги аорты под позвоночным столбом сливаются в непарную спинную аорту. Перед самым слиянием в спинную аорту от левой дуги аорты либо коротким общим стволом, либо самостоятельно отходят три крупные артерии, снабжающие кровью желудок и кишечник. Проходящая под позвоночником спинная аорта отделяет ветви к половым железам и почкам, далее - парные подвздошные артерии и парные седалищные артерии, снабжающие кровью тазовую область и задние конечности, и в виде тонкой хвостовой артерии уходит в хвост.

Венозная кровь из головы собирается в крупные парные яремные вены, проходящие по бокам шеи параллельно общим сонным артериям. Тонкая наружная яремная вена тянется рядом с правой яремной веной и затем сливается с ней. Каждая из идущих от передних конечностей подключичных вен сливается с соответствующей яремной веной, образуя правую и левую передние полые вены, впадающие в правое предсердие (точнее, в венозную пазуху, но она у черепах развита еще слабее, чем у других рептилий).

Из задней половины тела венозная кровь подходит к сердцу двумя путями: через воротную систему почек и через воротную систему печени. Из обеих воротных систем кровь собирается в заднюю полую вену. Хвостовая вена входит в тазовую полость и раздваивается. Ответвления хвостовой вены сливаются с каждой стороны с идущими из задних конечностей седалищной и подвздошной венами. Сразу после слияния происходит разделение на брюшную вену, несущую кровь в печень, и короткую ворот-

ную вену почек, которая входит в соответствующую почку, распадаясь там на капилляры. Почечные капилляры постепенно сливаются в выносящие вены почек. Выносящие вены правой и левой почек сливаются в заднюю полую вену, которая проходит через печень (но кровь из нее в печеночные капилляры не попадает!) и впадает в правое предсердие.

Часть венозной крови из тазовой области, как уже говорилось выше, попадает в парные брюшные вены. Спереди от пояса передних конечностей идут более тонкие передние брюшные вены, сливающиеся с брюшными венами. В месте слияния между правыми и левыми брюшными венами образуется анастомоз (перемычка), и они уходят в печень, распадаясь там на капилляры - образуют воротную систему печени. Кровь от желудка и кишечника по системе вен тоже входит в печень и расходится по печеночным капиллярам. Печеночные капилляры сливаются в короткие печеночные вены, которые внутри печени вливаются в заднюю полую вену.

Дыхательная система

Начинается наружными ноздрями, соединенными носовым ходом с внутренними ноздрями, или хоанами. Через хоаны вдыхаемый воздух попадает в ротовую полость и оттуда - в гортань, расположенную в глубине ротовой полости несколько впереди отверстия пищевода. Гортань состоит из трех хрящей: перстневидного и двух черпаловидных. За гортанью следует довольно длинная трахея (рис. 1. 4), в стенках которой расположены кольцеобразные хрящи, не дающие дыхательной трубке спадаться. На уровне плечевого пояса трахея делится на два бронха (рис. 1. 5), входящих соответственно в правое и левое легкое. У черепах внутреннее строение легких (рис. 1. 6) значительно сложнее, чем у амфибий. Внутри легкого система перекладин и перегородок делит его на сообщающиеся друг с другом камеры, что придает внутренней структуре губчатый характер. Такое строение легких способствует значительному увеличению поверхности соприкосновения кровеносных капилляров, которые пронизывают их внутренние стенки, с заполняющим легкие воздухом.

В отличие от других рептилий, черепахи не могут расширять и сжимать грудную клетку, так как их ребра вошли в состав костного панциря. Акт дыхания у черепах осуществляется путем активного расширения и сжатия легких при ритмичном сокращении плечевых, брюшных и тазовых мышц; оказывают влияние на работу легких также движения шеи и передних конечностей.

У черепах сохраняется ротоглоточный механизм нагнетания воздуха, бывший основным у земноводных.

Пищеварительная система

Отверстие пищевода располагается в глубине ротовой полости. Широкий, легко растяжимый пищевод (рис. 1. 7) тянется вдоль шеи и в брюшной полости переходит в желудок (рис. 1. 8), внешне хорошо отличимый

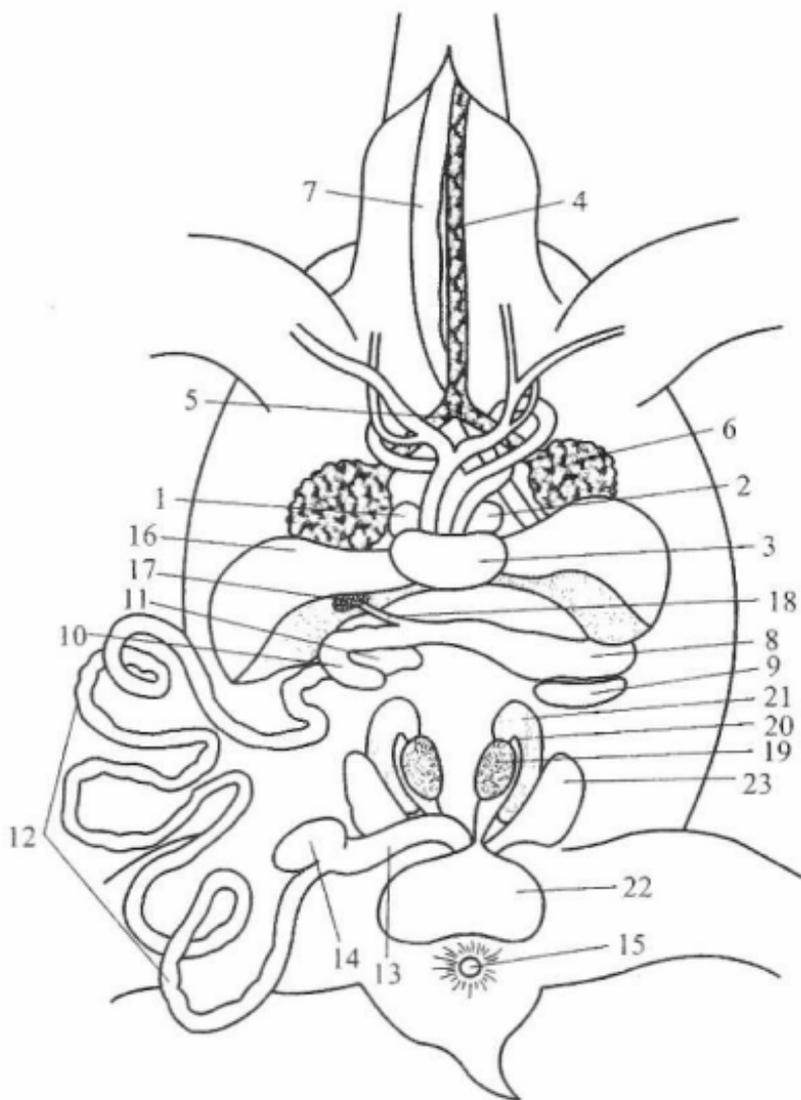


Рис. 1. Общее расположение внутренних органов самца болотной черепахи:

1 - правое предсердие, 2 - левое предсердие, 3 - желудочек, 4 - трахея, 5 - бронх, 6 - легкое, 7 - пищевод, 8 - желудок, 9 - селезенка, 10 - двенадцатиперстная кишка, 11 - поджелудочная железа, 12 - тонкая кишка, 13 - толстая кишка, 14 - слепой вырост кишки, 15 - наружное отверстие клоаки, 16 - печень, 17 - желчный пузырь, 18 - желчный проток, 19 - семенник, 20 - придаток семенника, 21 - почка, 22 - мочевой пузырь, 23 - анальный мешок

от пищевода своей слегка изогнутой формой и заметно более плотными мускулистыми стенками. В нем различают кардиальную (прилегающую к пищеводу) и пилорическую (более узкую) части. На границе с двенадцатиперстной кишкой находится сфинктер, имеющий вид кольцевого валика. Рядом с желудком с внешней его стороны располагается компактная селезенка (рис. 1. 9) - орган кроветворения. От заднего конца желудка отходит двенадцатиперстная кишка (рис. 1. 10), в петле которой на брыжейке располагается удлинненная рыхлая поджелудочная железа (рис. 1. 11). Двенадцатиперстная кишка продолжается в подвешенную на брыжейке извитую тонкую кишку (рис. 1. 12), переходящую в толстую кишку (рис. 1. 13). На границе тонкого и толстого кишечника расположен небольшой слепой вырост (рис. 1. 14). Задний конец толстой кишки впадает в клоаку (рис. 1. 15), открывающуюся наружу в основании хвоста. По сравнению с другими рептилиями кишечник у черепах относительно более длинный, что связано с большей или меньшей степенью растительной пищи этих животных.

Большая многолопастная печень (рис. 1. 16) имеет желчный пузырь (рис. 1. 17), из которого желчь по короткому желчному протоку (рис. 1. 18) попадает в двенадцатиперстную кишку.

Мочеполовая система

Черепахи, как и все пресмыкающиеся, относятся к группе высших наземных позвоночных (Ampliota) и обладают в отличие от ранее изученных классов не туловищной (мезонефрической), а тазовой (метанефрической) почкой. Почка (рис. 1. 21; 2. 1; 3. 1) в виде компактных тел располагается в самой задней части брюшной полости, ближе к спинной стороне. По внутреннему краю каждой почки проходит мочеточник (рис. 2. 2; 3. 2), впадающий в клоаку. Мочеточники пресмыкающихся образуются одновременно с формированием метанефрической почки как тонкостенные выпячивания задних участков вольфовых каналов.

Половые железы самцов - парные семенники (рис. 1. 19; 2. 4) - расположены вентральнее почек. Каждый семенник тесно связан с придатком семенника (рис. 1. 20; 2. 5), от которого отходит семяпровод (рис. 2. 6), впадающий в клоаку. Придатки семенников представляют собой остатки переднего отдела туловищной почки, а семяпроводы гомологичны выводному протоку этой почки - вольфову каналу. Мюллеровы каналы у самцов не развиваются. Непарный выворачивающийся копулятивный орган скрыт в клоаке.

У самок парные гроздевидные яичники (рис. 3. 4) подвешены на брыжейке в брюшной полости и не связаны с яйцеводами. Каждый яйцевод (рис. 3. 5) представляет собой длинную извитую трубку, открывающуюся воронкой (рис. 3. 6) в передней части брюшной полости. Яйцеводы гомологичны мюллеровым каналам. Созревшее яйцо сначала выпадает в полость тела, а затем через воронку проникает внутрь яйцевода и, продвигаясь по нему, одевается вторичными оболочками за счет выделений спе-

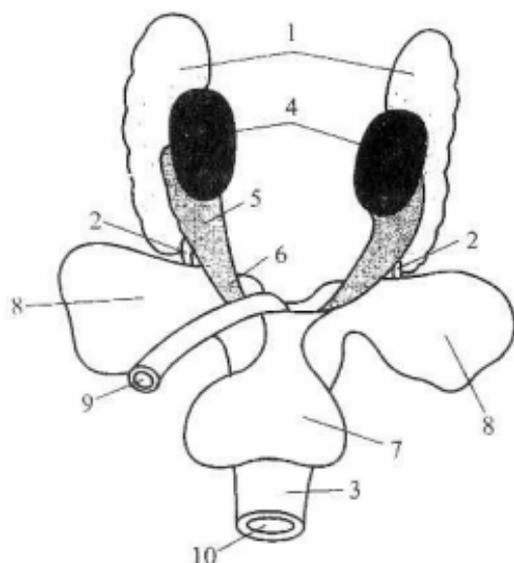


Рис. 2. Мочеполовая система самца болотной черепахи:

1 почка, 2 мочеточник, 3 клоака, 4 - семенник, 5 - придаток семенника, 6 семяпровод, 7 мочевой пузырь, 8 анальный мешок, 9 прямая кишка, 10 наружное отверстие клоаки

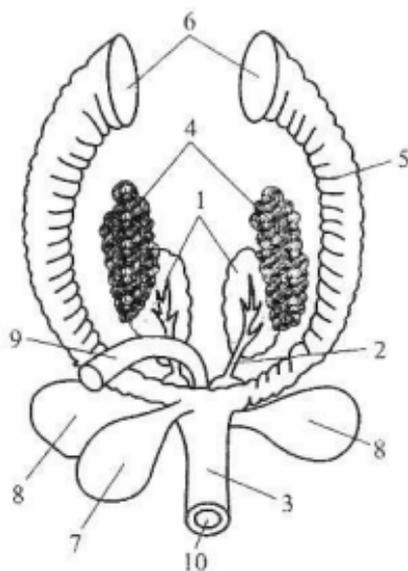


Рис. 3. Мочеполовая система самки болотной черепахи:

1 почка, 2 мочеточник, 3 клоака, 4 яичник, 5 яйцевод, 6 - воронка яйцевода, 7 - мочевой пузырь, 8 - анальный мешок, 9 - прямая кишка, 10 наружное отверстие клоаки

циальных желез, расположенных в стенках. Оба яйцевода самостоятельными отверстиями открываются в клоаку. Вольфовы каналы у самок редуцированы.

У черепах, как и у всех пресмыкающихся, довольно большой, нечетко двухлопастный мочевой пузырь (рис. 1. 22; 2. 7; 3. 7); он представляет собой тонкостенный вырост брюшной стенки клоаки. Кроме того, имеются еще два тонкостенных, легко повреждающихся при препаровке, выроста клоаки - анальные мешки (рис. 1. 23; 2. 8; 3. 8), которые не встречаются у других рептилий. Функциональное назначение этих органов еще не до конца ясно. Известно, что самки черепах используют жидкость, накапливающуюся в анальных мешках, для увлажнения песка перед откладкой в него яиц. Но анальные мешки имеются и у самцов. Стенки этих образований обильно снабжены кровеносными капиллярами. В связи с этим существует мнение о возможной роли анальных мешков как дополнительных органов дыхания во время пребывания черепах под водой.

Тема 13. СКЕЛЕТ ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Пресмыкающиеся, Reptilia

Отряд Чешуйчатые, Squamata

Представитель - Серый варан, *Varanus griseus* Daud.

Отряд Черепахи, Chelonia (Testudines)

Представитель - Болотная черепаха, *Emys orbicularis* L.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

Смонтированные скелеты варана, змеи, черепахи по одному на группу студентов. На одного-двух студентов необходимы:

1. Разборный скелет варана.
2. Скелет черепахи.

ЗАДАНИЕ

Рассмотреть скелет варана в целом. Найти его основные части: череп, позвоночник, скелет парных конечностей и их поясов. Рассмотреть особенности строения скелета змеи и черепахи. Рассмотреть детали строения скелета варана и черепов варана, крокодила и черепахи. Сравнить строение черепа крокодила, варана, змеи и черепахи.

Сделать следующие рисунки:

1. Череп варана сбоку.
2. Череп варана сверху.
3. Плечевой пояс варана, передняя конечность варана.
4. Тазовый пояс варана, задняя конечность варана.
5. Скелет черепахи, череп черепахи

ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТА

Осевого скелет

Дифференцировка осевого скелета, или позвоночника, на отделы выражена у пресмыкающихся значительно отчетливее, чем у земноводных. Шейный отдел всегда составлен несколькими позвонками, из которых два передних имеют особое устройство. Первый шейный позвонок называется атлас или атлант. Он лишен тела позвонка и имеет форму разделенного на две части кольца. На нижней передней поверхности этого позвонка имеется сочленовная впадина, подвижно соединяющаяся с мыщелком черепа (см. ниже). Второй шейный позвонок – эпистрофей – имеет спереди крупный зубовидный отросток, который представляет собой тело первого шейного позвонка, сросшееся с эпистрофеем. Зубовидный отросток свободно входит в нижнее отверстие атласа. Такое строение первых шейных позвон-

ков обеспечивает большую подвижность головы. Остальные шейные позвонки имеют обычное устройство; многие из них несут короткие шейные ребра.

Грудной и поясничный отделы различаются не вполне отчетливо и обычно рассматриваются как единый отдел. Собственно грудным отделом считается та часть позвоночника, в которой отходящие от позвонков ребра нижним концом причленяются к груди. Позвонки поясничного отдела несут ребра, не доходящие до грудины. Тела позвонков спереди вогнутые, а сзади выпуклые; такие позвонки носят название процельных. Над телом позвонка поднимаются верхние дуги, заканчивающиеся остистым отростком. В канале, образованном верхними дугами, располагается спинной мозг.

От переднего и заднего отделов основания верхних дуг отходят соответственно передние и задние сочленовные отростки. Эти парные отростки соединяются с сочленовными отростками соседних позвонков и способствуют большей прочности позвоночника при изгибах. По бокам на теле позвонка (вблизи основания верхних дуг) имеются небольшие углубления, к которым причленяются ребра.

Такое строение позвоночника типично для класса пресмыкающихся, но в некоторых группах оно претерпевает вторичные изменения. В частности, у змей в связи с редукцией парных конечностей и возникновением иного типа передвижения - переползания на брюхе путем изгибов туловища - позвоночник отчетливо делится лишь на туловищный и хвостовой отделы. Все туловищные позвонки имеют подвижные ребра, нижние концы которых свободны (грудина у змей отсутствует) и упираются в брюшные роговые щитки.

У черепах осевой скелет принимает участие в образовании костной основы их панциря. Верхний щит панциря - карапакс (рис. 1. А) - составлен несколькими рядами костных пластинок. Средний (непарный) ряд этих пластинок образован срастанием расширенных и уплощенных остистых и поперечных отростков туловищных позвонков с кожными костями; по бокам от среднего ряда лежат парные ряды костных пластинок, сросшихся с расширенными ребрами. Край карапакса образуют костные пластинки кровного происхождения. Таким образом, туловищный отдел позвоночника черепах неподвижен и прочно сращен со спинным щитом панциря. Шейный же и хвостовой отделы позвоночника - подвижны. При этом передние шейные позвонки опистоцельные (тело позвонка спереди выпуклое, сзади вогнутое), задние - процельные, а между этими двумя группами располагается один позвонок, тело которого имеет выпуклую поверхность и спереди, и сзади.

Череп

По сравнению с земноводными череп пресмыкающихся характеризуется значительно более полным окостенением. Некоторое количество

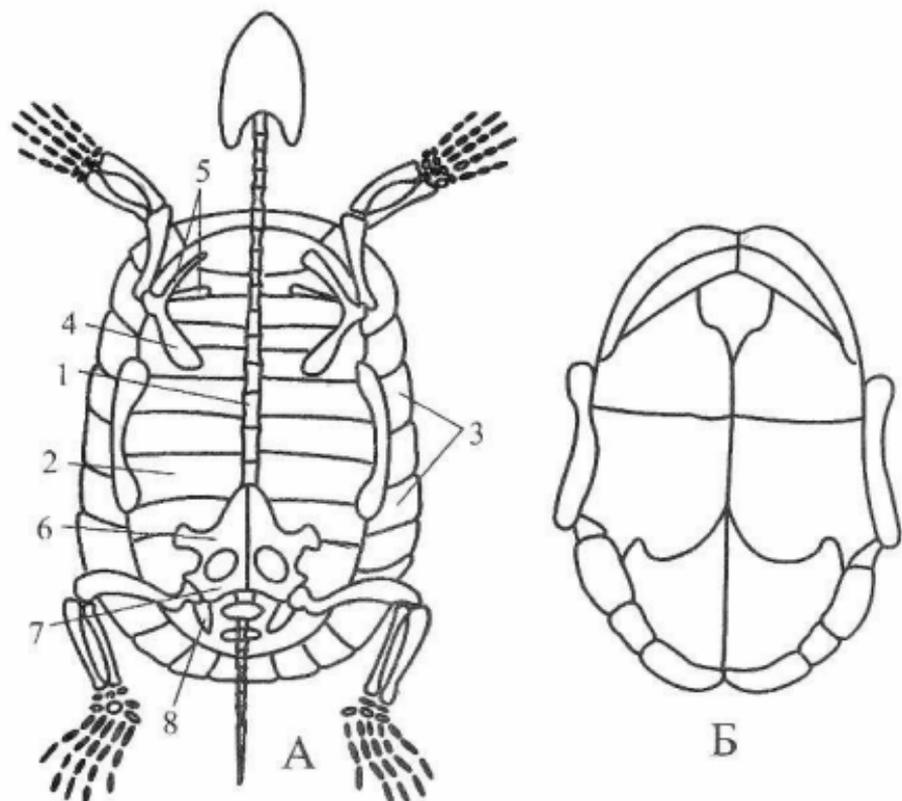


Рис. 1. Скелет болотной черепахи: А - карапакс; Б - пластрон:

1 - туловищный отдел позвоночного столба, 2 - реберные пластинки, 3 - краевые пластинки, 4 - коракоид, 5 - лопатка, 6 - подвздошная кость, 7 - лобковая кость, 8 - седалищная кость

хряща сохраняется лишь в обонятельной капсуле и в слуховой области. Осевой и висцеральный отделы черепа эмбрионально закладываются отдельно, но у взрослых животных представляют собой единое образование. В состав черепа входят как хрящевые (замещающие, или первичные), так и многочисленные кожные (покровные, или вторичные) кости. В качестве основного объекта для изучения удобно использовать череп крупной ящерицы - варана.

Осевой череп

В затылочном отделе черепа имеются все четыре затылочные кости: основная затылочная (рис. 2. 1), две боковые затылочные (рис. 2. 2) и

верхняя затылочная (рис. 2. 3). Эти первичные по происхождению кости окружают большое затылочное отверстие (рис. 2. 4). Нижняя и боковые затылочные кости совместно образуют единственный (в отличие от земноводных) затылочный мыщелок (рис. 2. 5), подвижно сочленяющийся с первым шейным позвонком - атласом. Сочленение головы с шеей при помощи только одного мыщелка в сочетании с уже рассмотренными особенностями строения двух первых шейных позвонков придает голове рептилий значительную подвижность.

В слуховом отделе из хрящевых костей сохраняет самостоятельность только парная переднеушная кость (рис. 2. 6), тогда как верхнеушные срастаются с верхней затылочной костью, а заднеушные с боковыми затылочными.

Межглазничная перегородка у пресмыкающихся тонкая, перепончатая, и лишь у крокодилов и ящериц в ней имеются отдельные небольшие окостенения, видимо, соответствующие глазо-клиновидным костям. Обонятельная капсула окостенений не имеет.

В основании черепа впереди от основной затылочной кости располагается довольно крупная, образующая дно черепа, покровная основная клиновидная кость (рис. 2. 7). Ее передний узкий отросток гомологичен парасфеноиду, который у рептилий заметно редуцирован. В передней части дна черепа под обонятельным отделом расположен парный сошник (рис. 2. 8), также имеющий покровное происхождение. Крыша черепа представлена многочисленными покровными костями, некоторые из которых опускаются книзу и прикрывают череп с боков. К ним относятся теменные (рис. 2. 9), лобные (рис. 2. 10) и носовые (рис. 2. 11) кости. Впереди лобных костей обычно располагаются парные предлобные (рис. 2. 12) и предглазничные (рис. 2. 13) кости, а под ними в передней стенке глазницы - прободенные узким каналом парные слезные (рис. 2. 14).

Из остальных покровных костей осевого черепа особый интерес представляют кости, принимающие участие в образовании так называемых височных дуг. У крокодила в крыше черепа снаружи от теменной кости с каждой стороны имеется отверстие - верхняя височная яма. По наружному краю верхняя височная яма ограничена заднелобной, или заглазничной, и чешуйчатой костями.

Эти две кости вместе составляют верхнюю височную дугу. Сбоку черепа позади глазницы располагаются боковые височные ямы, ограниченные снаружи нижними височными дугами. Каждая нижняя височная дуга составлена двумя костями: скуловой и квадратно-скуловой. Нижняя височная дуга соединяется с верхней челюстью: скуловая кость прирастает к верхнечелюстной, а квадратно-скуловая - к квадратной. Такой тип черепа, как у крокодила - с двумя височными ямами и двумя височными дугами, носит название диапсидного (двудужного).

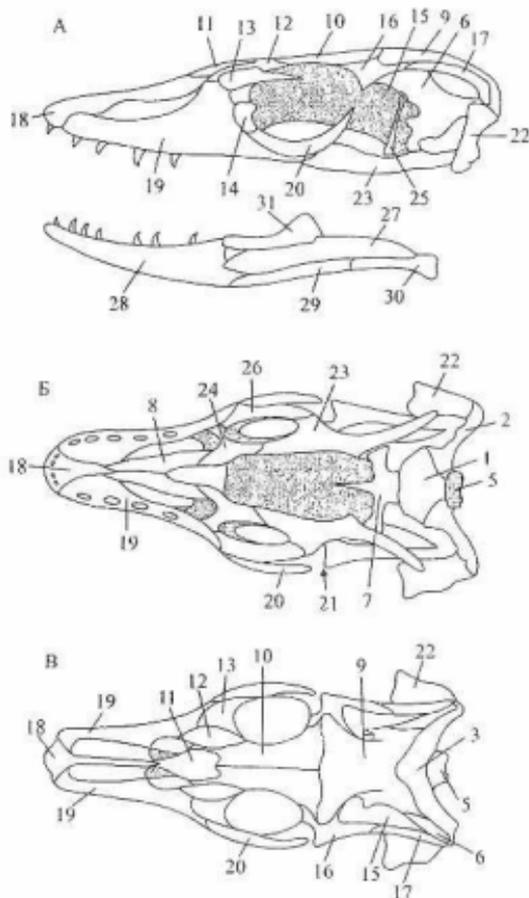


Рис. 2. Череп варана. А - сбоку; Б - снизу; В - сверху:

1 - основная затылочная кость, 2 - боковая затылочная кость, 3 - верхняя затылочная кость, 4 - большое затылочное отверстие, 5 - затылочный мыщелок, 6 - переднеушная кость, 7 - основная клиновидная кость, 8 - сошник, 9 - теменная кость, 10 - лобная кость, 11 - носовая кость, 12 - предлобная кость, 13 - предглазничная кость. 14 - слезная кость, 15 - верхняя височная яма, 16 - заднелобная кость, 17 - чешуйчатая кость, 18 - предчелюстная кость, 19 - верхнечелюстная кость, 20 - скуловая кость, 21 - разрыв нижней височной дуги благодаря редукции квадратно-скуловой кости, 22 - квадратная кость, 23 - крыловидная кость, 24 - нёбная кость, 25 - верхнекрыловидная кость, 26 - поперечная кость, 27 - надугловая кость, 28 - зубная кость, 29 - угловая кость, 30 - сочленовная кость, 31 - венечная кость

У варана верхняя височная яма (рис. 2. 15) ограничена полной верхней височной дугой (рис. 2. 16; 2. 17). В составе же нижней височной дуги редуцировалась квадратно-скуловая кость и сохранилась только скуловая (рис. 2. 20); боковые височные ямы вследствие этого незамкнуты снаружи и остаются открытыми. Поэтому череп варана может рассматриваться как череп диапсидного типа, но с редуцированной нижней дугой. У некоторых других ящериц частично редуцируется и верхняя височная дуга, а у змей (рис. 4) обе височные дуги редуцированы (заднелобная и чешуйчатая кости не соединяются друг с другом; обе височные ямы снаружи остаются открытыми). Таким образом, змеи и ящерицы (отряд чешуйчатых, Squamata) по строению черепа относятся к группе диапсидных (двудужных) пресмыкающихся, но характеризуются разной степенью редукции височных дуг.

У черепахи обе височные ямы отсутствуют, и боковая стенка крыши черепа, отграничивающая снаружи большую полость так называемую ложную височную яму (рис. 3. 1), образовавшуюся как выемка в затылочной части черепа, составлена плотно сросшимися костями: заднелобной (рис. 3. 5), чешуйчатой (рис. 3. 7), скуловой (рис. 3. 4) и квадратно-скуловой (рис. 3. 5). Такой тип черепа, лишенный истинных височных ям и ограничивающих их височных дуг, называется анапсидным (бездужным).

Висцеральный череп

У варана нёбно-квадратный хрящ окостеневаает, образуя в заднем отделе квадратную кость (рис. 2. 22), к нижнему концу которой причленяется нижняя челюсть; верхний конец квадратной кости подвижно сочленен с осевым черепом. Впереди квадратной кости расположена крыловидная кость (рис. 2. 23), а перед ней - нёбная кость (рис. 2. 24), соединяющаяся с верхнечелюстными костями и сошником. Все эти кости парные; из них только квадратные кости имеют хрящевое (первичное) происхождение.

От крыловидной кости вверх отходит верхнекрыловидная (рис. 2. 25). Эта парная кость, соединяющая крыловидную и теменную кости, гомологична вертикальному («восходящему») отростку нёбно-квадратного хряща и характерна из ныне живущих рептилий для ящериц и гаттерии. Кроме верхнекрыловидных от крыловидных костей отходят поперечные кости (рис. 2. 26), которые в передней своей части присоединяются к верхнечелюстным костям. Вторичная верхняя челюсть представлена предчелюстными (рис. 2. 18) и верхнечелюстными (рис. 2. 19) костями. Нижняя челюсть состоит из первичной сочленовной кости (рис. 2. 30) и покровных костей: зубной (рис. 2. 28), угловой (рис. 2. 29), надугловой (рис. 2. 27), вечной (рис. 2. 31) и иногда еще нескольких мелких косточек.

На предчелюстной, челюстной и зубной костях рептилий (кроме черепах) расположены простые конические, иногда слегка загнутые назад зубы, которые прирастают к краю соответствующей кости.

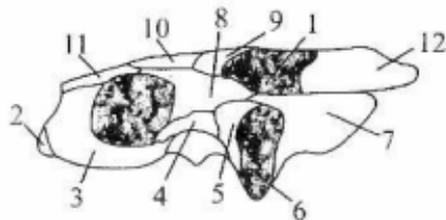


Рис. 3. Череп болотной черепахи:

1 ложная височная яма, 2 предчелюстная кость, 3 верхнечелюстная кость, 4 скуловая кость, 5 - квадратно-скуловая кость, 6 - квадратная кость, 7 - чешуйчатая кость, 8 - заднелобная кость, 9 - теменная кость, 10 - лобная кость, 11 - предлобная кость, 12 - верхняя затылочная кость

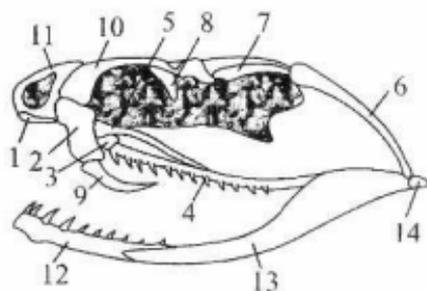


Рис. 4. Череп ядовитой змеи:

1 предчелюстная кость, 2 верхнечелюстная кость, 3 небная кость, 4 крыловидная кость, 5 - поперечная кость, 6 - квадратная кость, 7 - чешуйчатая кость, 8 - заднелобная кость, 9 ядовитый зуб, 10 лобная кость, 11 носовая кость, 12 - зубная кость, 13 - угловая кость, 14 - сочленовная кость

Подъязычная дуга, как и у земноводных, полностью утратила функцию подвеска. Верхний элемент подъязычной дуги (гиомандабуляре) входит в состав среднего уха в виде палочковидной слуховой косточки - стремечка, а остальная ее часть вместе с остатками передних жаберных дуг образует подъязычный аппарат.

Описанное строение висцерального черепа в общем типично для всех пресмыкающихся. Но в некоторых группах имеются отступления от этой схемы, связанные главным образом со спецификой биологии этих групп.

У змей очень подвижны не только квадратные (рис. 4. 6), но и соединенные с ними чешуйчатые (рис. 4. 7), а также крыловидные (рис. 4. 4) и небные (рис. 4. 3) кости. Две последние несут острые зубы. Поперечные кости (рис. 4. 5) у змей служат как бы рычагами, передающими движения крыловидных костей верхнечелюстным костям (рис. 4. 2), которые в свою очередь очень подвижны. Вся эта система подвижно сочлененных костей не только способствует чрезвычайно широкому раскрытию рта, но и обеспечивает независимые движения правой и левой половин челюстного аппарата при проталкивании добычи в глотку с поочередным перехватыванием. Это позволяет змеям заглатывать относительно очень крупную (превышающую толщину туловища змеи) добычу. У ядовитых змей на верхнечелюстных костях расположены подвижно прикрепленные острые, загнутые назад ядовитые зубы (рис. 4. 9), имеющие внутренний канал или

бороздку на передней поверхности, по которым при укусе в ранку стекает яд из расположенных у основания зуба ядовитых желез.

Череп крокодилов характеризуется тем, что зубы не прирастают к краю зубной, предчелюстной и верхнечелюстной костей, как у других рептилий, а сидят в специальных углублениях (лунках, или альвеолах) этих костей текодонтные зубы. Другая особенность висцерального черепа крокодилов - вторичное твердое нёбо, отделяющее ротовую полость от носоглоточного хода. В образовании вторичного твердого нёба принимают участие нёбные отростки предчелюстных и верхнечелюстных костей, а также нёбные и крыловидные кости. Благодаря образованию твердого нёба вторичные хоаны отнесены назад и расположены в крыловидных костях, над гортанью. Образование вторичного твердого нёба связано с характером образа жизни крокодилов: прямое соприкосновение гортани с хоанами открывает возможность бесперебойного дыхания при принятии пищи и когда крокодил отдыхает на мелководье, выставив из воды находящиеся на возвышениях ноздри, тогда как ротовая полость заполнена водой.

Парные конечности и их пояса

Плечевой пояс пресмыкающихся состоит из типичных костей: расположенной более дорзально лопатки (рис. 5. 1) и обращенного в вентральную сторону коракоида (рис. 5. 3). Обе эти кости принимают участие в образовании суставной ямки (рис. 5. 4) для прикрепления передней конечности. Дорзальнее лопатки располагается широкий уплощенный надлопаточный хрящ (рис. 5. 2), а впереди коракоида - хрящевой прокоракоид (рис. 5. 5). Имеется хорошо развитая грудина (рис. 5. 6), к которой причленяется несколько ребер (рис. 5. 7). Таким образом, в отличие от земновод-

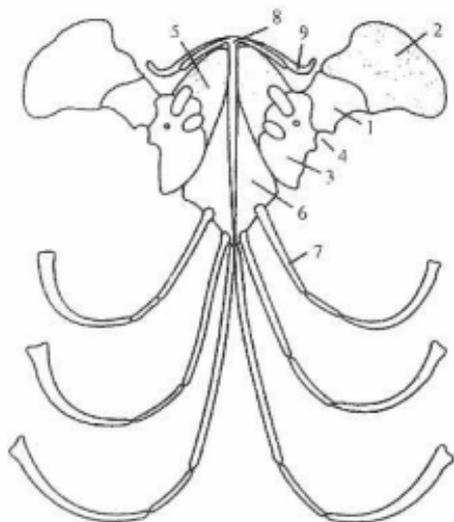


Рис. 5. Плечевой пояс варана (вид снизу):

1 лопатка, 2 надлопаточный хрящ, 3 коракоид, 4 суставная впадина для головки плеча, 5 прокоракоидный хрящ, 6 - грудина, 7 ребра, 8 - надгрудинник, 9 - ключица

ных, у рептилий развивается грудная клетка и плечевой пояс имеет опору в осевом скелете. На вентральной стороне грудины располагается Т-образная покровная кость - надгрудинник (рис. 5. 8), впереди нее - тоже покровные кости - ключицы (рис. 5. 9). Наружные концы ключиц причленяются к лопаткам, а внутренние срастаются с ветвями надгрудинника. Ключицы и надгрудинник (отсутствующий у земноводных) увеличивают прочность соединения правой и левой частей плечевого пояса.

У змей плечевой пояс полностью редуцирован, а у черепах ключицы и надгрудинник вошли в состав костей брюшного щита (см. рис. 1. Б) панциря, образовав соответственно передние парные и вклинившуюся между ними непарную костные пластинки.

Тазовый пояс состоит из двух симметричных половин, соединенных по средней линии хрящом. Каждая половина составлена тремя костями: расположенной дорзально подвздошной (рис. 6. 1), находящимися на вентральной стороне лобковой (рис. 6. 2) и седалищной (рис. 6. 3). Все эти кости принимают участие в образовании сочленовной ямки (рис. 6. 4), к которой причленяется задняя конечность. Таз у рептилий закрытый: правая и левая лобковые и седалищные кости на брюшной стороне сращены между собой. Конечности пресмыкающихся построены по типичной схеме конечностей наземных позвоночных. Проксимальный отдел передней конечности (рис. 7. А) представлен одной костью - плечевой (рис. 7. 1), далее следует предплечье, состоящее из двух костей: локтевой (рис. 7. 2) и лучевой (рис. 7. 3). Запястье (рис. 7. 4) состоит из относительно мелких косточек, располагающихся обычно в два ряда; сбоку от них находится еще одна косточка грушевидная, принимаемая за остаток шестого пальца. Пясть (рис. 7. 5) составлена пятью удлинненными косточками, к которым прикрепляются фаланги пяти пальцев (рис. 7. 6). Последние фаланги несут когти. Сустав, обеспечивающий подвижность кисти, у рептилий проходит не между костями предплечья и проксимальным рядом костей запястья (как у амфибий), а между проксимальным и дистальным рядами костей запястья. Такой сустав называется интеркарпальным (рис. 7. 7).

В задней конечности проксимальный элемент - бедро (рис. 7. 8) сочленяется коленным суставом с голенью, состоящей из двух берцовых костей - большой (рис. 7. 9) и малой (рис. 7. 10). Над передней поверхностью этого сустава располагается маленькая косточка - коленная чашечка (рис. 7. 11). В предплюсне (рис. 7. 12) проксимальный ряд косточек срастается или почти неподвижно соединяется с костями голени, а косточки дистального ряда также тесно связаны и частично сращены с плюсневыми костями. Благодаря этому суставная поверхность здесь расположена не между голенью и стопой, а между проксимальным и дистальным рядами косточек предплюсны. Такой сустав характерен для пресмыкающихся и носит название интертарзального сустава (рис. 7. 13). Плюсна (рис. 7. 14)

состоит из пяти удлинненных костей, к которым прикреплены фаланги пяти пальцев (рис. 7. 6). Концевые фаланги несут когти.

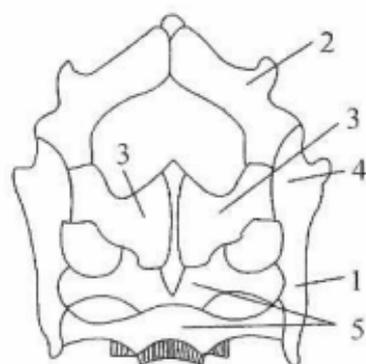


Рис. 6. Газовый пояс варана (вид снизу):

1 - подвздошная кость, 2 - лобковая кость, 3 - седалищная кость, 4 - вертлужная впадина (сочленовная ямка) для головки бедра, 5 - крестцовые позвонки

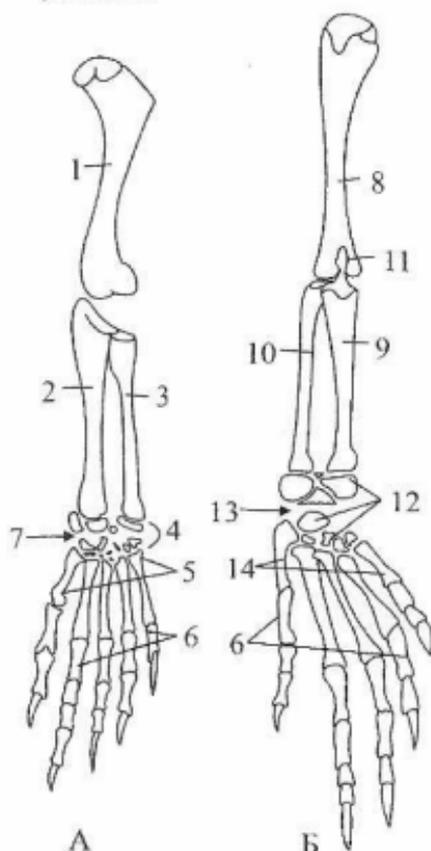


Рис. 7. Конечности варана: А - передняя; Б - задняя:

1 - плечевая кость, 2 - локтевая кость, 3 - лучевая кость, 4 - запястье, 5 - пясть, 6 - фаланги пальцев, 7 - интеркарпальный сустав, 8 - бедренная кость, 9 - большая берцовая кость, 10 - малая берцовая кость, 11 - коленная чашечка, 12 - предплюсна, 13 - интертарзальный сустав, 14 - плюсна

Тема 14. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ПТИЦ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Птицы, Aves

Отряд Голубеобразные, Columbiformes

Представитель - Сизый голубь, *Columba livia* (forma domestica)

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

На одного-двух студентов необходимы:

1. Свежеумерщвленный голубь.
2. Ванночка.
3. Скальпель.
4. Пинцет.
5. Ножницы хирургические.
6. Иглы препарировальные - 2.
7. Стеклопластиковая трубочка с оттянутым концом.
8. Нитки - 20 см.
9. Вата гигроскопическая.
10. Салфетки марлевые - 2.
11. Лупа 4-6х.

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего вида птицы, вскрыть ее и рассмотреть особенности строения основных систем органов, начиная с кровеносной. Сделать следующие рисунки:

1. Общее расположение внутренних органов.
2. Мочеполовая система (другого, по сравнению с вскрытым объектом, пола).
3. Перо (маховое и специализированные типы перьев).

Внешний вид

Для птицы характерна относительно небольшая голова, длинная подвижная шея, компактное плотное туловище и сильно редуцированный хвост (представляющий собой небольшой конический выступ заднего конца тела).

Все тело птицы, кроме клюва и нижних отделов задних конечностей, покрыто перьями. Выдернув одно из крупных перьев крыла или хвоста, рассмотрите его строение. Основание пера - полый внутри очин (рис. 1. 1), который погружен в толщу кожи. Он продолжается в плотный ствол, или стержень (рис. 1. 2). От стержня вправо и влево отходят тонкие роговые пластинки - бородки (рис. 1. 3); на которых располагаются в два ряда более мелкие пластинки - бородочки (рис. 1. 4). Бородочки дистального ряда ка-

ждой бородки накладываются на бородочки проксимального ряда бородок, сцепляясь с ними многочисленными мелкими крючочками (рис. 1. 5). Весь этот комплекс образует по бокам стержня опахало пера, которое подразделяется на более узкое наружное (рис. 1. 6) и более широкое внутреннее (рис. 1. 7). Такая сложная структура пера обеспечивает его легкость и одновременно прочность. При ударах эластичные бородочки сгибаются, а крючочки расцепляются и в пере образуется щель.

Птица клювом поправляет перо, и крючочки вновь сцепляются, восстанавливая сплошную поверхность опахала. В самой нижней части пера бородочки не несут крючочков; эта часть опахала называется пуховой (рис. 1. 8).

Перья, покрывающие все тело птицы, называются контурными, или покровными. Они расположены по ограниченным участкам кожи - птерилиям, между которыми лежат участки, не имеющие пера, - аптерии. Помимо контурных перьев, на птерилиях хорошо заметны нитевидные перья (рис. 2. А) с тонкими стержнями и сильно редуцированными бородками и пуховые перья (рис. 2. Б) с сильно редуцированным стержнем и тонкими длинными бородками и бородочками, не несущими крючочков.

Контурные перья обеспечивают обтекаемость тела птицы в полете, предохраняют кожу от механических повреждений, выполняют водозащитную и теплозащитную функции. Пуховые перья усиливают теплозащитную роль оперения (задерживают воздух), а нитевидные перья несут осязательную функцию.

Несущие плоскости крыла образуют маховые перья, отличающиеся от обычных контурных большей величиной и прочностью. К костям кисти прикрепляются первостепенные маховые, к предплечью - второстепенные. Промежуток между телом и второстепенными маховыми закрыт пучком перьев, укрепляющихся в коже плеча; их называют третьестепенными маховыми. Прочность крыла увеличивается тем, что основания маховых перьев прикрыты несколькими слоями верхних и нижних кроющих перьев крыла. На рудименте первого пальца расположено несколько небольших плотных перьев, образующих крылышко. Хвост образован крупными рулевыми перьями, основания которых покрыты верхними и нижними кроющими хвоста.

Все перья крыла, черепицеобразно налегая друг на друга, своими опахалами образуют сплошную плоскость. При поднимании крыла вверх основания перьев могут несколько поворачиваться под напором воздуха сверху, и в плоскости крыла образуются узкие щели, через которые проходит воздух; это облегчает подъем крыла. Распрямляя и сгибая крыло, убедитесь, что подвижность крыла хорошо выражена лишь в одной плоскости; вращательные движения крайне ограничены. Это увеличивает прочность и жесткость крыла, что важно для полета.

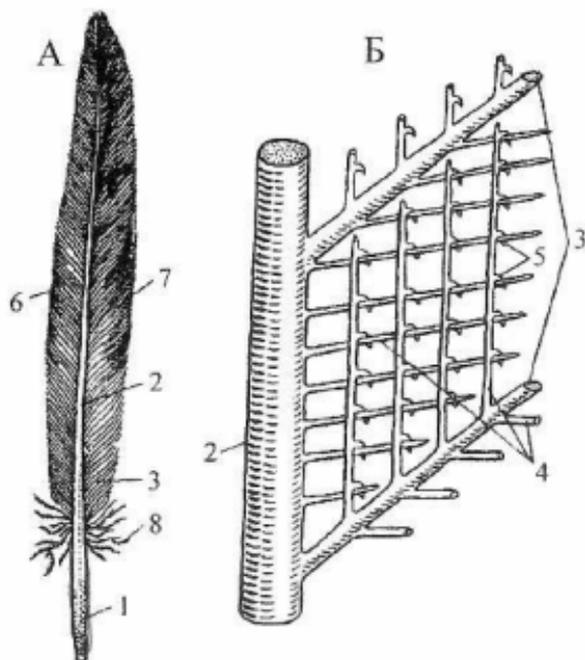


Рис. 1. Строение махового пера: А - общий вид; Б - схема строения опахала (сильно увеличено):

1 - очин, 2 - стержень, 3 - бородки, 4 - бородочки, 5 - крючочки, 6 - наружное опахало, 7 - внутреннее опахало, 8 - пуховая часть опахала

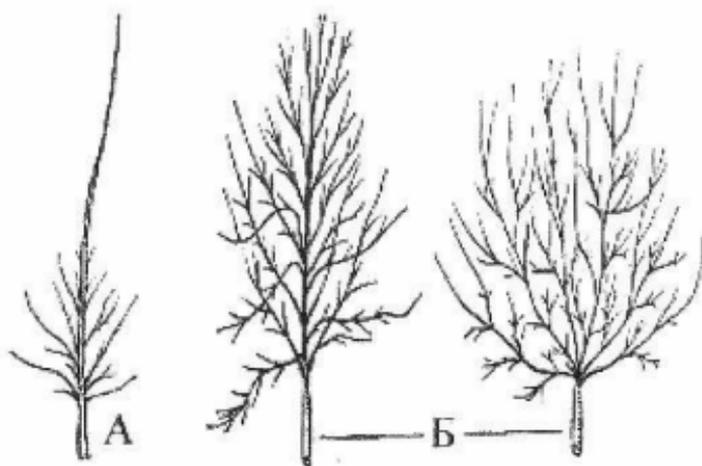


Рис. 2. Специализированные типы пера: А - нитевидное перо; Б - пуховое перо

Прочность крыла увеличивает и складка кожи (летательная перепонка), проходящая по переднему краю крыла и соединяющая кистевой сгиб крыла с основанием плечевого сустава; она образует эластичный передний край крыла и сглаживает локтевой сгиб. Изменяя степень раскрытия крыла, птица может в значительных пределах менять его площадь, что важно при изменении режима полета. Разворачивая и складывая веер перьев хвоста, птица изменяет размеры его поверхности, что также важно при некоторых режимах полета, взлете и посадке.

Покрытые плотным роговым чехлом вытянутые вперед челюсти образуют клюв. Роговой покров верхней части клюва (надклювья) называют эпитекой, а нижней части клюва (подклювья) - гипотекой. Основание надклювья у некоторых птиц (совы, дневные хищники, полугаи и др.) покрыто голый, слегка вздутой кожей - восковицей, богатой осязательными тельцами. У всех остальных птиц покрытая мелкими контурными перьями кожа непосредственно примыкает к роговому покрову надклювья. Форма и размеры клюва в классе птиц варьируют в очень широких пределах и отражают пищевую специализацию вида.

Узкие щелевидные парные ноздри ведут в обонятельную полость, сообщающуюся с ротовой полостью узкими щелевидными хоанами.

По бокам головы расположены крупные глаза с хорошо подвижными верхним и нижним веками и тонкой полупрозрачной мигательной перепонкой (прикреплена в переднем углу глазной щели). Кзади и книзу от глаз расположено отверстие наружного слухового канала, прикрытое несколько видоизмененными контурными перьями; этот канал ведет к барабанной перепонке. Ограниченная ею барабанная полость (полость среднего уха) сообщается с ротовой полостью узкой евстахиевой трубой.

Зубы у птиц отсутствуют. На дне ротовой полости между ветвями нижней челюсти лежит длинный подвижный, заостренный спереди язык. В задней части языка образуются бахромки и шипики, помогающие заглатыванию пищи. Позади основания языка между двумя складками слизистой оболочки лежит продольно расположенное отверстие с зубчатыми краями - гортанная щель, ведущая в небольшую по размерам верхнюю гортань, она ограничена, как и у пресмыкающихся, тремя хрящами. На уровне гортанной щели начинается глотка, выстланная слизистой оболочкой с сильно выраженной складчатостью. Глотка незаметно переходит в пищевод. В ротовую полость открываются протоки нескольких пар слюнных желез.

У основания хвоста на нижней поверхности тела находится поперечная щель - отверстие клоаки, ограниченное узким валиком голой кожи. На спинной поверхности у основания хвоста располагается парная копчиковая железа. При надавливании на железу из сосочка появляется капелька секрета.

Бедро и голень у голубей (как и у большинства видов птиц) покрыты перьями. Цевка и пальцы покрыты роговыми щитками, гомологичными чешуе пресмыкающихся. Последние фаланги пальцев несут хорошо развитые роговые когти. У птиц обычно только четыре пальца. Один (первый) направлен назад (у многих водоплавающих и некоторых наземных видов он недоразвит или даже совсем редуцирован), а три (второй - четвертый) - вперед. Если сильно согнуть ногу голубя, пальцы сжимаются, что обусловлено специфическим для птиц расположением мышц и сухожилий, управляющих движением пальцев. Эти особенности обеспечивают автоматическое зажимание пальцев, когда птица садится на ветку, и нога сгибается под тяжестью тела.

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Кровеносная система

В верхней части полости тела лежит крупное сердце (рис. 3. 15). Его покрывает тонкостенная околосердечная сумка; на ней иногда бывают тонкие пленки жира. В верхней части сердца хорошо видны два отчетливо отделенных друг от друга, относительно тонкостенных темных предсердия: более крупное правое и несколько меньшее левое. Граница между более толстостенным и большим по объему левым желудочком и полностью от него отделенным правым желудочком внешне выражена очень слабо. Таким образом, у птиц сердце четырехкамерное (два предсердия и два желудочка); правая - венозная и левая - артериальная половины сердца изолированы друг от друга, поэтому большой и малый круги кровообращения полностью разобщены.

От правого желудочка отходит единственный сосуд - легочная артерия (рис. 3. 18), сразу же у сердца разделяющаяся на правую и левую легочные артерии, несущие венозную кровь соответственно в правое и левое легкое.

Из легких окисленная артериальная кровь по легочным венам вливается в левое предсердие. Правый желудочек - легкие - левое предсердие - таков малый круг кровообращения. Левый желудочек - сосуды всего тела - правое предсердие - таков большой круг кровообращения.

От левого желудочка отходит единственный сосуд - правая дуга аорты (рис. 3. 19). Сразу же по выходе из сердца она отделяет два мощных артериальных ствола - правую и левую безымянные артерии (рис. 3. 20; 3. 21). Отослав безымянные артерии, дуга аорты проходит несколько вперед и, круто повернув над правым бронхом на спинную сторону, направляется назад вдоль позвоночного столба как спинная аорта.

Каждая из безымянных артерий в свою очередь делится на две ветви. Одна из них - общая сонная артерия - идет в голову. Вторая - более мощная подключичная артерия почти сразу же (через 2-4 мм) вновь разделя-

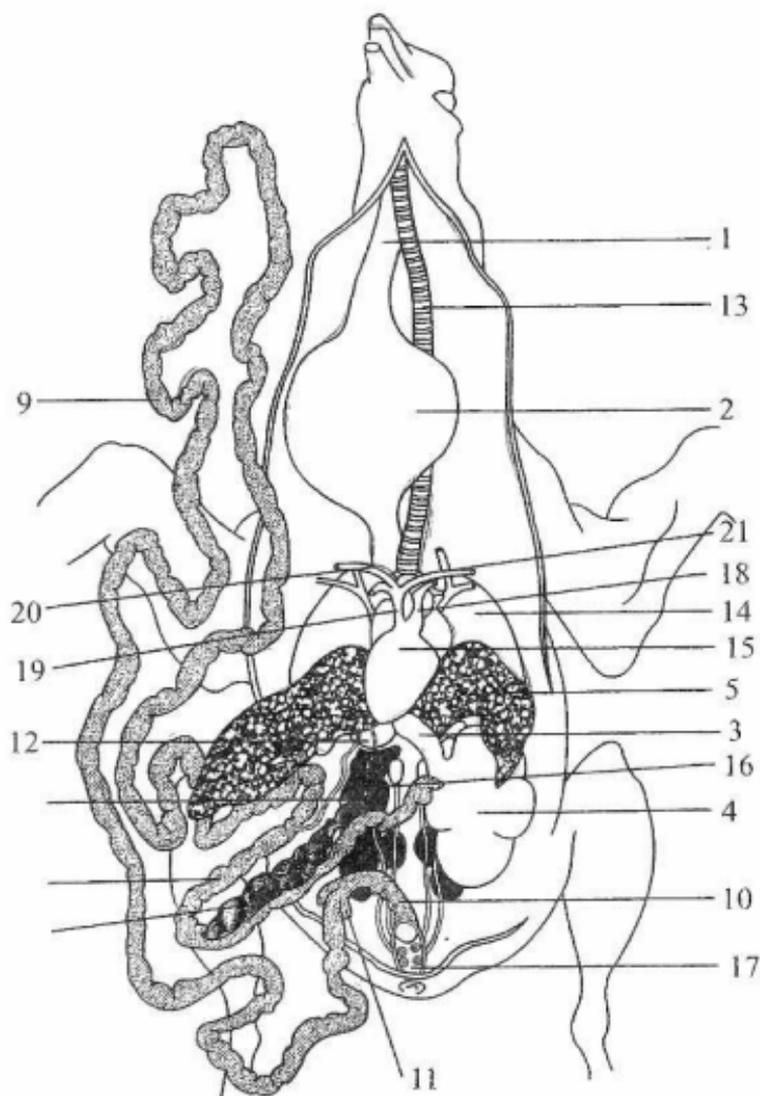


Рис. 3. Вскрытый голубь с расправленной пищеварительной системой:

1 – пищевод, 2 – зоб, 3 - железистый желудок, 4 - мускульный желудок, 5 – печень, 6 двенадцатиперстная кишка, 7 - поджелудочная железа, 8 желчные протоки, 9 тонкая кишка, 10 толстая кишка, 11 слепая кишка, 12 – селезенка, 13 – трахея, 14 – легкие, 15 – сердце, 16 – почки, 17 – клоака, 18 – легочная артерия, 19 – правая дуга аорты, 20 – правая безымянная артерия, 21 – левая безымянная артерия

ется на два ствола: идущую в крыло плечевую артерию и ветвящуюся в мышцах грудины мощную грудную артерию.

От спинной аорты на уровне желудка отходит внутренностная артерия, а в 4—6 мм далее - брыжеечная артерия, они снабжают кровью желудок и кишечник. На уровне почек спинная аорта отделяет парные почечные артерии, затем снабжающие кровью задние конечности более крупные бедренные артерии и седалищные. После этого спинная аорта распадается на парные подвздошные и непарную хвостовую артерии.

По бокам шеи проходят парные, очень мощные яремные вены, несущие венозную кровь из головы и шеи. Каждая яремная вена сливается с плечевой, идущей из крыла, и крупной грудной веной, которая несет кровь от грудных мышц. В результате слияния этих трех вен с каждой стороны образуются широкие и короткие передние полые вены. Правая передняя полая вена лежит снаружи от правой безымянной артерии и впадает в передний край правого предсердия. Левая передняя полая вена лежит снаружи от левой безымянной артерии, далее идет по спинной стороне сердца, огибая левое предсердие, и впадает в правое предсердие рядом с задней полую веной. Венозная пазуха у птиц не развита.

От области клоаки идет несколько мелких, но отчетливо заметных вен: хвостовая и парные внутренние подвздошные. Они сливаются вместе и дают начало трем венам: в брыжейке рядом с кишечником проходит через брюшную полость и впадает в печень копчиково-брыжеечная вена; две другие вены - правая и левая воротные вены почек - входят в задние отделы почек.

В отличие от пресмыкающихся, у птиц только часть крови из воротных вен почек расходуется по капиллярам почечной ткани; значительно большая часть крови идет по крупным сосудам - продолжениям воротных вен - общим подвздошным венам. Поэтому говорят о частичной редукции воротной системы почек у птиц. Общие подвздошные вены проходят через почки, принимая несущие кровь из задних конечностей седалищные и бедренные, а также почечные вены, и, выйдя из почек, сливаются вместе, образуя заднюю полую вену. Почти сразу же после своего образования задняя полая вена идет в правую долю печени и проходит через нее, не отдавая кровь, а только принимая в себя печеночные вены. Из печени задняя полая вена идет толстым стволом и впадает в правое предсердие.

Воротная вена печени образована уже упоминавшейся копчиково-брыжеечной веной и несколькими венами, несущими кровь от пищеварительного тракта. Почти сразу же после своего образования эта широкая вена разделяется на два коротких сосуда, входящих в правую и левую доли печени: здесь они распадаются на систему капилляров. Воротная вена печени лежит в складке брюшины, связывающей петлю двенадцатиперстной кишки с правой лопастью печени.

Дыхательная система

Через ноздри и внутренние отверстия ноздрей – хоаны - воздух попадает в ротовую полость. Затем дыхательный путь идет через гортанную щель и верхнюю гортань и далее в трахею (рис. 3. 13). Она представляет собой длинную гибкую трубку, поддерживаемую плотными хрящевыми (иногда частично окостеневающими) кольцами. В связи с удлинением шеи у птиц трахея значительно длиннее, чем у пресмыкающихся. Войдя в полость тела, она на уровне сердца разделяется на два бронха, впадающих в правое и левое легкие (рис. 3. 14) и там сильно ветвящихся.

Нижняя часть трахей и начальные участки бронхов образуют характерную только для птиц нижнюю гортань – голосовой аппарат, строение которого очень сильно варьирует у разных видов птиц. Между нижним и вышерасположенным кольцом трахеи натянута тонкая пленка - голосовая перепонка. От места соединения бронхов внутрь полости нижней гортани вдается хрящевой выступ - козелок, от которого к дорзальной стенке трахеи проходит тонкая складка слизистой оболочки - полулунная. Колебания полулунной складки и голосовой перепонки, возникающие при прохождении воздуха через нижнюю гортань при вдохе и выдохе, служат источником звуков. Узкие полоски бронхо-трахейных мышц, лежащие по бокам нижней части трахей и начальных участков бронхов, изменяют натяжение голосовых перепонок, меняя высоту издаваемых звуков и их модуляцию.

Парные легкие птиц невелики по размерам и плотно прикреплены к ребрам по бокам позвоночного столба. От легких у птиц отходят воздушные мешки, представляющие собой выросты слизистой оболочки проходящих через легочную ткань ветвей ответвлений бронхов.

Акт дыхания у птиц, как и у всех амниот, осуществляется движениями грудной клетки. Благодаря сокращениям реберных мышц и подвижности ребер тело грудины отходит от позвоночного столба, объем полости тела увеличивается, растягиваются эластичные воздушные мешки и происходит засасывание воздуха в легкие и задние воздушные мешки (задние грудные и брюшные); в растягивающиеся передние воздушные мешки (шейные, межключичный, передние грудные) при этом засасывается воздух из легких. При выдохе грудина придвигается к позвоночному столбу, тело грудины и внутренние органы сдавливают воздушные мешки, и уже прошедший через легкие воздух из передних воздушных мешков выдавливается в трахею, выводится наружу, а свежий воздух из задних воздушных мешков нагнетается в легкие. Таким образом у птиц практически непрерывно - и во время вдоха и во время выдоха - через легкие идет поток свежего воздуха. Такое своеобразное строение дыхательной системы птиц обеспечивает интенсивное насыщение крови кислородом.

Пищеварительная система

Пищеварительная система начинается ротовой полостью. За основанием языка и гортанной щелью лежит вход в пищевод (рис. 3. 1) - длин-

ную, легко растяжимую тонкостенную трубку, идущую под кожей вдоль шеи. В нижней части шеи у голубей образуется двухлопастное расширение пищевода - зоб (рис. 3. 2), который служит для накопления пищи и ее размягчения (слиюной и слизью, выделяемой железами стенок пищевода), а также и частичного ее переваривания ферментами, забрасываемыми из железистого желудка. В период выкармливания птенцов у взрослых голубей усиленно делящиеся клетки слизистой оболочки зоба слущиваются в его просвет, образуя творожистую массу («молочко»), отрывкой которого голуби выкармливают птенцов.

Продолжающийся после зоба короткий участок пищевода без резкой внешней границы переходит в более толстостенный железистый желудок (рис. 3. 3), переходящий в резко от него отграниченный мускульный желудок (рис. 3. 4), имеющий плотные, толстые мышечные стенки. Желудок подвешен к спинной стенке полости тела на тонкой складке брюшины.

От мускульного желудка рядом с впадением в него железистого отходит двенадцатиперстная кишка (рис. 3. 6), образующая узкую петлю, которая плотно охватывает компактную, обычно буровато-желтоватого цвета поджелудочную железу (рис. 3. 7), открывающуюся в двенадцатиперстную кишку тремя протоками.

Печень (рис. 3. 5) прикрывает железистый и большую часть мускульного желудка; правая ее лопасть заметно больше левой. Желчного пузыря у голубя нет (у большинства других видов птиц желчный пузырь хорошо развит).

Около спинной поверхности мускульного желудка лежит темно-красная селезенка (рис. 3. 12).

Двенадцатиперстная кишка незаметно переходит в тонкую кишку (рис. 3. 9), петли которой подвешены к спинной поверхности полости тела на тонкой пленке - кишечной брыжейке. Тонкая кишка птиц намного длиннее, чем у пресмыкающихся. В тазовой области тонкая кишка переходит в короткую прямую кишку (рис. 3. 10), впадающую в клоаку (рис. 3. 17). На границе между тонкой кишкой и прямой расположены короткие парные выросты - слепые кишки (рис. 3. 11). У большинства птиц их размеры очень невелики.

Внутренняя стенка пищевода образует многочисленные продольные складки, обеспечивающие его легкую растяжимость. Стенки железистого желудка заметно толще стенок пищевода. Его внутренняя слизистая оболочка имеет сетчатый вид; на ее поверхности разбросаны многочисленные отверстия желез, выделяющих пищеварительные ферменты. Мускульный желудок имеет очень мощные мускулистые стенки, а его внутренняя поверхность выстлана плотной рогоподобной кутикулой - затвердевшим секретом желез этого отдела желудка. Сильные, ритмичные сокращения мускульного желудка обеспечивают перетирание пищи. Этому помогают складки и утолщения кутикулы, а также камешки, заглатываемые птицами

и задерживающиеся в полости мускульного желудка. Дифференцировка желудка на два отдела - приспособление для очень сильного измельчения пищи при отсутствии зубов; оно обеспечивает и более полное, и более быстрое ее переваривание.

Мочеполовая система

Как и у всех амниот, парные почки (рис. 3. 16; 4. 1) птиц метанефрического типа. Они довольно велики по размерам, отчетливо дольчатые (у голубя состоят из трех долей) и лежат в углублениях тазового пояса, тесно с ним срастаясь. От внутренней поверхности каждой почки на границе между передней и средней лопастью отходит тонкая прямая трубочка - мочеточник (рис. 4. 2); он проходит сбоку от позвоночника и впадает в клоаку. На вентральной поверхности почек, около их переднего края, располагаются небольшие, обычно желтого цвета компактные тельца - надпочечники (рис. 4. 4); у самцов они обычно прикрыты семенниками.

Половые железы самцов, беловатые или темно-бурые парные овальные семенники (рис. 4. 5), лежат около передних концов почек. К внутренней поверхности каждого семенника примыкает очень небольшое, плохо видимое вздутие - придаток семенника (рис. 4. 6), представляющий собой остаток мезонефрической почки. От придатка семенника отходит тонкий семяпровод (рис. 4. 7), гомологичный вольфову каналу. Семяпроводы идут параллельно мочеточникам по спинной стороне брюшной полости и перед впадением в клоаку образуют небольшие расширения - семенные пузырьки (рис. 4. 8), служащие резервуарами для зрелых сперматозоидов.

У самок у передней доли левой почки лежит непарный, имеющий зернистое строение яичник (рис. 4. 9); правый яичник у птиц редуцируется. К периоду размножения зернистость яичника сильно увеличивается, и становятся ясно различимыми отдельные фолликулы, внутри которых формируются богатые желтком яйцеклетки. В связи с редукцией правого яичника редуцируется и правый яйцевод (у некоторых самок иногда бывает заметен его рудимент). Левый яйцевод (рис. 4. 10) - гомолог мюллерова канала представляет собой длинную трубку, широкой воронкой (рис. 4. 11) открывающуюся в полость тела около вершины левой почки. Задний конец яйцевода (маточный отдел) заметно утолщен и впадает в левую половину клоаки.

Вне периода размножения яйцевод имеет вид тонкой трубки, прилегающей к спинной стороне брюшной полости. К моменту яйцекладки яйцевод сильно утолщается и удлиняется; одновременно увеличиваются и размеры воронки. Созревшая яйцеклетка через разрыв стенки фолликула выпадает в полость тела и затем попадает в воронку яйцевода. Движением стенок воронки яйцеклетка перегоняется в яйцевод, где происходит оплодотворение. Сокращениями стенок яйцевода яйцо передвигается по направлению к клоаке, и вокруг него за счет выделений желез стенок яйцевода формируются сложные оболочки: толстая белковая оболочка - собст-

венно белок яйца, тонкие пленки подскорлуповых оболочек и известковая оболочка.

Клоака (рис. 4. 3) полость, в которую открываются прямая кишка, парные мочеточники и парные семяпроводы (у самцов) или непарный яйцевод (у самок). Мочевому пузырю у птиц нет, и попадающая по мочеточникам в клоаку моча выводится непосредственно наружу. В задний отдел клоаки впадает проток лежащей на ее спинной поверхности фабрициевой сумки. Она хорошо развита у птенцов, затем сильно уменьшается и обычно исчезает у птиц, достигших половой зрелости. Фабрициева сумка служит органом, продуцирующим лимфатические клетки. Клоака открывается наружу поперечным отверстием, в стенках которого располагаются открывающие и закрывающие его мышцы.

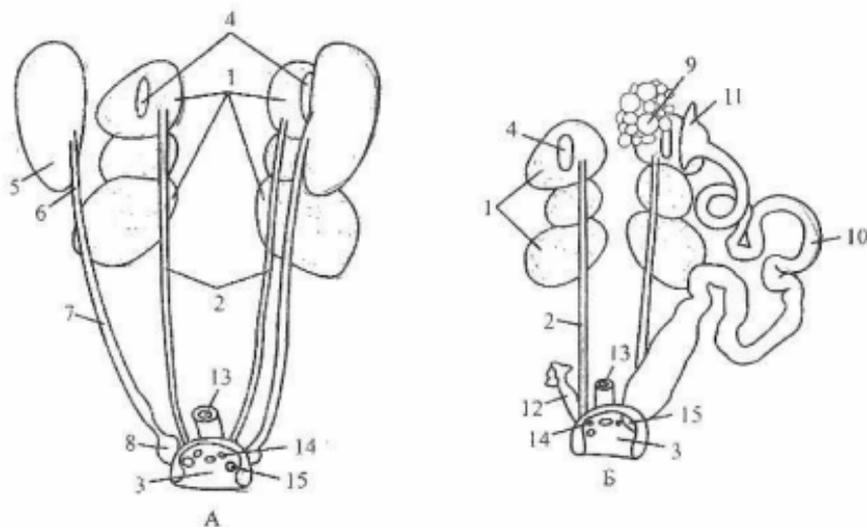


Рис. 4. Мочеполовая система голубя: А - самец; Б - самка:

1 - почки, 2 мочеточник, 3 полость клоаки, 4 надпочечник, 5 семенник, 6 придаток семенника, 7 - семяпровод, 8 - семенной пузырек, 9 - яичник, 10 - левый яйцевод, 11 - воронка яйцевода, 12 - остаток редуцированного правого яйцевода, 13 - прямая кишка, 14 - мочевое отверстие, 15 - половое отверстие

Тема 15. СКЕЛЕТ ПТИЦЫ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Птицы, Aves

Отряд Воробьинообразные, Passeriformes

Представитель - Серая ворона, *Corvus corone* L.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

Для занятий важно иметь хотя бы один смонтированный скелет птицы.

На одного - двух студентов необходимы:

Разборный скелет вороны - 1 комплект.

Препарировальные иглы - 2.

ЗАДАНИЕ

Уяснить особенности строения скелета птиц. Сделать следующие рисунки:

1. Череп вороны сбоку.
2. Череп вороны снизу.
3. Скелет туловища сбоку (включая позвоночный столб, пояс передних конечностей, грудину, ребра, тазовый пояс).
4. Скелет крыла.
5. Скелет задней конечности.

ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТА

В скелете птиц отчетливо выражены черты, связанные с приспособлением к полету. Плоские кости обычно очень тонкие, губчатые. В больших трубчатых костях хорошо развиты полости, заполненные или костным мозгом, или воздухом. Все это обеспечивает повышенную прочность скелета и заметно облегчает его. Нужно, однако, иметь в виду, что общая масса скелета птиц составляет 8-18% от массы тела, т. е. примерно столько же, сколько и у млекопитающих (6-14% веса тела), хотя у последних кости толще, а воздушные полости в них отсутствуют. Это объясняется тем, что у птиц значительно больше относительная длина скелетных элементов конечностей и некоторых других костей.

Скелет птиц подразделяется на осевой скелет, грудную клетку (грудина и ребра), череп, скелет конечностей и их поясов.

Осевой скелет

Осевой скелет, или позвоночный столб, как и у пресмыкающихся, разделяется на пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой.

Шейный отдел очень подвижен (птицы легко поворачивают голову на 180°, некоторые даже на 270°). Число шейных позвонков варьирует в широких пределах: от 11 (попугай) до 23-25 (лебеди, утки); у вороны, голубя 14 шейных позвонков.

Первый шейный позвонок - атлас, или атлант, имеет форму кольца. На нижней части его передней поверхности есть глубокая сочленовная ямка, в которую входит затылочный мыщелок черепа; на нижней задней поверхности - сочленовная плоскость для соединения с телом второго шейного позвонка. Просвет полости кольца поперечной сухожильной, обычно окостеневающей связкой разделен на две части: через верхнюю проходит спинной мозг, а в нижней помещается зубовидный отросток второго позвонка.

Второй шейный позвонок - эпистрофей - имеет хорошо развитое тело с направленным вперед зубовидным отростком. По происхождению зубовидный отросток, видимо, тело первого позвонка, обособившееся от него и сросшееся с телом второго позвонка. Сбоку расположены поперечные отростки; к ним крепятся шейные мышцы, соединяющие второй позвонок с затылочным отделом черепа и другими шейными позвонками. Над телом позвонка расположена хорошо развитая верхняя дуга, через просвет которой проходит спинной мозг.

Остальные шейные позвонки имеют гетероцельное строение: довольно длинное тело каждого позвонка на передней и задней стороне имеет седловидные сочленовные поверхности. Такой характер сочленения обеспечивает значительную подвижность позвонков друг относительно друга как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Это наряду со сложной системой дифференцированных шейных мышц придает большую подвижность шеи, что очень важно для птиц (компенсация неподвижного скелета туловища, возможность менять положение центра тяжести в полете, сгибая и выпрямляя шею, возможность сложных движений головы при чистке оперения, постройке гнезда и т. п.).

Над телом позвонка расположена верхняя дуга, заканчивающаяся остистым отростком; в канале дуги проходит спинной мозг. От передней и задней поверхности дуги отходят парные сочленовные отростки, соединяющиеся с такими же отростками соседних позвонков.

Такой тип сочленения обеспечивает прочность соединения позвонков друг с другом при сохранении значительной подвижности. От боковой поверхности тел позвонков отходят короткие поперечные отростки. Птицы, как и пресмыкающиеся, имеют шейные ребра; они рудиментарны, и только последние одно - два шейных ребра достаточно длинны и подвижны (рис. 1. 5), но не доходят до грудины. Шейное ребро прирастает своей головкой к телу позвонка, а бугорком - к поперечному отростку. Таким путем образуются позвоночные отверстия, создающие с обеих сторон шеи канал, по которому проходят позвоночная артерия и шейный симпатический

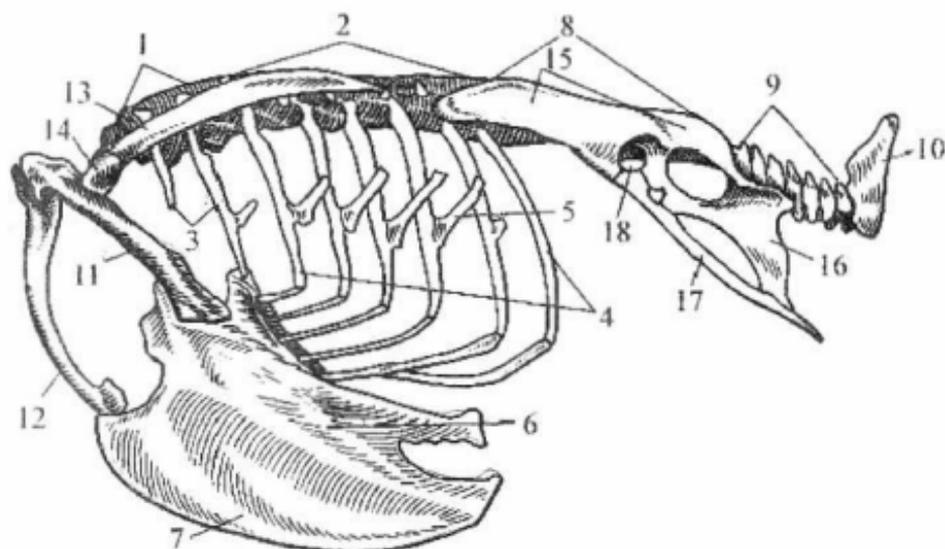


Рис. 1. Скелет туловища вороны сбоку:

1 - последние шейные позвонки, 2 - сросшиеся грудные позвонки (спинная кость), 3 - шейные ребра, 4 - грудные ребра, 5 - крючковидный отросток, 6 - тело грудины, 7 - киль грудины, 8 - сложный крестец, 9 - подвижные хвостовые позвонки, 10 - пигостиль, 11 - коракоид, 12 - вилочка, 13 - лопатка, 14 - суставная впадина для головки плеча, 15 - подвздошная кость, 16 - седалищная кость, 17 - лобковая кость, 18 - вертлужная впадина для сочленения с головкой бедра

кий нерв. Эта костная защита артерии и нерва особенно важна при длинной, очень подвижной шее.

Грудной отдел у вороны представлен шестью позвонками (у других видов птиц их число варьирует от 3 до 10), которые, как и у большинства птиц, срастаются друг с другом, образуя спинную кость (рис. 1. 2).

К грудным позвонкам подвижно причленяются грудные ребра (рис. 1. 4); число их пар равно числу грудных позвонков. Это плоские, слегка изогнутые костные пластинки, состоящие из двух подвижно соединенных друг с другом отделов — спинного и брюшного. Верхний конец спинного отдела ребра имеет два сочленовных отростка: бугорок, причленяющийся к поперечному отростку, и головку, сочленяющуюся с телом позвонка. Нижний конец брюшного отдела ребра подвижно сочленяется с телом грудины (рис. 1. 6). Подвижное соединение ребер с грудиной и позвоночным столбом вместе с подвижным сочленением спинного и брюшного отделов ребра обеспечивает возможность значительных изменений объема полости тела путем опускания грудины вниз и поднимания ее

кверху. Эта подвижность возможна благодаря сильно развитой реберной мускулатуре. Жесткость грудной клетки усиливается костными образованиями - крючковидными отростками (рис. 1. 5) ребер, укрепляющимися на спинном отделе и налегающими на последующее ребро.

Грудина, или грудная кость (рис. 1. 5) - широкая и длинная, вогнутая изнутри костная пластинка, несущая по средней линии высокий костный гребень - киль грудины (рис. 1. 7). Резкое увеличение поверхности грудины, обусловленное как ее разрастанием, так и образованием киля, - прямое приспособление к полету; оно обеспечивает возможность прикрепления мощных мышц, приводящих в движение крыло. На переднем конце грудины по бокам киля расположены большие сочленовные площадки, обеспечивающие прочное прикрепление к телу грудины коракоидов (рис. 1. 11). На боковых краях грудины размещаются мелкие углубления, которые служат для сочленения с нижними концами брюшных отделов ребер.

За грудным отделом позвоночного столба расположен сложный крестец (рис. 1. 5), представляющий собой слившиеся в одну монолитную кость все поясничные (у ворон и голубей - 6), все крестцовые (почти у всех видов птиц - 2) и часть хвостовых (3—8) позвонков. Сложный крестец неподвижно срастается с последним грудным позвонком. Границы между отделами в сложном крестце провести трудно; крестцовые позвонки бывают заметны лишь по отверстиям между их поперечными отростками и подвздошными костями. Кости тазового пояса также неподвижно срастаются с позвонками сложного крестца.

Благодаря срастаниям позвонков туловищный участок осевого скелета птиц представляет собой прочное, монолитное образование, обеспечивающее неподвижность туловища, что крайне важно при полете. Образование сложного крестца, слившегося с костями тазового пояса, создает прочную опору для задних конечностей, на которые давит вся тяжесть тела при движении птицы по земле.

Число свободных, подвижно соединенных друг с другом хвостовых позвонков (рис. 1. 9), у птиц невелико (от 5 до 9; у вороны и голубя - обычно 7). Последние хвостовые позвонки (4-8) сливаются в вертикально уплощенную пластинку - копчиковую кость (рис. 1. 10), к боковым поверхностям которой веером прикрепляются основания рулевых перьев. Укорочение хвостового скелета увеличивает общую компактность тела (важно аэродинамически). Характер прикрепления рулевых перьев позволяет использовать хвост в полете (добавочная несущая плоскость) и при посадке (торможение).

Череп

Череп птиц тропибазального типа (мозг не лежит между глазницами). По сравнению с пресмыкающимися резко бросается в глаза значительное увеличение объема мозговой полости, большие глазницы, появление клюва, полное исчезновение зубов, у большинства птиц заметное

смещение вниз большого затылочного отверстия. Кости черепа настолько тонки, что соединение их друг с другом при помощи швов становится невозможным. Поэтому у птиц большинство костей черепа сливается друг с другом; границы между отдельными костями хорошо видны только на черепе птенцов. Тонкие кости и редукция зубов сильно облегчают скелет головы. В то же время благодаря сложной губчатой внутренней структуре кости черепа сохраняют большую прочность.

Череп делится на мозговой череп, включающий собственно мозговую (черепную) коробку, носовой отдел и область глазниц, и висцеральный череп, к которому относятся челюсти (клюв), кости нёба и подъязычный аппарат.

Начнем рассмотрение черепа с затылочной области. На задне-нижней стенке черепной коробки находится большое затылочное отверстие (рис. 2. 7), окруженное четырьмя сросшимися затылочными костями. Вентрально расположена основная затылочная кость (рис. 2. 2), по бокам - парные боковые затылочные кости (рис. 2. 3). Основная и боковые затылочные кости образуют единственный, как и у пресмыкающихся, затылочный мыщелок (рис. 2. 5), сочленяющий череп с первым шейным позвонком. Над затылочным отверстием располагается верхняя затылочная кость (рис. 2. 4).

Спереди от верхней и боковых затылочных костей лежат парные теменные кости (рис. 2. 6). Крышу черепа над глазницами, верхние и задние стенки глазниц и всю переднюю часть мозговой коробки образуют длинные и широкие лобные кости (рис. 2. 7). Впереди лобных костей у основания клюва лежат парные носовые кости (рис. 2. 5) с двумя отростками: верхний идет вперед сбоку от гребня клюва и ограничивает носовое отверстие сверху, челюстной - вперед и вниз к верхнечелюстной кости и ограничивает носовое отверстие сзади. Боковую часть мозговой коробки образуют парные крупные чешуйчатые кости (рис. 2. 5), лежащие книзу от лобных и спереди от теменных и боковых затылочных костей. Верхняя височная дуга у птиц отсутствует. Чешуйчатая кость прикрывает ушные кости, которые срастаются вместе и образуют костные стенки среднего и внутреннего уха; снаружи они обычно не видны. При хорошей препарировке черепа в центре ушного прохода (рис. 2. 10) бывает виден конец тонкой столбчатой косточки (или стремечка), образовавшийся в результате окостенения подвеска - верхнего элемента подъязычной дуги.

Переднюю часть мозговой коробки (являющейся также задней стенкой глазницы) ниже лобных костей образуют небольшие парные боковые клиновидные кости (рис. 2. 11). Практически почти вся тонкая межглазничная перегородка представлена непарной средней обонятельной костью (рис. 2. 12). Передние стенки глазницы представлены парными (по одной с каждой стороны) предлобными костями (рис. 2. 13); у вороны и других во-

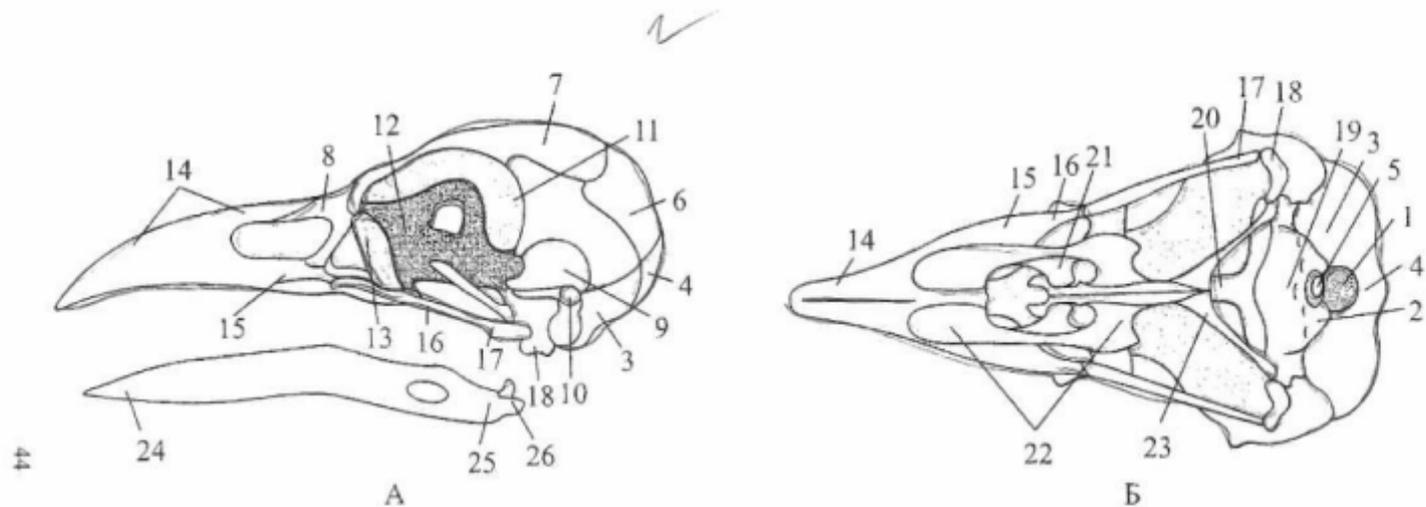


Рис. 2. Череп вороны: А - сбоку; Б - снизу:

1 - большое затылочное отверстие, 2 - основная затылочная кость, 3 - боковая затылочная кость, 4 - верхняя затылочная кость, 5 - затылочный мыщелок, 6 - теменная кость, 7 - лобная кость, 8 - носовая кость, 9 - чешуйчатая кость, 10 - наружный слуховой проход, 11 - боковая клиновидная кость, 12 - средняя обонятельная кость, 13 - предлобная кость, 14 - предчелюстная кость, 15 - верхнечелюстная кость, 16 - скуловая кость, 17 - квадратно-скуловая кость, 18 - квадратная кость, 19 - основная височная кость, 20 - клювовидный отросток парасфеноида, 21 - сошник, 22 - нёбная кость, 23 - крыловидная кость, 24 - зубная кость, 25 - сочленовная кость, 26 - угловая кость

робынных птиц они очень малы, и основную часть передней стенки глазницы заполняет отросток средней обонятельной кости.

Клюв птицы состоит из двух частей: надклювья, образованного предчелюстными, верхнечелюстными и носовыми костями, и подклювья. Большую часть надклювья составляют слившиеся парные предчелюстные кости (рис. 2. 14). Спереди они образуют выпуклую сверху и слегка вогнутую снизу вершину клюва, а назад продолжают в виде трех парных отростков: 1) лобные отростки соединяются с верхними отростками носовых костей и образуют верхний гребень клюва (ограничивают носовое отверстие сверху и спереди); 2) челюстные отростки ограничивают носовое отверстие сбоку; 3) нёбные отростки образуют костное дно надклювья (они входят в состав твердого нёба). Небольшие верхнечелюстные кости (рис. 2. 15) образуют лишь заднюю нижнюю часть надклювья, соединяясь спереди с челюстными отростками предчелюстных костей; снизу к ним примыкают (сливаясь) челюстные отростки нёбных костей.

От заднего края верхнечелюстной кости отходит назад тонкая костная переключина, состоящая из двух слившихся костей - скуловой (рис. 2. 16) и квадратно-скуловой (рис. 2. 17). По своему положению это типичная нижняя дуга, поэтому череп птиц относят к диапсидному типу с редуцированной верхней дугой. Квадратно-скуловая кость причленяется к квадратной кости (рис. 2. 18). Нижний конец квадратной кости образует суставную поверхность для причленения нижней челюсти, а другой удлиненный ее конец подвижно сочленяется с чешуйчатой и переднеушной костями.

Посмотрим теперь на череп снизу. В основании черепа, впереди основной затылочной кости (рис. 2. 2) лежит небольшая основная клиновидная кость. Она полностью прикрыта широкой основной височной костью (рис. 2. 19) - производной парасфеноида. Передняя часть парасфеноида сохраняется в виде направленного вперед узкого клювовидного отростка (рис. 2. 20). У его переднего конца лежит сошник (рис. 2. 21). По бокам сошника располагаются хоаны - внутренние отверстия ноздрей.

Нёбные отростки предчелюстных и верхнечелюстных костей сливаются с удлиненными парными нёбными костями (рис. 2. 22) и образуют костное дно надклювья. Задние, имеющие сложный профиль, концы нёбных костей налегают на клювовидный отросток парасфеноида. В этом месте к нёбным костям причленяются (суставом) парные крыловидные кости (рис. 2. 25), задние концы которых также суставом соединяются с квадратными костями.

Эти элементы твердого нёба имеют очень важное значение для движения клюва. Если сокращаются мышцы, соединяющие направленный вперед длинный глазничный отросток квадратной кости со стенками глазницы, то направленный вниз конец квадратной кости несколько подвигается вперед и толкает вперед как крыловидные и нёбные кости (место со-

членения этих костей может скользить по клювовидному отростку пара-сфеноида, на который они налегают), так и квадратно-скуловую и скуловую. Давление по этим двум костным мостикам передается на основание надклювья, благодаря чему вершина надклювья приподнимается кверху. При этом прогибаются кости у основания вершины надклювья, в области «переносицы». Перегиб облегчает очень сильное истончение костей в этом месте; у ряда видов здесь сохраняется хрящевая перемычка или даже образуется настоящий сустав. При сокращении мышц, соединяющих череп с нижней челюстью, нижний конец квадратной кости сдвигается назад, оттягивая на себя эти костные связи, и вершина клюва сдвигается книзу.

Описанный сложный костный механизм твердого нёба (основа его - подвижно соединенная с черепом сложной формы квадратная кость) дополняется системой дифференцированных жевательных мышц. Все это обеспечивает возможность довольно разнообразных движений клюва, облегчающих захват добычи, чистку оперения, постройку сложного гнезда и т. п. Возможность дифференцированных движений клюва выработалась, видимо, в связи с преобразованием передних конечностей в крылья, выполняющие только функцию полета.

Подклювье нижняя челюсть представляет собой ряд слившихся костей, из которых наиболее крупные зубная (рис. 2. 24), сочленовная (рис. 2. 25) и угловая (рис. 2. 26). Челюстной сустав образуют, соединяясь друг с другом, квадратная и сочленовная кости.

Остатки гиоида и жаберных дуг превращаются в подъязычный аппарат. У некоторых птиц (например, дятлов) благодаря большой длине рожков и общей подвижности подъязычного аппарата язык может выдвигаться вперед почти на длину клюва, что облегчает захват добычи.

Конечности и их пояса

Пояс передних конечностей (плечевой пояс) птиц образован парными коракоидами, лопатками и ключицами.

Мощные удлинённые коракоиды (рис. 1. 11) своими расширенными нижними концами прочно соединяются малоподвижными суставами с передним краем грудины. Между передними концами коракоидов расположена прикрепляющаяся к ним вилочка (рис. 1. 12), возникшая путем слияния обеих ключиц. Длинные и узкие лопатки (рис. 1. 13) лежат над ребрами; их передние концы прочно соединены со свободными концами коракоидов. В месте соединения лопатки и коракоида расположена довольно глубокая суставная впадина (рис. 1. 14), в которую входит головка плечевой кости.

Мощность костей плечевого пояса и их прочное соединение с грудиной обеспечивают опору для крыльев в полете. Удлинение коракоидов увеличивает площадь прикрепления мышц крыла, а также позволяет вынести вперед плечевой сустав, что обеспечивает и удобное складывание крыла в покое, и аэродинамически выгодное его положение в полете, когда

Рис. 3. Скелет крыла вороны:

1 плечевая кость, 2 лучевая кость, 3 локтевая кость, 4 - самостоятельные косточки запястья, 5 пряжка (слившиеся косточки запястья и пясти), 6 фаланги II пальца, 7 единственная фаланга I пальца, 8 единственная фаланга III пальца

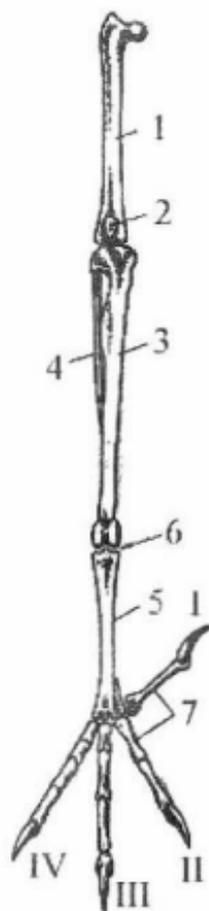
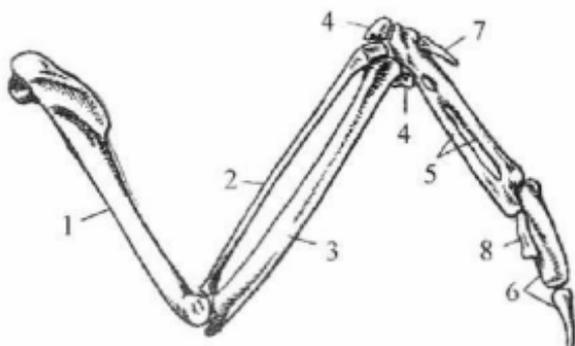


Рис. 4. Скелет задней конечности вороны:

1 бедренная кость, 2 коленная чашечка, 3 голсно-предплюсна (tibio-tarsus), 4 - малая берцовая кость, 5 цевка (слившиеся кости предплюсны и плюсны), 6 - интертарзальный сустав, 7 фаланги пальцев; I-IV - пальцы

центры площадей крыльев лежат на линии, проходящей через центр тяжести птицы. Расположенная между свободными концами коракоидов вилочка обычно играет роль пружины, амортизирующей резкие толчки при взмахах крыла в полете. Скелет передней конечности, превратившейся в крыло, подвергся значительным изменениям. Плечо (рис. 3. 1) мощная трубчатая кость, проксимальный конец которой образует уплощенную головку плеча, входящую в суставную впадину плечевого сустава. Характер суставных поверхностей заметно ограничивает возможность вращательных движений в плечевом суставе, что обеспечивает устойчивость крыла в полете. Мощные эпифизы дистального конца плеча образуют суставные поверхности для сочленения с двумя костями предплечья: более прямой и тонкой лучевой (рис. 3. 2) и более мощной, слегка изогнутой локтевой костью (рис. 3. 5). На поверхности локтевой кости видны бугорки места прикрепления очингов второстепенных маховых перьев. Характер суставных поверхностей локтевого сустава обеспечивает прочное соединение костей плеча и предплечья и ограничивает вращательные движения в этом суставе. При этом сохраняется большая подвижность в одной плоскости - плоскости крыла, что дает возможность птице складывать крыло в покое и изменять его площадь при изменении режима полета.

Особенно резкие изменения в связи с приспособлением к полету произошли в строении кисти. В проксимальном отделе запястья сохраняются только две самостоятельные косточки (рис. 3. 4). Они связками почти неподвижно соединяются с костями предплечья. Подвижный сустав расположен между ними и остальными костями запястья, поэтому его называют интеркарпальным. Остальные кости запястья и все кости пясти сливаются в единое образование - пряжку (рис. 3. 5). Резко редуцируется скелет пальцев. Сохраняются две фаланги II пальца (рис. 3. 6), продолжающие ось пряжки. От I пальца сохраняется одна фаланга (рис. 3. 7), к ней прикрепляется пучок перьев, образующий крылышко. III палец представлен также одной фалангой (рис. 3. 5), прикрепленной к основанию первой фаланги II пальца.

Эти преобразования в скелете кисти (образование интеркарпального сустава, редукция пальцев) обеспечивают прочную опору для первостепенных маховых перьев - части крыла, несущей в полете наибольшую нагрузку.

Тазовый пояс состоит из трех пар срастающихся вместе костей: широкая и длинная подвздошная кость (рис. 1. 15) на большом протяжении срастается со сложным крестцом. К ее наружному краю прирастает седалищная кость (рис. 1. 16), а ниже расположена направленная назад палочкообразная лобковая кость (рис. 1. 17). Все три кости таза образуют вертикальную впадину (рис. 1. 18), в которую входит головка бедра.

Большая поверхность тазовых костей и их прочное (неподвижное) соединение с осевым скелетом обеспечивают прочную опору для при-

крепления мощных мышц. Эти особенности тазового пояса определяются тем, что передние конечности выполняют только функцию полета, а при движении по земле вся тяжесть тела поддерживается лишь задними конечностями.

Лобковые и седалищные кости правой и левой сторон не соединяются друг с другом на брюшной поверхности. Поэтому таз птиц называют открытым; он дает возможность откладывать крупные яйца. Можно предполагать, что открытый таз, увеличивающий подвижность брюшной стенки в тазовой области, способствует интенсификации дыхания в полете.

Скелет задней конечности представлен мощными трубчатыми костями. Бедро (рис. 4. 1) на проксимальном конце имеет хорошо развитую округлую головку для сочленения с тазовым поясом. На дистальном конце образуются рельефные суставные поверхности для сочленения с костями голени. В области коленного сустава в мышечном сухожилии лежит коленная чашечка (рис. 4. 2).

Основной элемент голени массивная большая берцовая кость, с нижним дистальным концом которой сливаются две проксимальные кости предплюсны; образуется костный комплекс, представляющий собой голено-предплюсну, или тибιο-тарзус (рис. 4. 5). Малая берцовая кость (рис. 4. 4) сильно редуцирована и в виде маленькой тоненькой косточки прирастает к верхней части наружной поверхности большой берцовой кости.

Дистальные элементы предплюсны и все элементы плюсны сливаются у птиц в единую кость цевку, или плюсну-предплюсну (рис. 4. 5). Благодаря этому в конечности появляется добавочный рычаг. Подвижное сочленение располагается между двумя рядами костей предплюсны (между костями, приросшими к голени, и костями, слившимися с плюсной), поэтому, как и у пресмыкающихся, этот сустав называется интертарзальным (рис. 4. 5).

На дистальном конце цевки образуются хорошо выраженные суставные поверхности для причленения фаланг пальцев (рис. 4. 7). У подавляющего большинства птиц в задней конечности развиваются четыре пальца, из которых I направлен назад, а II, III, IV - вперед.

Мощные длинные кости скелета задних конечностей, появление добавочного рычага, резкий рельеф суставных поверхностей - все это обеспечивает прочность и подвижность задних конечностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфологически класс птиц во многих чертах сохраняет большое сходство со своими предками пресмыкающимися. На это указывает целый ряд признаков: почти полное отсутствие кожных желез, покрытие дистальных отделов задних конечностей роговыми чешуями, роговой покров клюва, диапсидного типа череп (с редуцированной верхней дугой), имеющий только один затылочный мыщелок, состав костей черепа, нали-

чие шейных ребер и крючковидных отростков грудных ребер, открытый таз (как у некоторых ископаемых динозавров), большое сходство строения мочеполовой системы и периферических отделов кровеносной системы, присутствие клоаки, размножение откладыванием яиц, сходство эмбрионального развития и т. п.

В процессе эволюции птицы обособились от рептилиеобразных предков путем многих, но часто относительно небольших преобразований морфологических структур, обеспечивающих существенную интенсификацию физиологических функций и тем самым резко повысивших общий уровень организации птиц по сравнению с пресмыкающимися. Полет и высокая общая подвижность птиц связаны с большим расходом энергии, требующим быстрой компенсации. Поэтому в эволюции птиц большое значение имело становление особенностей организации, связанных не только с обеспечением физической возможности полета, но и с общим повышением интенсивности обмена веществ.

Возможность полета птиц обеспечивается целым рядом прямых приспособлений. К ним относятся: компактность тела, жесткость и неподвижность туловищного отдела осевого скелета и редукция его хвостового отдела, резкое увеличение размеров грудины и образование на ней киля, прочность пояса передних конечностей (в том числе и образование специального амортизирующего устройства - вилички), строение скелета крыла (включая и особенности суставных поверхностей и особенно резкие изменения в строении кисти), мощность мускулатуры, обеспечивающая движения крыла, развитие перьев - легких и прочных роговых образований, создающих несущие плоскости крыльев и хвоста и обеспечивающих обтекаемость тела в полете, редукция зубов, облегчающая скелет черепа, общее увеличение объема головного мозга и особенно сильное развитие мозжечка - центра равновесия и координации движений, увеличение массы нервных клеток спинного мозга в области крыльев и т. д.

Клюв с его подвижным скелетным механизмом и дифференцированной мускулатурой стал очень тонко действующим инструментом, способным к сложным движениям. Образование клюва и одновременно увеличение длины и подвижности шеи освободило передние конечности от многих добавочных функций (захват и удерживание добычи, чистка покровов и т. п.) и тем самым способствовало их превращению только в орган полета - крылья. Удлинение шеи и возрастание ее подвижности компенсировало неподвижность туловища и дало возможность, изменяя положение головы в каких-то пределах, менять положение центра тяжести тела, что важно при изменении режима полета.

Преобразование передних конечностей в орган полета крылья - сопровождалось укреплением тазового пояса и скелета задних конечностей, а также возрастанием массы их мышц, обеспечивающих возможность «двухногого» движения на земле, по ветвям деревьев и т. п.

Полет требует затраты большого количества энергии. Например, у голубя, летящего со скоростью 70 км/ч, расход энергии в 27 раз больше, чем в покое. Резкое возрастание энергетических возможностей обеспечивается изменениями многих систем органов.

Легкие птиц относительно малы по объему, но велика их губчатость (и тем самым большая поверхность окисления). Сложная система воздушных мешков, связанная с легкими, занимает до 20% объема тела - она резко увеличивает объем вдыхаемого воздуха и дает возможность насыщать кровь кислородом и во время вдоха, и во время выдоха. Чем интенсивнее полет, тем чаще дыхание, что обеспечивает более интенсивное насыщение крови кислородом и удаление из нее углекислоты при ускорении движения. Одновременно воздушные мешки осуществляют интенсивную теплоотдачу во время полета, предохраняя организм летящей птицы от перегрева.

Полное разделение большого и малого кругов кровообращения резко увеличивает возможность насыщения тканей кислородом. Сердце у птиц относительно очень велико - составляет 0,8-2,5% от веса тела (у рептилий 0,2-0,3%; у млекопитающих 0,2-1,5%). Относительно очень велика у птиц и частота сердцебиений: сердце крупных птиц сокращается 140-200 раз в 1 мин, мелких - до 500-600. В полете частота сердцебиений резко возрастает: так, у голубя в покое около 170 сердцебиений в 1 мин, а в полете 350-600; у мелких птиц частота пульса в полете до 1000 и более. Большой объем сердца и высокая частота сердцебиений создают быструю циркуляцию крови по организму, обеспечивая интенсивное насыщение тканей и органов питательными веществами и кислородом и освобождение их от углекислоты и продуктов распада.

Дифференцировка желудка на два отдела железистый и мускульный обеспечивает механическую переработку пищи (в мускульном желудке может развиваться давление до 20-30 кг на 1 см²), что значительно увеличивает интенсивность ее переваривания. Этому же помогает свойственная ряду видов птиц способность отбрасывания погадок, т. е. удаления непереваренных остатков пищи (хитин, шерсть, кости и т. п.) из желудка через пищевод. Обеспечивает интенсивное пищеварение и высокая активность пищеварительных ферментов. Поэтому скорость переваривания пищи у птиц заметно выше, чем у пресмыкающихся и млекопитающих. Так, воробей переваривает гусеницу за 15 мин, жука за 1 ч, зерно за 3-4 ч (считая от времени принятия пищи до вывода ее непереваренных остатков). Интенсивное пищеварение позволяет перерабатывать большое количество пищи, обеспечивая высокие энергетические потребности организма. Особенности пищеварительной системы и органов захвата пищи наряду с большой подвижностью, высоким уровнем высшей нервной деятельности и совершенством органов чувств способствовали образованию широких

пищевых связей и создали возможность использования очень большого числа кормовых объектов.

Интенсивность пищеварения, кровообращения и дыхания обеспечивает высокий уровень обмена веществ, что, наряду с образованием высокоэффективного теплоизолирующего покрова из пуха и перьев, приводит к теплокровности птиц (гомойотермия), т. е. к их способности поддерживать температуру тела на постоянном уровне независимо от изменения температуры окружающей среды. Косвенным показателем высокого уровня обмена веществ птиц может служить температура их тела, которая у крупных видов равна 38-40°C, а у мелких видов достигает 41-43°C.

Значительное увеличение объема головного мозга и возрастание числа нервных клеток в нем, по сравнению с рептилиями, определяют более высокий уровень высшей нервной деятельности птиц. Это проявляется и в очень сложных системах врожденных рефлексов, определяющих поведение каждой особи, и в значительном возрастании роли индивидуального опыта, т. е. в выработке условных рефлексов.

Плодовитость птиц меньше, чем у пресмыкающихся. Увеличение размеров яиц (откладка которых обеспечивается открытым тазом) увеличивает размеры вылупившегося детеныша. Сопутствующие размножению сложные биологические явления (постройка гнезда, насиживание, выкармливание, обогрев и охрана птенцов и т. п.) обеспечивают ускорение эмбрионального и постэмбрионального развития и повышенное выживание потомства.

Совершенство органов движения (большая подвижность), гомойотермия, сложность высшей нервной деятельности и совершенство органов чувств (особенно зрения и слуха) позволили птицам широко расселиться по всему земному шару. Практически нет на земле ни одного района, включая высокие широты Арктики и Антарктики, где не встречались бы те или иные виды птиц.

Тема 16. ВСКРЫТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩЕГО

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata

Класс Млекопитающие, Mammalia

Отряд Грызуны, Rodentia

Представитель - Белая крыса, *Rattus norvegicus* var. *alba*.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

На одного-двух студентов необходимы:

1. Влажный препарат крысы.
2. Влажный препарат мозга крысы.
3. Влажный препарат кровеносной системы крысы.

ЗАДАНИЕ

Познакомиться с особенностями внешнего облика белой крысы.

Рассмотреть общее расположение внутренних органов. Последовательно изучить строение отдельных систем органов.

Сделать следующие рисунки:

1. Общее расположение внутренних органов.
2. Мочеполовая система (другого пола, по сравнению с вскрытой крысой).

Внешний вид

В теле крысы различают голову, шею, туловище, хвост, передние и задние конечности.

Ротовое отверстие, расположенное на нижней стороне морды, ограничено подвижными губами. Верхняя губа не сращена по средней линии. Парные глаза обладают подвижными верхними и нижними веками, защищающими глаз от повреждений. Края век снабжены ресницами - щетинковидными волосками. Рудиментарное третье веко в виде небольшой складки расположено во внутреннем углу глаза. Сзади и кверху от глаз находятся крупные ушные раковины, представляющие собой кожную складку в виде раструба, поддерживаемую эластичным хрящом. Конец морды лишен волос, и на нем открывается пара щелевидных носовых отверстий.

В заднем отделе тела снизу расположены заднепроходное и мочеполовое отверстия у самца и заднепроходное, мочевое и половое отверстия у самки.

Конечности крысы заканчиваются пальцами (4 на передних лапах и 5 на задних), снабженными когтями. Задние конечности развиты несколько сильнее передних. Длинный хвост крысы покрыт редкими волосами, между которыми видны роговые чешуи.

Все туловище крысы покрыто шерстью, разделяющейся на более длинные и грубые направляющие и остевые волосы и короткие, нежные пуховые. На конце морды растут длинные осязательные волосы, или вибриссы; они располагаются на верхней и нижней губах, над глазами и между глазами и ушами.

Самки крыс имеют от 4 до 7 пар сосков молочных желез в области груди, брюха и пахов.

Кожа млекопитающих состоит из трех слоев: эпидермиса, дермы (соединительно-тканного слоя) и подкожной клетчатки. Поверхностные слои эпидермиса ороговевают. Каждый волос состоит из погруженного в кожу корня и выдающегося над ее поверхностью стержня. У направляющих и остевых волос длина и толщина стержня и корня значительно больше, чем у пуховых волос. Строение сальных желез гроздевидное. Потовые железы имеют вид свернутых клубком трубочек (у крыс, как и у всех грызунов, потовые железы в коже туловища отсутствуют).

ОБЩАЯ ТОПОГРАФИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

После знакомства с расположением внутренних органов (рис. 2), приступайте к последовательному рассмотрению отдельных систем в порядке, изложенном ниже.

Кровеносная система

Сердце (рис. 1) млекопитающих находится в переднем отделе грудной клетки. Оно окружено тонкостенной околосердечной сумкой. Сердце разделяется на четыре камеры: правое и левое предсердия (рис. 1. 1; 1. 2) и правый и левый желудочки (рис. 1. 3; 1. 4). Артериальный конус и венозный синус в сердце млекопитающих редуцированы. Внешне тонкостенные и более темные предсердия отделены поперечной бороздой от толстостенных и светло окрашенных желудочков, занимающих заднюю конусовидную часть сердца. Правая и левая половины сердца полностью изолированы друг от друга.

Малый круг кровообращения у млекопитающих начинается легочной артерией (рис. 1. 5), которая отходит от правого желудочка, загибается на спинную сторону и вскоре делится на две ветви, направляющиеся в правое и левое легкие. Легочные вены (рис. 1. 6) несут обогащенную кислородом кровь из легких в левое предсердие. Артериальная система большого круга кровообращения начинается от левого желудочка сердца левой дугой аорты (рис. 1. 7), которая отходит в виде толстой упругой трубки и круто поворачивает налево вокруг левого бронха. Дуга аорты направляется к вентральной поверхности позвоночника; здесь она называется спинной аортой (рис. 1. 8) и идет назад вдоль всего позвоночного столба, постепенно уменьшаясь в диаметре.

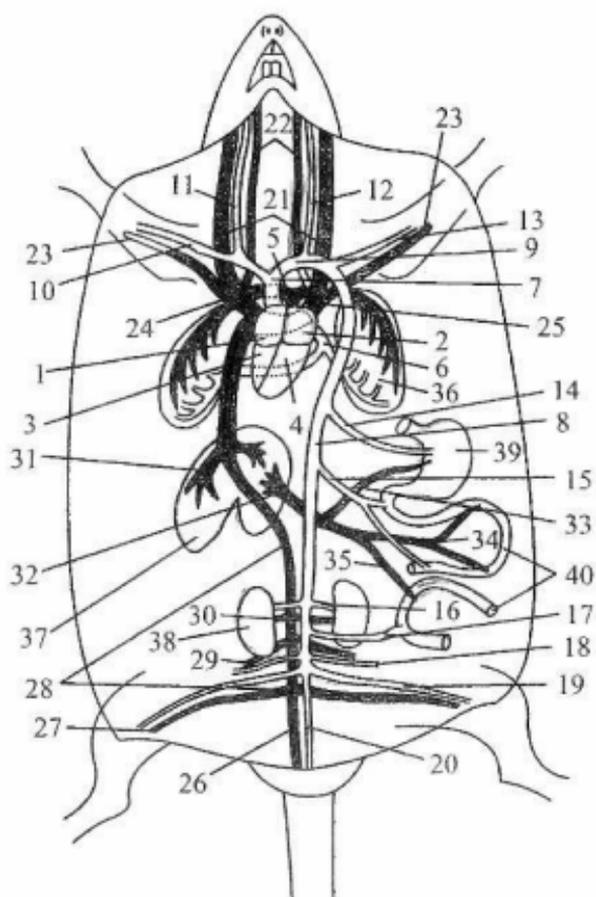


Рис. 1. Схема кровеносной системы крысы (артериальная кровь показана белым цветом, венозная - черным):

1 - правое предсердие; 2 - левое предсердие, 3 - правый желудочек, 4 - левый желудочек, 5 - легочная артерия, 6 - легочная вена, 7 - левая дуга аорты, 8 - спинная аорта, 9 - безьяминная артерия, 10 - правая подключичная артерия, 11 - правая сонная артерия, 12 - левая сонная артерия, 13 - левая подключичная артерия, 14 - внутренностная артерия, 15 - передняя брыжеечная артерия, 16 - почечная артерия, 17 - задняя брыжеечная артерия, 18 - половая артерия, 19 - подвздошная артерия, 20 - хвостовая артерия, 21 - наружная яремная вена, 22 - внутренняя яремная вена, 23 - подключичная вена, 24 - правая передняя полая вена, 25 - левая передняя полая вена, 26 - хвостовая вена, 27 - подвздошная вена, 28 - задняя полая вена, 29 - половая вена, 30 - почечная вена, 31 - печеночные вены, 32 - воротная вена печени, 33 - селезеночно-желудочная вена, 34 - передняя брыжеечная вена, 35 - задняя брыжеечная вена, 36 - легкое, 37 - печень, 38 - почка, 39 - желудок, 40 - кишечник

От дуги аорты отходит короткая безымянная артерия (рис. 1. 9), которая вскоре делится на правую подключичную артерию (рис. 1. 10), идущую в правую переднюю конечность, и правую сонную артерию (рис. 1. 11). Далее от дуги аорты самостоятельно отходят еще два кровеносных сосуда; сначала левая сонная артерия (рис. 1. 12), затем левая подключичная артерия (рис. 1. 13).

Сонные артерии направляются вперед вдоль трахеи, снабжая кровью голову.

В брюшной полости от спинной аорты отходит внутренностная артерия (рис. 1. 14), снабжающая кровью печень, желудок и селезенку; несколько далее передняя брыжеечная артерия (рис. 1. 15), идущая в поджелудочную железу, тонкую и толстую кишки. В дальнейшем от спинной аорты ответвляется еще ряд артерий к внутренним органам: почечные (рис. 1. 16), задняя брыжеечная (рис. 1. 17), половые (рис. 1. 18) и др. В области таза спинная аорта делится на две общие подвздошные артерии (рис. 1. 19), которые идут в задние конечности и тонкую хвостовую артерию (рис. 1. 20), снабжающую кровью хвост.

Венозная кровь от головы собирается по яремным венам: с каждой стороны шеи проходят две яремные вены — наружная (рис. 1. 21) и внутренняя (рис. 1. 22). Яремные вены каждой стороны сливаются с идущей из передней конечности подключичной веной (рис. 1. 23), образуя соответственно правую и левую передние полые вены (рис. 1. 24; 1. 25). Передние полые вены впадают в правое предсердие.

Идущая из хвоста хвостовая вена (рис. 1. 26) сливается с несущими кровь из задних конечностей подвздошными венами (рис. 1. 27) в непарную заднюю полую вену (рис. 1. 28). Этот крупный сосуд направляется прямо к сердцу и впадает в правое предсердие. По пути задняя полая вена принимает в себя ряд венозных сосудов от внутренних органов (половые, почечные и другие вены) и проходит через печень (кровь из нее в сосуды печени не попадает). При выходе из печени в заднюю полую вену впадают мощные печеночные вены (рис. 1. 31).

Воротная система печени образована только одним сосудом — воротной веной печени (рис. 1. 32), образующейся слиянием ряда сосудов, несущих кровь от пищеварительного тракта: селезеночно-желудочной, передних и задних брыжеечных вен (рис. 1. 33-35). Воротная вена печени распадается на систему капилляров, пронизывающих ткань печени и затем вновь сливающихся в более крупные сосуды, которые в конечном итоге образуют две короткие печеночные вены. Они, как уже говорилось, впадают в заднюю полую вену. Воротная система почек у млекопитающих отсутствует.

Дыхательная система

Воздух поступает через наружные ноздри в обонятельную полость, а оттуда через хоаны в глотку и гортань (рис. 2. 3), образованную несколь-

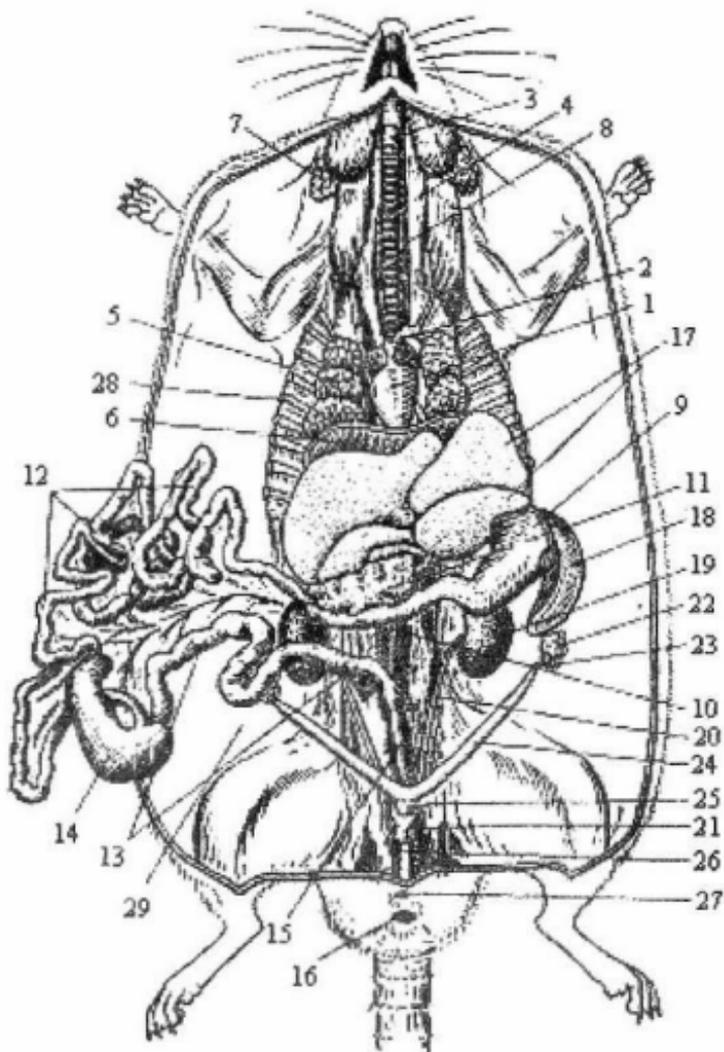


Рис. 2. Общее расположение внутренних органов самки крысы:

1 сердце, 2 - левая дуга аорты, 3 - гортань, 4 - трахея, 5 - легкое, 6 диафрагма, 7 околоушная слюнная железа, 8 пищевод, 9 - желудок, 10 двенадцатиперстная кишка, 11 поджелудочная железа, 12 тонкая кишка, 13 толстая кишка, 14 - слепая кишка, 15 прямая кишка, 16 - анальное отверстие, 17 - печень, 18 - селезенка, 19 почка, 20 - мочеточник, 21 мочевой пузырь, 22 - яичник, 23 яйцевод, 24 рог матки, 25 матка, 26 влагалище, 27 - половое отверстие, 28 грудная полость, 29 - брюшная полость

кими хрящами. В гортани располагаются голосовые связки. Гортань переходит в трахею (рис. 2. 4) - длинную трубку, состоящую из незамкнутых на дорзальной стороне хрящевых колец. В грудной клетке трахея разделяется на два бронха, направляющихся в легкие. В легких бронхи многократно ветвятся на все меньшие по диаметру трубочки; самые мелкие из них оканчиваются тонкостенными пузырьками - альвеолами. В стенках альвеол располагаются кровеносные капилляры; именно здесь и происходит газообмен. Альвеолярная структура легких свойственна только млекопитающим. Легкие (рис. 2. 5) свободно висят на бронхах в грудной полости. Каждое легкое разделяется на доли, количество которых варьирует у разных видов млекопитающих.

Грудная полость млекопитающих четко отделена от брюшной полости сплошной мускулистой перегородкой - диафрагмой (рис. 2. 6).

Акт дыхания осуществляется синхронными движениями грудной клетки и диафрагмы. При вдохе объем грудной полости резко возрастает благодаря расширению грудной клетки и уплощению диафрагмы; эластичные легкие при этом расширяются, насыщаясь воздухом. При выдохе стенки грудной клетки сближаются, а диафрагма куполом вдавливается в грудную полость. При этом общий объем грудной полости уменьшается, давление в ней возрастает и легкие сжимаются, воздух из них выталкивается.

Пищеварительная система

Ротовая щель снаружи ограничена подвижными губами, свойственными только классу млекопитающих. Собственно ротовая полость ограничена сложно дифференцированными зубами. В нее открываются протоки нескольких пар слюнных желез. На дне ротовой полости расположен подвижный мускулистый язык, поверхность которого покрыта многочисленными вкусовыми сосочками. В заднем ее отделе находится глотка, частично разделенная мягким небом на верхний (носовой) и нижний (ротовой) отделы. Глотка продолжается в расположенный позади трахеи длинный пищевод (рис. 2. 8), переходящий в желудок (рис. 2. 9). Передний отдел желудка носит название кардиального, а задний - пилорического. От пилорического отдела желудка отходит двенадцатиперстная кишка (рис. 2. 10), образующая U-образную петлю, в которой расположена гроздевидная поджелудочная железа (рис. 2. 11). Двенадцатиперстная кишка переходит в образующую много петель тонкую кишку (рис. 2. 12), заполняющую собой большую часть брюшной полости. В месте перехода тонкой кишки в толстую (рис. 2. 13) находится слепая кишка (рис. 2. 14). Толстая кишка заканчивается прямой кишкой (рис. 2. 15), открывающейся наружу заднепроходным отверстием (рис. 2. 16).

Крупная печень (рис. 2. 17) имеет у крыс шесть лопастей. Желчный пузырь отсутствует (его нет также у лошадей и оленей, но у большинства млекопитающих желчный пузырь есть). Сбоку от желудка расположена удлинённая компактная буровато-красная селезенка (рис. 2. 18).

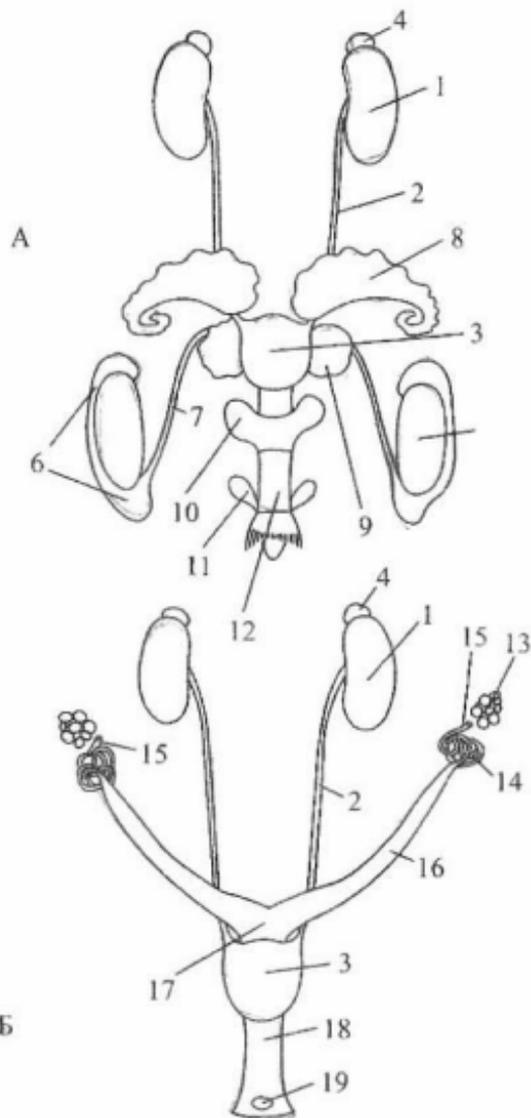


Рис. 3. Мочеполовая система крысы:
А - самец; Б - самка:

1 - почка, 2 - мочеточник, 3 - мочевого пузыря, 4 - надпочечник,
5 - семяник, 6 - придаток семенника, 7 - семяпровод, 8 - семенной пузырь,
9 - предстательная железа, 10 - куперова железа, 11 - препуциальная
железа, 12 - половой член, 13 - яичник, 14 - яйцевод, 15 - воронка яйцево-
да, 16 - рог матки, 17 - матка, 18 - влагалище, 19 - половое отверстие

Мочеполовая система

Парные почки (рис. 2. 19; 3. 7) млекопитающих принадлежат к типу тазовых - метанефрических почек. Они расположены в поясничной области по бокам позвоночника, плотно прилегая к спинной стороне полости тела. У переднего конца каждой почки видно небольшое желтовато-розовое образование - надпочечник (рис. 3. 4).

Почка имеет бобовидную форму. От ее внутренней стороны - в месте выемки берет начало мочеточник (рис. 2. 20; 3. 2). Он тянется назад и впадает в мочевой пузырь (рис. 2. 21; 3. 3), расположенный в тазовой области. Проток мочевого пузыря открывается у самцов в мочеполовой канал, проходящий внутри полового члена, а у самок - самостоятельным отверстием на головке клитора (соответствует половому члену самца). Семенники (рис. 3. 5) у взрослых самцов имеют удлинненную яйцевидную форму и находятся в мошонке - мышечном выпячивании брюшной стенки. Снаружи мошонка покрыта кожей. На дорзальной поверхности передней части семенника располагается узкий удлинненный придаток семенника (рис. 3. 6). От придатка отходит семяпровод (рис. 3. 7), который через паховый канал направляется в брюшную полость. В конечную часть каждого семяпровода открываются изогнутые семенные пузырьки (рис. 3. 8). Семяпроводы впадают в начальный отдел мочеполового канала. Сюда же открываются протоки дополнительных желез полового тракта, предстательной железы (рис. 3. 9) и куперовых желез (рис. 3. 10). Мочеполовой канал проходит внутри полового члена (рис. 3. 12).

Парные яичники (рис. 2. 22; 3. 13) самок представлены небольшими гроздевидными телами, расположенными около почек. К ним подходят открывающиеся в полость тела расширенными воронками (рис. 3. 15) тонкие трубочки - парные яйцеводы (рис. 2. 23; 3. 14), впадающие в более толстостенные трубчатые образования - рога матки (рис. 3. 16). Здесь у крыс происходит имплантация и развитие зародыша. Правый и левый рога матки сливаются в короткую матку (рис. 3. 17), впадающую в удлиненное влагалище (рис. 3. 18). Влагалище открывается наружу половым отверстием (рис. 2. 27; 3. 19).

Нервная система

Строение головного мозга следует рассмотреть на тотальном препарате мозга кролика.

Головной мозг крысы обладает типичными чертами строения мозга млекопитающих: сильным развитием больших полушарий переднего мозга и мозжечка. Эти отделы покрывают сверху все другие участки головного мозга: промежуточный, средний и продолговатый мозг, который переходит в спинной мозг.

Передний мозг по своим размерам превосходит все другие отделы мозга млекопитающих. Он состоит из огромных полушарий и обонятельных луковиц. Крыша полушарий образована новой корой, характерной

только для млекопитающих. Крыса имеет поверхность коры гладкую. У многих других млекопитающих, особенно высших приматов, система извилин и борозд поверхности коры достигает большой сложности. От обонятельных луковиц отходит I пара головных (черепных) нервов обонятельные.

Промежуточный мозг невелик по размерам и полностью закрыт большими полушариями. На вентральной поверхности промежуточного мозга расположена воронка, к которой прикреплен гипофиз - железа внутренней секреции. На дорзальной стороне промежуточного мозга находится эпифиз, представляющий собой рудимент теменного глаза низших позвоночных. От дна промежуточного мозга отходит II пара головных нервов - зрительные, которые образуют характерный для позвоночных перекрест (хиазму).

Средний мозг отличается небольшими размерами. Его дорзальная часть видна между большими полушариями и мозжечком и представляет собой четверохолмие. Передние холмы несут зрительную функцию, а задние, появляющиеся только у млекопитающих, служат важнейшими слуховыми центрами. От вентральной поверхности среднего мозга отходит III пара головных нервов - глазодвигательные. От дорзальной поверхности среднего мозга, на границе его с мозжечком, отходит IV пара головных нервов - блоковые.

Мозжечок состоит из двух полушарий и непарной (характерно для млекопитающих) средней части - червячка. Поверхность мозжечка покрыта многочисленными бороздками, которые у млекопитающих сильно усложнены.

Продолговатый мозг крысы, как и всех млекопитающих, имеет на вентральной поверхности так называемые пирамиды. Они образованы нервными волокнами, идущими без перерыва от моторной области больших полушарий к моторным нейронам спинного мозга. Это специфический и главный двигательный путь центральной нервной системы млекопитающих. От продолговатого мозга отходят V-XII пары головных нервов.

Головные нервы кролика типичны для млекопитающих. Вполне развита XI пара нервов - добавочный нерв - он отходит от латеральных отделов продолговатого мозга, приблизительно на уровне XII пары. Отхождение остальных головных нервов - типичное для всех позвоночных.

По функции головные нервы разделяются на сенсорные, или чувствующие (I, II и VIII); моторные, или двигательные (IV, VI, XI и XII), и смешанные (III - моторные и парасимпатические волокна, V - сенсорные и моторные, VII - сенсорные, моторные и парасимпатические, IX - сенсорные, моторные и парасимпатические и X - парасимпатические и симпатические волокна).

Тема 17. СКЕЛЕТ МЛЕКОПИТАЮЩЕГО

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА

Подтип Позвоночные, Vertebrata.

Класс Млекопитающие, Mammalia.

Отряд Хищные, Carnivora.

Представитель - Лисица, *Vulpes vulpes*.

МАТЕРИАЛ И ОБОРУДОВАНИЕ

На одного-двух студентов необходимы:

1. Полный скелет млекопитающего.
2. Разборный скелет млекопитающего.

ЗАДАНИЕ

Рассмотреть скелет и сделать следующие рисунки:

1. Череп сбоку.
2. Череп снизу.
3. Плечевой пояс и передняя конечность.
4. Задняя конечность.
5. Тазовый пояс.

ОПИСАНИЕ СКЕЛЕТА

Осевого скелет

Позвоночник млекопитающих разделяется на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Передняя и задняя поверхности тел позвонков млекопитающих плоские; такие позвонки относятся к латицельному типу. Между телами позвонков в виде прокладок расположены межпозвоночные дискообразные хрящи - мениски.

Шейный отдел почти всех млекопитающих содержит 7 позвонков. Первый шейный позвонок атлант - имеет вид кольца и двумя сочленовными поверхностями причленяется к двум затылочным мыщелкам черепа. Поперечные отростки атланта - уплощенные в дор-зювентральном направлении широкие пластинки - пронизаны отверстием, сквозь которое проходит позвоночная артерия. Сзади в атлант входит зубовидный отросток второго шейного позвонка эпистрофея. Зубовидный отросток, являющийся телом первого позвонка, полностью срастается с эпистрофеем. Поперечные отростки эпистрофея небольшие и направлены назад. Как и у атланта, они имеют отверстия для позвоночной артерии. Верхние, или невральные, дуги, замыкающие канал для спинного мозга, имеют наверху короткий остистый отросток.

Остальные шейные позвонки характеризуются тем, что к их поперечным отросткам прирастают рудименты шейных ребер; при этом образуется отверстие, сквозь которое проходят кровеносные сосуды (рис. 1. А).

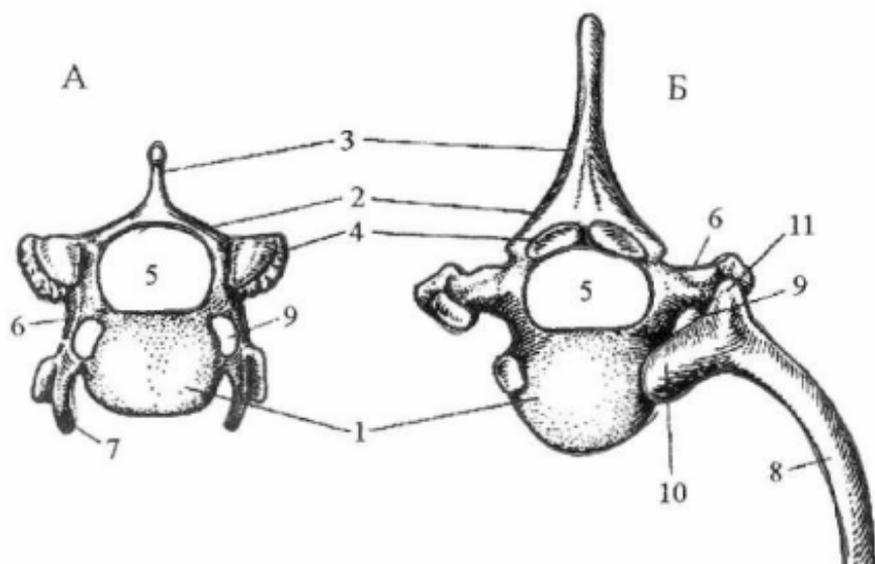


Рис. 1. Позвонки лисицы (вид спереди):
 А - шейный позвонок; Б - грудной позвонок:

1 - тело позвонка, 2 - верхняя дуга, 3 - остистый отросток, 4 - сочленовные поверхности верхних дуг (для сочленения соседних позвонков), 5 - канал для спинного мозга, 6 - поперечный отросток, 7 - рудимент шейного ребра, 8 - ребро, 9 - отверстие для кровеносных сосудов, 10 - головка ребра, 11 - бугорок ребра

На верхних дугах находятся сочленовные поверхности, обеспечивающие подвижное соединение соседних позвонков друг с другом.

Число грудных позвонков варьирует у разных видов млекопитающих от 9 до 24; у лисицы их обычно 13. От тела (рис. 1. 1) грудного позвонка отходит верхняя дуга (рис. 1. 2), которая ограничивает канал для спинного мозга (рис. 1. 5). Над верхней дугой располагается высокий, несколько наклоненный назад остистый отросток (рис. 1. 3). На верхне-передней стороне верхних дуг расположены сочленовные поверхности, к которым подвижно присоединяются небольшие сочленовные выступы, находящиеся в основании остистого отростка предыдущего позвонка. По бокам позвонка находятся короткие поперечные отростки (рис. 1. 6) с сочленовными поверхностями на концах, к которым подходит бугорок ребра. На теле позвонка спереди и сзади основания верхней дуги имеются суставные поверхности, к которым причленяется головка ребра (рис. 1. 10), она сочленяется сразу с двумя соседними позвонками. Таким образом обеспечивается двойное причленение ребра к позвонку: головкой и бугорком. При этом образуется отверстие (рис. 1. 9), через которое проходят кровеносные со-

суды. Брюшные концы ребер прикрепляются к груди. Грудина у млекопитающих подразделяется на три отдела: рукоятку (передний расширенный отдел), тело (состоит из нескольких срастающихся друг с другом костных сегментов) и хрящевой мечевидный отросток.

Число поясничных позвонков у млекопитающих варьирует от 2 до 9 (у лисицы их 7). С их поперечными отростками сливаются рудиментарные ребра.

Крестец образуют 3 слившихся позвонка (у многих млекопитающих - 4); из них 2 истинно крестцовые, остальные хвостовые. Число хвостовых позвонков очень изменчиво; у лисицы их обычно 19.

Череп

У млекопитающих череп полностью окостеневает. Отдельные кости соединяются друг с другом при помощи швов, заметных в течение всей жизни животного. На наружной поверхности костей часто развиваются шероховатости или гребни для прикрепления мышц. Ряд костей срастается, образуя комплексы. Так, затылочный отдел черепа представлен одной затылочной костью (рис. 2. 1), окружающей большое затылочное отверстие (рис. 2. 2). Эта кость образовалась путем слияния всех четырех затылочных костей. Она несет два затылочных мышцелка (рис. 2. 3), обеспечивающих подвижное сочленение черепа с первым шейным позвонком.

Верхнюю часть мозгового черепа образуют несколько покровных костей. Впереди затылочной кости лежат непарная межтеменная кость (рис. 2. 4) и парные теменные кости (рис. 2. 5). Спереди от них расположены парные лобные кости (рис. 2. 6), боковые края которых образуют нависающие над глазницей надглазничные отростки (рис. 2. 7). Передняя часть крыши черепа занята удлинненными носовыми костями (рис. 2. 8).

Большую часть боковой стенки мозгового черепа образует крупная височная кость (рис. 2. 9). Она образуется путем слияния нескольких костей: чешуйчатой, каменной (образовалась слиянием ушных костей) и барабанной (ограничивает полость среднего уха; видимо, гомологична угловой кости нижней челюсти рептилий). От чешуйчатого отдела височной кости вперед отходит скуловой отросток (рис. 2. 10), который соединяется со скуловой костью (рис. 2. 11). Передняя часть скуловой кости прирастает в заднему краю верхнечелюстной. Образованная этими костями скуловая дуга ограничивает глазницу снаружи.

В черепе диапсидного типа скуловая кость представляет собой элемент нижней височной дуги (квадратно-скуловая и скуловая кости), а чешуйчатая - верхней (заднелобная и чешуйчатая кости). Таким образом, скуловая дуга млекопитающих представляет собой височную дугу смешанного состава; череп такого строения относится к синапсидному типу.

Дно мозгового черепа в заднем отделе составлено затылочной костью и лежащей впереди нее основной клиновидной костью (рис. 2. 12), перед которой лежат узкая передняя клиновидная кость (рис. 2. 13) и ма-

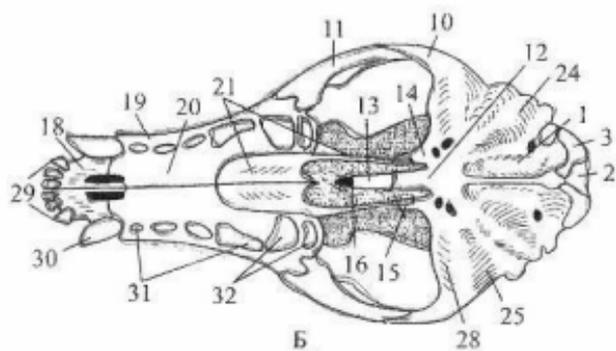
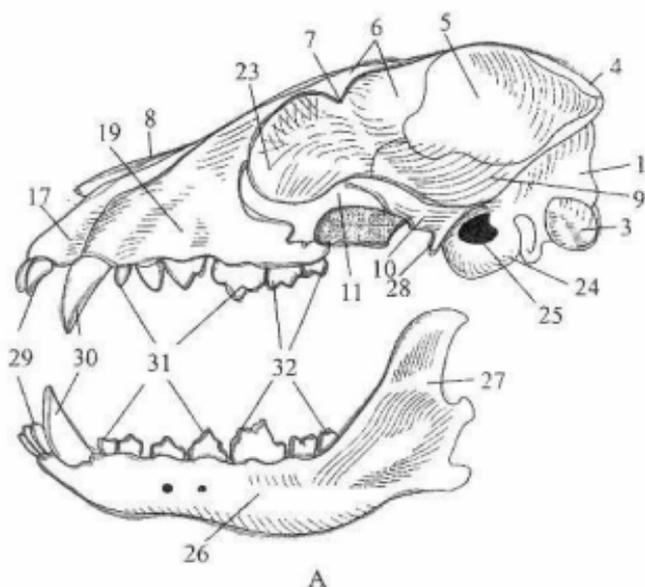


Рис. 2. Череп лисицы: А - сбоку; Б - снизу:

1 - затылочная кость, 2 - большое затылочное отверстие, 3 - затылочный мышцелок, 4 - межтеменная кость, 5 - теменная кость, 6 - лобная кость, 7 - надглазничный отросток лобной кости, 8 - носовая кость, 9 - височная кость, 10 - скуловой отросток височной кости, 11 - скуловая кость, 12 - основная клиновидная кость, 13 - передняя клиновидная кость, 14 - крылоклиновидная кость, 15 - крыловидная кость, 16 - сошник, 17 - предчелюстная кость, 18 - нёбный отросток предчелюстной кости, 19 - верхнечелюстная кость, 20 - нёбный отросток верхнечелюстной кости, 21 - нёбная кость, 22 - решетчатая кость с носовыми раковинами, 23 - слёзная кость, 24 - барабанная кость, 25 - наружный слуховой проход, 26 - зубная кость, 27 - венечный отросток зубной кости, 28 - место приращения нижней челюсти, 29 - резцы, 30 - клык, 31 - предкоренные зубы, 32 - коренные зубы

ленький сошник (рис. 2. 16). По сторонам от основной клиновидной кости лежат парные крылоклиновидные кости (рис. 2. 14), а по бокам передней клиновидной крыловидные кости (рис. 2. 15). Они образуют нижнюю часть стенки глазницы. Переднюю стенку глазницы замыкает небольшая слезная кость (рис. 2. 23).

Висцеральный череп

Висцеральный череп, как и у других позвоночных, составлен несколькими костями. Спереди расположены небольшие предчелюстные кости (рис. 2. 17). Позади них находятся массивные верхнечелюстные кости (рис. 2. 19). Нёбные отростки (рис. 2. 18; 2. 20) этих костей вместе с нёбными костями (рис. 2. 21) образуют характерное для всех млекопитающих твердое костное нёбо, ограничивающее носовой проход от ротовой полости. Твердое нёбо скрывает от наблюдателя лежащую впереди клиновидных костей и имеющую очень сложную форму решетчатую, или обонятельную, кость. К задним выступам нёбных костей, образующим желоб, прирастают уже упоминавшиеся небольшие крыловидные кости (рис. 2. 15).

Нижняя челюсть млекопитающих представлена только одной зубной костью (рис. 2. 26). Подвижное сочленение ее с черепом осуществляется при помощи венечного отростка (рис. 2. 27), соединяющегося суставом со скуловым отростком височной кости. Освобожденные от функции приращения нижней челюсти квадратная и сочленовая кости у млекопитающих переходят в полость среднего уха и превращаются соответственно в наковальню и молоточек, вместе со стремечком образующих аппарат, передающий колебания барабанной перепонки на перепонку овального окна и тем самым на внутреннее ухо. На обычных препаратах слуховых косточек не видно.

Для млекопитающих характерна сложно дифференцированная гетеродонтная зубная система. Различают следующие группы зубов: резцы (рис. 2. 29), клыки (рис. 2. 30), предкоренные (рис. 2. 31) и коренные (рис. 2. 32). Зубы млекопитающих сидят в особых углублениях костей альвеолах (текодонтная зубная система). В зависимости от пищевой специализация количество и форма зубов могут варьировать в очень широких пределах. В отряде хищных млекопитающих, в том числе и у лисицы, достигают крупных размеров и имеют острые режущие края последний предкоренной верхней челюсти и первый коренной нижней челюсти; их называют «хищническими» зубами.

Для упрощения описания зубов употребляют так называемые зубные формулы: в числителе указывают число зубов одной половины верхней челюсти, в знаменателе - нижней. Сокращенно обозначают: резцы - *i*, клыки - *c*, предкоренные - *p*, коренные - *m*.

Например, зубная формула лисицы имеет следующий вид:

$$i \frac{3}{3} - c \frac{1}{1} - p \frac{4}{3} - m \frac{2}{3} = 42$$

Конечности и их пояса. Пояс передней конечности лисицы состоит только из лопатки (рис. 3. 1). Треугольная по форме, широкая и тонкая лопатка на латеральной поверхности несет высокий гребень (рис. 3. 2), заканчивающийся акромиальным отростком (рис. 3. 3).

В дистальном отделе лопатки располагается суставная ямка (рис. 3. 4), в которую входит головка плечевой кости. Около суставной ямки виден кораконидный отросток (рис. 3. 5), представляющий собой редуцированный и приспосаблившийся к лопатке кораконд.

Ключица у лисицы отсутствует, как и у большинства хищных (а также копытных, хоботных и китообразных). У большинства сумчатых, насекомых, рукокрылых, приматов, грызунов, зайцеобразных ключицы развиты хорошо.

Передняя конечность состоит из трех отделов: плеча, предплечья и кисти. В плечевом отделе всего одна кость - плечевая (рис. 3. 6). Ее проксимальный отдел заканчивается округлой головкой, входящей в суставную ямку лопатки, а дистальный отдел блоковидным выступом, сочленяющимся с предплечьем. Предплечье образовано локтевой костью (рис. 3. 7) и несколько более толстой лучевой (рис. 3. 8). Локтевая кость имеет в проксимальном отделе крупный локтевой отросток. Кисть разделяется на проксимальный отдел кости запястья (рис. 3. 9), промежуточный - кости пясти (рис. 3. 10) и дистальный фаланги пальцев (рис. 3. 11).

Тазовый пояс состоит из двух безымянных костей (рис. 4). Каждая из них образована срастанием костей: подвздошной (рис. 4. 1), седалищной (рис. 4. 2) и лобковой (рис. 4. 5). В месте схождения этих костей находится вертлужная впадина (рис. 4. 4), служащая для сочленения с бедренной костью. Таз млекопитающих закрытый: лобковая и седалищная кости правой и левой сторон срастаются друг

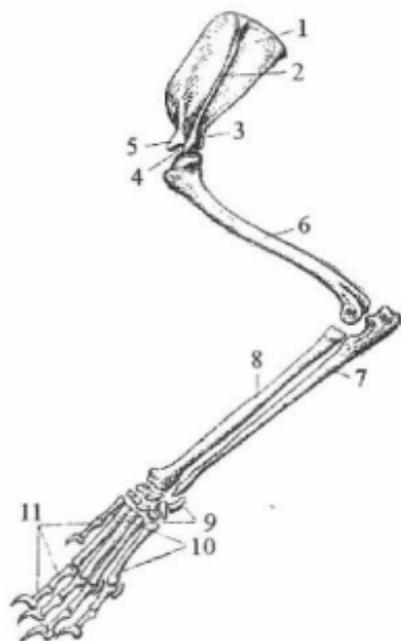


Рис 3. Плечевой пояс и передняя конечность лисицы:

1 - лопатка, 2 - гребень лопатки, 3 - акромиальный отросток, 4 - суставная ямка, 5 - кораконидный отросток, 6 - плечевая кость, 7 - локтевая кость, 8 - лучевая кость, 9 - запястье, 10 - пясть, 11 - фаланги пальцев

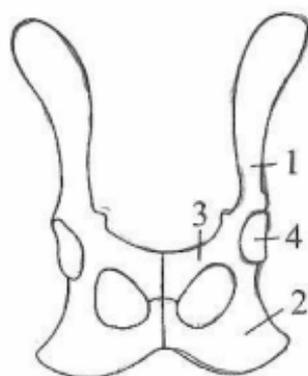


Рис. 4. Тазовый пояс лисицы (вид снизу):

1 – подвздошная кость, 2 – седалищная кость, 3 – лобковая кость, 4 – вертлужная впадина

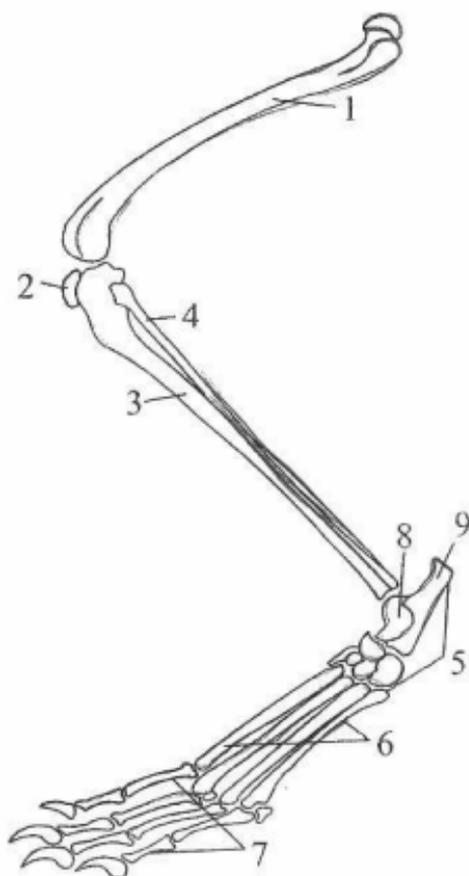


Рис. 5. Задняя конечность лисицы:

1 - бедренная кость, 2 - коленная чашечка, 3 - большая берцовая кость, 4 - малая берцовая кость, 5 - предплюсна, 6 - плюсна, 7 - фаланги пальцев, 8 - таранная кость, 9 - пяточная кость

с другом по средней линии. В задней конечности имеется три отдела: бедро, голень и стопа. Бедренный отдел содержит одну кость - бедро (рис. 5. 1).

Проксимальный отдел бедра имеет головку, которая входит в вертлужную впадину таза. Бедро сочленяется с голенью коленным суставом, на передней поверхности которого расположена небольшая округлая косточ-

ка коленная чашечка (рис. 5. 2). Голень имеет крупную большую берцовую кость (рис. 5. 3) и тонкую малую берцовую кость (рис. 5. 4). Стопа образована предплюсной (рис. 5. 5), плюсной (рис. 5. 6) и фалангами пальцев (рис. 5. 7). Предплюсна в проксимальном отделе содержит две косточки: внутреннюю - таранную (рис. 5. 5) и наружную - пяточную (рис. 5. 9) с направленным назад пяточным выступом. В отличие от пресмыкающихся и птиц, у млекопитающих сустав, обеспечивающий подвижность стопы, располагается между костями голени и проксимальными костями предплюсны; такой сустав называется голеностопным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предками млекопитающих были примитивные пресмыкающиеся, еще имевшие ряд общих признаков с земноводным. В связи с этим современные млекопитающие имеют определенное сходство в строении не только с пресмыкающимися, но и с земноводными. Конечности млекопитающих, как и земноводных, имеют голеностопное и предплюснопальцевое сочленения, череп обладает широким основанием (платибазальный тип), в коже находятся многочисленные железы. С пресмыкающимися млекопитающих сближают общие черты в строении скуловой дуги (синадридный тип, свойственный звероящерам; имеется одна скуловая дуга, образованная элементами как нижней скуловой костью, так и верхней чешуйчатая кость - височных дуг черепа диапсидного типа). Некоторые современные примитивные млекопитающие обнаруживают и другие черты сходства с пресмыкающимися: так, плечевой пояс однопроходных имеет надгрудинник, кораконд и прокораконд; эти животные имеют клоаку и откладывают яйца.

На фоне сходства с земноводными и пресмыкающимися млекопитающие характеризуются высокой степенью организации, что выражается прежде всего в прогрессивном развитии нервной системы. В головном мозгу крупных размеров достигает передний мозг (полушария), покрывающий сверху большую часть остальных отделов. Полушария могут достигать половины массы всего головного мозга (крот, кролик) и еще больше (до $\frac{1}{2}$ массы всего мозга у человека). Строение переднего мозга млекопитающих весьма специфично. Если у рыб, земноводных, пресмыкающихся и птиц основную массу переднего мозга составляют полосатые тела, занимающие нижние участки полушарий, и крыша мозга (свод) остается тонкой, то у млекопитающих наиболее сильное развитие получает именно свод. Свод у млекопитающих дифференцируется на первичный и вторичный; преимущественное развитие имеет последний. Вторичный свод представляет собой скопление нервных клеток (серое вещество мозга), расположенных по периферии полушарий; так образуется кора головного мозга. Благодаря этому увеличивается количество нервных клеток в мозгу; кроме

того, поверхностное расположение обеспечивает лучшее их кровоснабжение.

Толщина серого вещества коры полушарий у различных млекопитающих примерно одинакова, и увеличение числа нервных клеток может достигаться лишь увеличением поверхности коры за счет образования борозд и складок. Поэтому полушария переднего мозга высших млекопитающих (особенно копытных, хищных, приматов) имеют сложную систему борозд и извилин. Для различных систематических групп млекопитающих характерен свой тип складчатости коры. Кора полушарий содержит ассоциативные центры, связанные с высшей психической деятельностью, а также высшие чувствующие (зрительные, слуховые и осязательные) и двигательные центры.

В связи с высокой подвижностью млекопитающих крупных размеров достигает мозжечок. Усложняется его внутреннее строение, усиливаются связи с двигательными центрами коры полушарий переднего мозга.

Прогрессивно развитая нервная система млекопитающих определяет значительно более сложное поведение, чем у представителей других классов позвоночных, что, естественно, дает им дополнительные шансы в борьбе за жизнь. Благодаря совершенной сложнорефлекторной деятельности млекопитающие обладают несравненно более высокой способностью приспосабливаться к окружающей среде посредством изменения своего поведения, чем другие позвоночные.

Скрытный, часто ночной или сумеречный образ жизни большинства млекопитающих ограничивает возможность применения зрения, компенсируя его сильным развитием обоняния и слуха. Обоняние у млекопитающих более тонкое, чем у других позвоночных. Орган обоняния располагается в верхне-задней части носовой полости. Сложная система обонятельных раковин резко увеличивает площадь, занятую обонятельным эпителием (кроме того, сложная конфигурация обонятельной полости способствует очищению, согреванию и увлажнению вдыхаемого воздуха). Обоняние имеет важное значение не только при межвидовых (поиск пищи, распознавание врагов и т. д.), но и во внутривидовых отношениях (в период размножения, при охране индивидуальных участков и т. д.). В последнем случае важное значение имеет то, что многие из кожных желез выделяют пахучий секрет, который придает млекопитающим не только видовой, но и индивидуальный запах.

Орган слуха млекопитающих, по сравнению с другими позвоночными, имеет более сложное строение. Появляется хорошо развитое наружное ухо, представленное ушной раковиной и наружным слуховым проходом. Подвижная ушная раковина концентрирует и направляет в наружный слуховой проход звуковые волны, которые колеблют барабанную перепонку. В среднем ухе млекопитающих расположены три подвижно сочлененные между собой слуховые косточки. В дополнение к стремечку,

имевшемуся у земноводных, пресмыкающихся и птиц, у млекопитающих появляются еще молоточек и наковальня. Молоточек образуется из сочленовнои кости, а наковальня - из квадратной. Колебания барабанной перепонки передаются через слуховые косточки перилимфе внутреннего уха благодаря давлению стремечка на эластичную перепонку овального окна внутреннего уха. Рычажная система слуховых косточек позволяет млекопитающим улавливать слабые звуки. Улитка внутреннего уха достигает высокого развития, и в ней обособляется сложно устроенный кортиев орган, который собственно и служит воспринимающим отделом органа слуха.

Орган зрения млекопитающих, как правило, не является ведущим рецептором. Аккомодация глаза достигается только путем изменения кривизны хрусталика расположенной по его периферии ресничной мышцей. Прогрессивно развитие относительно большого поля бинокулярного зрения, позволяющего фокусировать оба глаза одновременно на одном предмете.

Как и у птиц, у млекопитающих происходит интенсификация всех жизненных процессов. Это обеспечивается рядом приспособлений.

Ткань легких млекопитающих состоит из многочисленных легочных пузырьков - альвеол, способствующих значительному увеличению поверхности соприкосновения респираторного эпителия с воздухом. Например, легкие лошади насчитывают примерно 5 млрд. альвеол с общей поверхностью в 500 м². Такая большая дыхательная поверхность легких увеличивает возможность газообмена, соответственно повышая общую жизнедеятельность организма. Увеличению газообмена способствуют также высокая степень насыщения кровеносными сосудами стенок альвеол и интенсивный ток крови в этих сосудах (значительно более интенсивный, чем у пресмыкающихся). Акт дыхания у млекопитающих происходит не только путем расширения и сужения грудной клетки, как у других амниот, но и одновременным опусканием и подъемом диафрагмы.

Система органов кровообращения у млекопитающих также имеет прогрессивные черты. Для форменных элементов крови, обеспечивающих ее дыхательную функцию, - эритроцитов, характерны отсутствие ядер, небольшие размеры и высокая численность их в крови. Маленькие эритроциты, при одинаковой форме с большими, имеют относительно большую поверхность при той же массе вещества. Следовательно, при уменьшении размеров эритроцитов возрастает их общая дыхательная поверхность. Отсутствие ядер в эритроцитах влечет за собой понижение обмена веществ этих клеток, в связи с чем они сами меньше потребляют кислорода и больше отдают его тканям.

Несмешанное кровообращение обеспечивает лучшее снабжение тканей тела кислородом и питательными веществами. У млекопитающих такой тип кровообращения достигается, как и у птиц, полным разделением

сердца на правую (венозную) и левую (артериальную) половины и редукцией одной из дуг аорты. В отличие от птиц, млекопитающие имеют не правую, а левую дугу аорты.

Прогрессивное развитие пищеварительной системы млекопитающих (дифференциация зубной системы и пищеварительного тракта) позволило им, с одной стороны, использовать в качестве пищи самые разнообразные растительные и животные объекты, а с другой - значительно интенсифицировать процесс пищеварения.

Разнокачественность зубов (гетеродонтность) возникла в результате специализации различных групп зубов для схватывания добычи, разгрызания, пережевывания. Измельчение пищи во время жевания облегчает и убыстряет пищеварительный процесс. Сложная дифференцировка пищеварительного тракта и деятельность многочисленных пищеварительных желез способствуют интенсивному перевариванию пищи с помощью разнообразных ферментов. Большое значение в пищеварении имеет симбиотическая бактериальная флора кишечника, особенно сильно развитая у растительноядных форм.

Перечисленные приспособления обусловили высокий уровень обмена веществ млекопитающих. Интенсивный обмен веществ и развившаяся система терморегуляции позволяют этим животным поддерживать температуру своего тела постоянной, что делает их в известной степени независимыми от температуры окружающей среды. В поддержании постоянной температуры тела важное значение имеет волосяной покров, обеспечивающий термоизоляцию и отчасти терморегуляцию. Важную роль в теплозащите организма может играть и подкожный слой жира. Потовые железы, имеющие важное значение как дополнительные органы выделения, могут служить у млекопитающих и целям терморегуляции, смачивая поверхность тела потом, который, испаряясь, охлаждает организм.

Млекопитающие в огромном своем большинстве значительно более подвижны и активны, чем пресмыкающиеся. В связи с этим у них прогрессивное развитие получают соответствующие элементы скелета и мышечной системы. Постановка конечностей млекопитающих отличается более совершенным типом: они не растопырены в стороны, и тело не провисает между ними, как у пресмыкающихся. В связи с этим упрощается строение плечевого пояса. Основной толчок при передвижении осуществляется задними конечностями, поэтому у большинства млекопитающих их скелет и мускулатура развиты относительно сильнее. В зависимости от экологических особенностей строение конечностей, особенно их дистальных отделов, у разных видов млекопитающих сильно варьирует. S-образная изогнутость позвоночника в вертикальной плоскости обеспечивает достаточно успешное выполнение им опорной функции и амортизацию при беге, прыжках и т. п. В последнем случае важное значение имеют хрящевые мениски, расположенные между позвонками.

Значительно более прогрессивны по сравнению с другими позвоночными особенности размножения млекопитающих. Формирование зародыша происходит в общем сходным образом с пресмыкающимися и птицами. Развитие же зародышевых оболочек млекопитающих весьма специфично. Желточный мешок зародыша, полость которого не имеет питательных веществ, исчезает рано. На ранних стадиях у зародыша появляются амнион и аллантоис, которые достигают сильного развития. Сероза срастается с внешней стенкой аллантоиса и дает многочисленные отростки, врастающие в стенку матки - образуется так называемая плацента, характерная для большинства млекопитающих. Плацента - приспособление, с помощью которого зародыш может питаться и дышать за счет материнского организма. Кровеносные сосуды зародыша и матери настолько тесно соприкасаются друг с другом, что обеспечивается поступление питательных веществ и кислорода - из крови матери в кровь зародыша и отдача в обратном направлении продуктов обмена. После рождения детеныши млекопитающих вскармливаются молоком матери, продуцируемым специфическими млечными железами - видоизмененными потовыми железами кожи. Длительное развитие детенышей в утробе матери (или в сумке) и вскармливание их после рождения молоком способствуют лучшему выживанию молодняка.

Отмеченные выше прогрессивные особенности млекопитающих обеспечили им возможность приспособления к различным условиям существования и позволили широко расселиться по земному шару, образовав наземные, подземные, водные и воздушные формы.